

WERKDOCUMENT

WATERPLANTENGROEI,- BESTRIJDING EN  
WATERKWALITEIT IN DE ZEILPLAS  
"HET BOVENWATER"

door

A.H. Koridon en  
E.J.B. Uunk

1981-176 Abw

april 1981

r  
14689

IR
14689

6331

**6331** TERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT  
RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS  
SMEDINGHUIS - LELYSTAD

	blz.
INHOUD	
1. INLEIDING	5
2. SITUERING EN INRICHTING VAN DE PLAS	6
3. METHODEN VAN ONDERZOEK	6
3.1. Onderzoek aan de waterplanten	6
3.2. Onderzoek naar de waterkwaliteit	6
4. ONDERZOEK NAAR DE WATERPLANTENONTWIKKELING, MEDE IN RELATIE TOT DE BESTRIJDING VAN DE PLANTEN, EN NAAR DE WATERKWALITEIT	7
4.1. Waterplantenontwikkeling	7
4.1.1. Algemeen	7
4.1.2. Waterplantengroei in 1977	7
4.1.3. Waterplantengroei in 1978	7
4.1.4. Waterplantengroei in 1979	8
4.1.5. Waterplantengroei in 1980	8
4.1.6. Groeiwijzen van de aspectbepalende plantensoorten	9
4.2. Bestrijding van waterplanten en het effect op de hergroei	9
4.2.1. Bestrijding in 1978	9
4.2.2. Bestrijding in 1979	10
4.2.3. Bestrijding in 1980	11
4.3. Waterplantengroei en de financiële consequenties van de bestrijding	11
5. PRODUKTIE AAN WATERPLANTEN EN DE STIKSTOF- EN FOSFAATOPNAME IN HET GEWAS	11
6. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE WATERPLANTENONTWIKKELING, MEDE IN RELATIE TOT DE BESTRIJDING VAN DE PLANTEN, EN NAAR DE WATERKWALITEIT	12
6.1. Waterkwaliteit	12
6.1.1. Inleiding	12
6.1.2. Bespreking onderzoeksresultaten naar onderzoeksaspecten	12
6.1.2.1. De voedselrijkdom van de plas voor producenten (algen, hogere waterplanten)	12
6.1.2.2. De biomassa-ontwikkeling van vrij in het water zwevende producenten (algen) in relatie tot het overige in het water zwevende stof)	16
6.1.2.3. De gevolgen van de groei van algen en hogere water- planten voor zuurstofhuishouding en pH van het water en voedselrijkdom van de plas	18
6.1.2.4. De bacteriologische gesteldheid van het water	19
6.1.2.5. Het chloridegehalte van het water	19
6.1.2.6. Het ijzergehalte van het water	19
7. CONCLUSIES	20
8. AANBEVELINGEN	22
9. SAMENVATTING EN DISCUSSIE	23
10. BRONVERMELDING	25



- Bijlage 1        Het Bovenwater
- Bijlage 2        Bodemsamenstelling
- Bijlage 3a/3c    Plantesoorten in het Bovenwater
- Bijlage 4        Groeiwijze en groeisnelheid van schedefonteinkruid
- Bijlage 5        Mate van hergroei na bestrijden in 1978
- Bijlage 6a/6d    Maai- en veegschema 1978
- Bijlage 7        Maai- en veegschema 1979
- Bijlage 8a/8b    Maai- en veegschema 1980
- Bijlage 9a/9c    Resultaten waterkwaliteitsonderzoek 1977 t/m 1980
- Bijlage 10       Algensamenstelling en dichtheid in najaar 1978

## 1. INLEIDING

De zeilplas "Het Bovenwater" is een in 1976 nabij Lelystad aangelegde plas, met het doel te voorzien in een veilige zeilgelegenheid voor kinderen en overige zeilers.

In 1977 is in de plas sprake van zeer helder water. Het doorzicht is er groter dan één meter. Dit is in tegenstelling tot het overige oppervlaktewater in Flevoland, dat over het algemeen zeer eutroof is en dientengevolge een gering doorzicht heeft. Het hoge doorzicht in combinatie met het in voldoende mate aanwezig zijn van nutriënten, heeft tot gevolg dat er in 1978 een massale waterplantenbegroeiing ontstaat, die het zeilen vrijwel onmogelijk maakt.

Er is geen sprake van nutriëntrijke drainafvoer naar de plas. Evenmin vindt er een belasting met afvalwater plaats. Alleen bij het opzetten van het peil in het voorjaar komt enige belasting voor met de in het water van de Buizerdtocht/Lage Dwarsvaart aanwezige voedingsstoffen.

In de nota Abw 35601 d.d. 9 augustus 1978 betreffende de waterplantenbegroeiing in de zeilplas in voorjaar en zomer 1978, wordt dan ook gesteld dat er geen reden bestaat om aan te nemen dat het doorzicht op korte termijn zal teruglopen.

De Jong en Koridon geven in november 1978 echter aan dat het doorzicht in september en oktober van dat jaar is teruggelopen tot minder dan 40 cm en de stikstof- en fosfaatgehalten gestegen zijn tot waarden die nog niet eerder in de plas zijn gemeten.

Een duidelijke verklaring voor de plotselinge algengroei was destijds nog niet te geven. Nog moeilijker was het te voorspellen of deze algengroei elk jaar op een dergelijke wijze terug zou keren en het doorzicht zodanig zou beperken dat de waterplantenbegroeiing er door gelimiteerd zou worden, of dat daarentegen de waterkwaliteit in het voorjaar al weer gekenmerkt zou worden door grote helderheid, hetgeen de waterplantengroei zou begunstigen.

Dientengevolge was het noodzakelijk onderzoek te verrichten naar de wijze waarop het doorzicht en de plantengroei zich in de volgende jaren zouden ontwikkelen. Ook was het gewenst na te gaan welke wijze van beheer het meest efficiënt de waterplantengroei af kan remmen.

Het onderhavige rapport is een neerslag van het tot dusver (medio voorjaar 1981) uitgevoerde onderzoek in deze.

Het onderzoek is uitgevoerd door de secties Milieuhygiëne en Waterkwaliteit en Landschapsecologie van de Wetenschappelijke afdeling. De assistentie daarbij van de beheerder van "Het Bovenwater", de heer Swagerman, mag niet onvermeld blijven.



## 2. SITUERING EN INRICHTING VAN DE PLAS

De plas is gelegen in het meest westelijke gedeelte van Oostelijk Flevoland, begrensd door Knardijk en Houtribweg (bijlage 1). De oppervlakte bedraagt 135 ha, de maaiveldsligging is ca. 4.00 m- N.A.P. tot plaatselijk dieper dan 5.00 m- N.A.P. Het waterpeil wordt opgezet met water uit de Buizerdtocht en Lage Dwarsvaart (bijlage 1).

De bodem van de huidige plas was voorheen als landbouwgrond in gebruik. Ze bestaat voornamelijk uit zware klei en ze bevat veel rietwortelstokken, dientengevolge kwam er jaarlijks veel bovengronds riet tot ontwikkeling. In de noordwestelijke hoek van de plas bevindt zich een gedeeltelijk afgegraven zanddepot (bijlage 2).

In 1975 en begin 1976 zijn kades op de kavels aangelegd waarna in het voorjaar van 1976 water op het maaiveld is gepompt. Vanaf dat tijdstip was de Zeilplas een feit.

## 3. METHODEN VAN ONDERZOEK

### 3.1. Onderzoek aan de waterplanten

Het onderzoek is in 1977 aangevangen en bestond voornamelijk uit inventarisaties naar verspreiding, dichtheid en soort samenstelling en naar het effect van mechanische bestrijding op de waterplantengroei. In het kader van dit laatste zijn metingen verricht naar de mate van hergroei na maaien en vegen. De inventarisaties naar soorten en dichtheden zijn uitgevoerd door vanuit de boot een hark over de bodem te trekken, steeds over een afstand van enkele meters. Ten behoeve van de inventarisatie is de plas in 1978 met behulp van coördinaten in banen verdeeld. Langs deze banen zijn de planten ook gemaaid en geveegd.

Aan de hand van de hoeveelheid omhoog gehaalde waterplanten is de dichtheid globaal geschat in de drie gradaties "weinig", "matig" en "veel". De naar boven gehaalde planten zijn op soort gedetermineerd en nog niet determineerbare planten zijn in de kweekkamer opgekweekt en later alsnog gedetermineerd. In 1978 en volgende jaren is gestreefd naar een waarnemingsfrequentie van éénmaal per week in het groeiseizoen (mei tot oktober).

Een kwantitatieve bemonstering van de plantenmassa per oppervlakte-eenheid met behulp van de snijkooi was in 1978 niet mogelijk omdat deze niet op tijd bedrijfsklaar was.

Vanwege de in 1978 beperkte middelen voor onderzoek, zoals een boot die niet berekend is op de vaak hevige golfslag op de plas en het ontbreken van de snijkooi, is het waarnemingsprogramma slechts in beperkte mate afgewerkt.

### 3.2. Onderzoek naar de waterkwaliteit

Het waterkwaliteitsonderzoek bestond uit het nemen van watermonsters voor onderzoek op het R.I.J.P.-laboratorium en het verrichten van metingen te velde.

De bemonsteringen en veldmetingen hadden betrekking op water van circa 10 cm diepte (direct onder het wateroppervlak); ze vonden in het algemeen 's ochtends omstreeks 10.00 uur plaats vanaf het uiteinde van de noordelijke (lange) steiger ter hoogte van de jachthaven.



De onderzoeksfrequentie was in 1977 10 keer per jaar, vanaf 1978 12 keer (1 keer per maand). Het onderzoek was vooral gericht op de voedselrijkdom van de plas, de algengroei en de gevolgen van waterplanten- en algengroei. Te velde werden gemeten de temperatuur, het zuurstofgehalte, de pH (zuurgraad) en het doorzicht (als maat voor de helderheid) van het water. De getrokken monsters werden op het laboratorium geanalyseerd op stikstof (ammonium, nitraat en Kjeldahlstikstof), fosfor (orthofosfaat, totaal-fosfor en in zwevend materiaal aanwezig fosfor, het zgn. P-alg), BZV (biochemisch zuurstofverbruik), CZV (chemisch zuurstofverbruik), chlorofyl-a, totaal zwevend stof ("droog gewicht gesuspendeerd materiaal"), anorganisch zwevend stof ("asrest"), organisch zwevend stof, ("organische stof gesuspendeerd materiaal"), MPN volgens Eijkman en Mc.Conkey (maat voor de verontreiniging met respectievelijk faecale- en totaal aan coli-bacteriën), chloride en ijzer.

Argentellingen en -determinaties hebben tot dusver nog slechts in enkele monsters (van najaar 1978) plaatsgevonden.

#### 4. ONDERZOEK NAAR DE WATERPLANTENONTWIKKELING, MEDE IN RELATIE TOT DE BESTRIJDING VAN DE PLANTEN EN NAAR DE WATERKWALITEIT.

##### 4.1. Waterplantenontwikkeling

###### 4.1.1. Algemeen

Uit het onderzoek naar de vestiging en de verspreiding van de waterplanten bleek, dat deze zich over de gehele plas weten te vestigen met uitzondering van:

- de meest noordwestelijke hoek, waar een harde voedselarme zandbodem voorkomt
- in de noordoostelijke lob vanwege een tot nu toe niet geheel bekende reden. Duidelijk is dat dit gedeelte van de plas het meest geëxposeerd ligt ten opzichte van de wind, het doorzicht vaak gering is en de diepte ook aanzienlijk is
- rondom de 2 grootste eilanden, waar het water te diep is voor vestiging van waterplanten.

###### 4.1.2. Waterplantengroei in 1977

In de zomer van 1977 ontwikkelden zich zeer weinig waterplanten in de plas. Wel trad een explosieve ontwikkeling op van riet. Door vele malen de bovengrondse delen bij de bodem af te maaien en zo de rietstengels onder water te houden, gelukte het de reservestoffen voorraad in de wortelstokken uit te putten en de hergroei van riet tot een minimum te beperken.

###### 4.1.3. Waterplantengroei in 1978

In de zomer van 1978 ontwikkelde zich een dichte massa aan waterplanten. Reeds in de tweede week van mei kwam zo'n dichte begroeiing voor, dat het water van de plas niet meer bezeilbaar was. In mei en juni zijn inventarisaties verricht naar de soortensamenstelling en de dichtheid van de planten. Biologisch gezien was de soortensamenstelling interessant. Ze bleek overeen te komen met die van de randmeren in de jaren, voordat een sterke eutrofiering van het oppervlaktewater plaatsvond, door lozingen vanaf het oude land.

In de plas kwamen in 1978 tenminste 9 soorten waterplanten voor (bijlage 3a). De groeiwijze van de voornaamste soorten is weergegeven in bijlage 3a/3c.



Dominant waren aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en tengerfonteinkruid (*Potamogeton pusillus*). Zij kwamen beide massaal tot bloei- en vruchtzetting. Verder kwamen voor schede-, gekroesd- en doorgroei fonteinkruid (*P. pectinatus*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*), zannichellia (*Zannichellia* sp.), Kranswier (*Chara* sp.) en een gering aantal exemplaren van de soorten duizendknoopfonteinkruid (*P. polygonifolius*) en waterpest (*Elodea canadensis*). Ook kwam er veel flapontwikkeling voor. De aanwezigheid van kranswier, een indicator-soort voor water van goede kwaliteit, duidt er echter op dat in de plas een goed milieu voor waterplanten aanwezig was.

De plantenmassa per oppervlakte-eenheid was in 1978 van een omvang, vergelijkbaar met die van het Veluwemeer in 1969, 1970 en 1978 toen ook daar water van goede kwaliteit voorkwam. In de tussenliggende jaren verdwenen de waterplanten vrijwel geheel uit de randmeren, als gevolg van de grote afvalwaterlozingen vanaf het oude land.

Op 30 juli vond men schede- en tengerfonteinkruid met een lengte van 1 m - 1.25 m. Dit betreft hergroei na de eerste maal vegen in de periode 6 juni - 17 juli. Opvallend is dat ze voornamelijk in plekken met dichte concentraties voorkwamen in een brede strook langs de Knardijk en de Houtribweg. Vanaf de dijk waren ze duidelijk waarneembaar omdat de planten -voornamelijk schedefonteinkruid- tot aan de oppervlakte of daar bovenuit (met bloei-aren) reikten en de golfslag sterk afremden. Flap trof men hier meer aan dan in het overige gedeelte van de plas. Ook algenontwikkeling kwam plaatselijk veel voor.

#### 4.1.4. Waterplantengroei in 1979

Uit inventarisaties verricht tussen half april en augustus, bleek dat in dit jaar aarvederkruid en fonteinkruiden \* aspect bepalend zijn. (bijlage 3). Zannichellia had zich in vergelijking met 1978 sterk uitgebreid. Het kranswier zag men daarentegen slechts sporadisch. Het kwam ten hoogste in enkele tientallen exemplaren voor. In vergelijking met 1978 was de hoeveelheid flap verminderd.

Gezien de algengroei en het afgenomen doorzicht (zie par. 6.1.) waren de milieu-omstandigheden voor een soort als kranswier ongunstiger geworden. Voor fonteinkruiden als schede- en tengerfonteinkruid, die op dit punt geringere eisen stellen aan het waterig milieu, waren de groei-omstandigheden nog vrij gunstig. Dit zelfde geldt ook voor aarvederkruid en Zannichellia. In vergelijking met 1978 zijn de soorten wat oppervlakte als dichtheid betreft, wel afgenomen (bijlage 3a). Draadwieren en flap kwamen nog veel voor. De zeilers ondervonden ook dit jaar veel hinder van de plantengroei.

#### 4.1.5. Waterplantengroei in 1980

In de zomer kwamen opnieuw veel waterplanten voor. Men vond ze nu meer pleksgewijs dan in voorgaande jaren. Schedefonteinkruid en tengerfonteinkruid waren ook nu duidelijk de meest voorkomende soorten. Ze werden beide verspreid en wel in hoge dichtheden aangetroffen. Het schedefonteinkruid stond op een aantal plekken in bloei. Doorgroeid fonteinkruid kwam slechts op enkele plaatsen van beperkte omvang in een nog dichte bezetting voor. Aan overige soorten zijn gekroesd fonteinkruid, aarvederkruid, zannichellia, waterpest en kranswier waargenomen. Zannichellia kwam in geringer mate voor dan in 1979. Ook flap kwam minder voor dan in voorgaande jaren.

\* vnl. schede- en tengerfonteinkruid en veel-niet op soort te determineren jonge fonteinkruidplanten.



In juni van dit jaar kwamen de waterplanten in zodanige hoeveelheden voor dat bestrijding noodzakelijk werd (zie 4.2.3.). Bij de hergroei die al snel massaal optrad was schedefonteinkruid de dominante soort. Zij groeide opnieuw in een dichte bezetting tot aan de oppervlakte en kwam ook tot bloei. Wel is opvallend dat de hergroei meer pleksgevijs en in hogere concentratie voorkwam dan in de jaren daarvoor. Naast de waterplanten kwam ook flap veelvuldig voor. Men zag de flap veel bij de hoek Knardijk/Houtribweg.

#### 4.1.6. Groeiwijzen van de aspectbepalende plantensoorten

De fonteinkruiden, met name schedefonteinkruid en tengerfonteinkruid zijn tesamen met aarvederkruid de soorten welke de meeste overlast in de plas veroorzaken. Om ze zo effectief mogelijk te kunnen bestrijden is kennis van hun groeiwijze gewenst. Een overzicht over de groeiwijze en ontwikkeling wordt onderstaand gegeven. Aarvederkruid behoort tot de vederkruid familie (Haloragaceae) en is een soort van stromend zoet water. Onder ongunstige omstandigheden, zoals bij lichttekort en uitdrogen kan zij turionen (wortelknollen) vormen. Dit zijn verdikte stengeldelen die bij gunstige omstandigheden knoppen vormen van waaruit nieuwe planten zich ontwikkelen. De soort kan afsnijden onder water goed verdragen. Zij vormt dan op de knoppen snel worteltjes en ontwikkelt weer groene bladeren. Ook afgesneden stukken wortelen gemakkelijk. Door haar bovengrondse groeiwijze van vele kransstandige, veerdelig gespleten bladeren is zij een soort die veel overlast geeft aan de watersport. (Heukels en Van Ooststroom, 1979.)

De fonteinkruiden behoren tot de gelijknamige familie, waartoe ook de geslachten zannichellia, ruppia en zeegras (zostera) behoren. Het zijn kruidachtige planten met ondergedoken bladeren. Zij vormen uitlopers en wortelknollen, waarin de planten aan het eind van het groeiseizoen reservestoffen opslaan. In bijlage 4 is weergegeven hoe de ontwikkeling van schedefonteinkruid in één groeiseizoen verloopt.

#### 4.2. Bestrijding van waterplanten en het effect ervan op de hergroei

Gezien de overlast die de waterplantenontwikkeling in de zeilplas veroorzaakte is onderzoek verricht naar een methode om de groei van waterplanten efficiënt te bestrijden.

Het is mogelijk de planten mechanisch te bestrijden met maai- en veegboten. Men zou ook chemische bestrijdingsmiddelen (herbiciden) als diquat en paraquat kunnen gebruiken. Aangezien deze middelen in een belangrijke mate persistent zijn, worden ze in Nederland niet meer toegepast en vervalt deze wijze van bestrijden voor de zeilplas. Een andere mogelijkheid is het uitzetten van graskarpers. Uit proefnemingen van het Cabo (Wageningen) en de Organisatie ter verbetering van de Binnenvisserij (O.V.B.) blijkt dat goede resultaten met deze methode zijn te verkrijgen. De R.I.J.P. heeft in de stadsgrachten van Lelystad minder goede ervaringen met deze bestrijdingsmethode opgedaan. Voor de zeilplas is tot nu toe gekozen voor een bestrijdingsmethode van maaien en vegen. Bij het maaien worden de planten kort boven de bodem afgesneden. Veegt men de vegetatie dan wordt de bodem losgewoeld en snijdt het mes de plant af op 5 à 10 cm onder de bodemoppervlakte.

##### 4.2.1. Bestrijding in 1978

De vegetatie is in 1978 vier maal bestreden. De eerste maal zijn de planten tussen 15 mei en begin juni met maaiboten 10 à 20 cm boven de



bodem afgesneden. Omstreeks half juni was een tweede bestrijdingsronde noodzakelijk om de snelle hergroei de baas te blijven. Deze nam ca. drie weken in beslag en vergde 400-500 manuren. Ook nu trad een snelle hergroei op. De planten kwamen in een zodanige mate terug dat zeilen omstreeks begin juli niet meer mogelijk was.

Besloten werd om bij de volgende bestrijdingsronde ook veegboten te gebruiken. Meerdere keren werd in combinatie van veeg- en maiboten gevaren. De 3e ronde begon in de tweede week van juli (week 29). Op dat moment waren aarvederkruid en tengerfonteinkruid nog steeds de aspect bepalende soorten.

Op 11 augustus was vrijwel de gehele plas weer volgegroeid en was een vierde bestrijdingsronde noodzakelijk. Deze vroeg ca. 700 manuren arbeid en duurde tot ca. half september.

Deze bestrijding is door veegboten uitgevoerd en zij had mede tot doel de planten voor de winter ondergronds een geduchte knauw te geven en daarmee de kans op snelle hergroei vanuit de wortelstokken in het volgende groeiseizoen te voorkomen of minstens te vertragen.

In bijlage 5 is een overzicht gegeven van de mate waarin waterplanten in 1978 voorkwamen in de strook Knardijk/Houtribweg en de invloed van bestrijding op de snelheid van de hergroei. In het overige gedeelte van de plas is een zelfde maai- en veegbeheer toegepast (bijlage 6).

Na een bestrijding worden de afgesneden planten, tesamen met de flap, die vaak in aanzienlijke hoeveelheid op de bodem ligt, uit het water verwijderd. Dit om de in omloop komende hoeveelheden stikstof en fosfaat uit afstervend plantenmateriaal zo beperkt mogelijk te houden.

#### 4.2.2. Bestrijding in 1979

In 1979 is in de tweede week van juni de bestrijding aangevangen en op 12 juli is ze beëindigd (bijlage 7). Er is met maai- en veegboten gewerkt. De hergroei was veel geringer dan in 1978. Een tweede beheersronde was zelfs niet noodzakelijk.

Vermoedelijk heeft de laatste veegronde in 1978 vertragend gewerkt op de hergroei in 1979.

Wat de fonteinkruiden betreft, wordt door vegen aan het eind van het groeiseizoen sterk ingegrepen in de ontwikkelingscyclus van de ondergrondse delen. Uit onderzoek in de randmeren bleek dat fonteinkruid reeds voor de winter een zg. winterspruit vormt en dat in het vroege voorjaar een lengtestrekking van de spruiten plaats vindt. De eerste bladeren en zijwaartse uitlopers vormen zich in begin april. De najaarsbestrijding zal vertragend op de hergroei in het volgende voorjaar werken omdat de plant nieuwe knoppen aan moet leggen en voor deze vorming en voor die van bladeren en uitlopers moet putten uit de koolhydraatreserves, welke in het najaar in de wortelstokken zijn opgeslagen. In hoeverre de wortelstokken na het vegen nog in staat zijn spruiten te vormen is niet onderzocht. Vermoedelijk kunnen de planten zich opnieuw vanuit zaad vestigen. Ook vindt wel in het water beworteling van kleine afgesneden stengeldelen plaats. (Bijlage 4.)

Ook aarvederkruid heeft een vertraagde hergroei na bestrijden. Begin mei vindt men een hergroei bij afgesneden aarvederkruid van ca. 25 cm lengte terwijl van planten die niet bestreden zijn de lengte ca. 85 cm is. De dichtheid aan jonge scheuten is bij afgesneden planten geringer dan bij de overige planten.



#### 4.2.3. Bestrijding in 1980

In dit jaar is de plas in zijn geheel één maal geveegd in de periode 9 juni t/m 25 juli. De hergroei, die voornamelijk uit schedefonteinkruid en tengerfonteinkruid bestond, kwam snel op gang. Aarvederkruid, dat in voorgaande jaren een dominante soort was blijkt minder goed bestand tegen het toegepaste beheer dan de fonteinkruiden. De hergroei van deze soort was veel geringer dan van de fonteinkruiden.

Een tweede bestrijdingsronde vond plaats in de periode 23 juli-30 augustus. In deze periode is slechts een gedeelte van de plas geveegd. De waterplantenbegroeiing in de strook langs de Knardijk en de Houtribweg en in de twee "lobben" is wegens financiële redenen slechts één maal geveegd (Bijlage 8).

Door het achterwege laten van deze bestrijding van waterplanten en flap in de strook langs Knardijk en Houtribweg, waar altijd dichte waterplanten vegetaties voorkomen, is voor 1981 vermoedelijk een snelle hergroei en dichte bezetting aan waterplanten en aan flap te verwachten.

#### 4.3. Waterplantengroei en de financiële consequenties van de bestrijding.

Het aantal maai- c.q. veeguren dat per seizoen aan het bestrijden van waterplanten moest worden besteed om de plas bezielbaar te houden, is een indicatie voor de mate waarin jaarlijks plantengroei voorkomt. Deze gegevens zijn ons verstrekt door de A.I.V. (afd. Automatische Informatie Verwerking).

Voor de periode 1978 t/m 1980 zijn per jaar het aantal manuren en de kosten in onderstaande tabel vermeld:

1978:	2404 manuren	kosten f	162.085,--
1979:	633 manuren	kosten f	46.534,--
1980 *:	964 manuren	kosten f	73.939,--

De laatste bestrijdingsronde in 1980 \* vond slechts in een deel van de plas plaats. Voor het vegen van de gehele plas zouden nog ca. 250 manuren extra noodzakelijk zijn geweest.

De bestrijding is voortijdig om begrotingstechnische redenen stopgezet.

#### 5. PRODUKTIE AAN WATERPLANTEN EN DE STIKSTOF EN FOSFAAT OPNAME IN HET GEWAS

In 1978 zijn bepalingen verricht naar de droge stof produktie aan de bovengrondse waterplantenvegetatie's en naar de hoeveelheden stikstof en fosfaat die in dat jaar in de waterplanten zijn opgeslagen. Hieruit kwamen de volgende gegevens:

De droge stof produktie bedroeg in 1978 700-1000 kg/ha.

De stikstof en fosfaatgehalte's waren respectievelijk 2-2½% N en

1,5-2,5 mg P per g. droge stof.

Dit betekent dat in 1978 per ha aan stikstof 19 kg/ha (spreiding 14-25 kg) met het gewas wordt afgevoerd en aan fosfaat, uitgedrukt in P, 1,7 kg/ha (spreiding 1,0-2,6 kg/ha).



## 6. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE WATERPLANTENONTWIKKELING, MEDE IN RELATIE TOT DE BESTRIJDING VAN DE PLANTEN, EN NAAR DE WATERKWALITEIT

### 6.1. Waterkwaliteit

#### 6.1.1. Inleiding

Het waterkwaliteitsonderzoek heeft als doel om meer inzicht te verkrijgen in de ontwikkeling van de waterplanten- en algengroei in de zeilplas, zodat ook toekomstige ontwikkelingen beter kunnen worden voorspeld. Het onderzoek heeft zich tot dusver dan ook met name gericht op:

1. de voedselrijkdom van de plas voor producenten (algen, hogere waterplanten);
2. de biomassa-ontwikkeling van vrij in het water zwevende producenten (algen) in relatie tot het overige in het water zwevende stof;
3. de gevolgen van de groei van algen en hogere waterplanten voor zuurstofhuishouding en pH van het water en voedselrijkdom van de plas.

Bovendien is aandacht besteed aan:

4. de bacteriologische gesteldheid van het water;
5. het chloridegehalte van het water;
6. het ijzergehalte van het water.

In het onderstaande wordt op de hier genoemde aspecten achtereenvolgens ingegaan in een bespreking van de resultaten van het tot dusver verrichte onderzoek. De resultaten zelf zijn terug te vinden in bijlage 9, die is onderverdeeld in:

- bijlage 9a De afzonderlijke meetresultaten in chronologische volgorde.
- bijlage 9b Overzicht van de jaargemiddelden van de onderzochte waterkwaliteitsparameters.
- bijlage 9c Samenstelling zwevend stof zeilplas in relatie tot bodemgesteldheid en algensamenstelling (enige aspecten).

Vanwege de vrije lage bemonsteringsfrequentie zijn de onderzoeksresultaten met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd.

#### 6.1.2. Bespreking onderzoeksresultaten naar onderzoeksaspecten

##### 6.1.2.1. De voedselrijkdom van de plas voor producenten (algen, hogere waterplanten)

De belangrijkste bouwstenen van de biomassa zijn de elementen koolstof (C), waterstof (H), zuurstof (O), stikstof (N) en fosfor (P). Daarnaast spelen in geringe mate vele andere stoffen, de zogenaamde micronutriënten, een rol. Koolstof wordt door hogere en lagere waterplanten voor hun groei in het algemeen in de vorm van koolzuur opgenomen. Het aldus optredende verbruik van koolzuur kan zelfs bij intensieve algengroei zoals in de randmeren van Flevoland steeds voldoende worden gecompenseerd door toevoer van koolzuur uit de atmosfeer (via diffusie), water en bodem (als mineralisatie- en respiratieprodukt). We mogen er dan ook van uitgaan dat koolzuur in de zeilplas steeds in voldoende mate beschikbaar zal zijn voor plantengroei, zodat van dit element geen regulerende werking ten aanzien hiervan te verwachten is. Waterstof en zuurstof spelen evenmin een rol van betekenis, daar ze voldoende door de planten kunnen worden opgenomen via het koolzuur en het water zelf. Aangezien in de poldersituatie geen gevallen bekend zijn van groeibeperking van gewassen door micronutriëntdeficiëntie,



mag worden aangenomen dat de voedselrijkdom van de zeilplas voor producenten nog slechts afhangt van de mate waarin deze kunnen beschikken over stikstof en fosfor. Hogere waterplanten halen hun stikstof en fosfor vooral uit de bodem. Gezien de bodemrijkdom aan stikstof en fosfor wordt de groei van deze producenten vooral bepaald door het lichtregime van het water. Algen halen stikstof en fosfor uit het water. De beschikbaarheid van stikstof en fosfor voor algen heeft een statisch en een dynamisch aspect.

Het statische aspect wordt weergegeven door de gehalten van het water aan ammonium- en nitraatstikstof en orthofosfaat, de verschijningsvormen, waarin stikstof en fosfor bij voorkeur door algen uit het water worden opgenomen. Daarnaast kan eventueel indirect opname uit de bodem plaatsvinden, waarover in het vervolg straks meer. De zeilplas bevat slechts zeer weinig ammonium, nitraat en orthofosfaat: de ammonium- en nitraatgehalten blijven (met één uitzondering) onder de 0,1 mgN/liter (ter vergelijking: het totale stikstofgehalte bedraagt 1-2,5 mgN/liter) en het orthofosfaatgehalte vrijwel steeds onder de 0,02 mgP/liter (totaalfosforgehalte bedraagt 0,05-0,20 mgP/liter).

Dit is echter nog geen garantie voor een beperking van de plantengroei door stikstof- of fosforgebrek. Daartoe moet namelijk ook in dynamisch opzicht de beschikbaarheid van deze stof(fen) onvoldoende groot zijn. De dynamische beschikbaarheid van stikstof en fosfor houdt in de omvang van de toevoer van deze stoffen naar het water van de plas. Deze toevoer kan van elders plaatsvinden, we spreken dan van externe toevoer, of binnen de geografische begrenzing van de plas plaatsvinden, met name vanuit de bodem. De externe toevoer kan worden gekwantificeerd aan de hand van gegevens over kwantiteit en kwaliteit van toegevoerd (en afgevoerd) water. Als basis daarvoor dient de waterbalans van de plas. Deze ziet er voor zomer- en winterhalfjaar globaal als volgt uit (alle getallen in centimeter waterschijf):

Toevoer:	zomer	winter	Afvoer:	zomer	winter
Neerslag	35	35	Verdamping	52	10
Aanvoer oppervlaktewater	17	0	Afvoer oppervlaktewater	0	25
Kwel	2,5	2,5	Wegzijging	2,5	2,5
	<u>54,5</u>	<u>37,5</u>		<u>54,5</u>	<u>37,5</u>

De aanvoer van oppervlaktewater (ter compensatie van verdampingsverliezen) vindt plaats in het voorjaar vanuit de Buizerdtocht. Bij een gemiddelde waterdiepte van 130 cm is de verblijftijd van het water in de plas, gezien het bovenstaande, gemiddeld  $\frac{130}{54,5+37,5}$  = ongeveer 1½ jaar.

Verversing vindt voornamelijk plaats met regenwater, daarnaast is de toevoer van het polderwater van belang.

Met behulp van de waterbalans en gegevens over het fosforgehalte van diverse waterstromen kan de theoretische concentratieverandering van fosfor over zomer- en winterhalfjaar als gevolg van (netto) externe toevoer worden berekend volgens:

$$\Delta P = \frac{Q_n \times P_n + Q_{oi} \times P_{oi} - Q_v \times P_v - Q_{ou} \times P_4}{V} \quad (1), \text{ met}$$



- $\Delta P$  = verandering in P-gehalte  
 $Q_n$  = neerslagdebiet  
 $P_n$  = P-gehalte neerslag = 0,06 mgP/l (op grond van R.IJ.P.-gegevens)  
 $Q_{oi}$  = aanvoerdebiet oppervlaktewater  
 $P_{oi}$  = P-gehalte oppervlaktewater aanvoer = 0,25 mgP/l (op grond van R.IJ.P.-gegevens)  
 $Q_v$  = verdampingsdebiet  
 $P_v$  = P-gehalte verdampend water = 0 mgP/l  
 $Q_{ou}$  = afvoerdebiet oppervlaktewater  
 $P_{ou}$  = P-gehalte oppervlaktewater afvoer = P-gehalte plaswater = 0,15 mgP/l (gemiddeld over 3 winters)  
 $V$  = plasvolume

Kwel en wegzijging hebben relatief weinig invloed en worden in (1) verwaarloosd. Met behulp van (1) worden de volgende  $\Delta P$ -waarden berekend:

zomerhalfjaar :  $\Delta P = 0,05$  mgP/l  
winterhalfjaar:  $\Delta P = -0,01$  mgP/l

In werkelijkheid zijn in de onderzochte zomerhalfjaren globaal de volgende  $\Delta P$ -waarden opgetreden (situaties met ongeveer even groot zwevend stofgehalte zijn vergeleken):

1977	0,07 mgP/l
1978	0,11 mgP/l
1979	0,09 mgP/l
1980	0,035 mgP/l

De externe toevoer kan de waargenomen verhoging van het P-gehalte in het zomerhalfjaar dus niet hebben verzorgd, te meer daar mag worden aangenomen dat een deel van het via de Buizerdtocht toegevoerde P in de plas zal zijn bezonken. Dit betekent dat in het zomerhalfjaar de bodem P moet hebben geleverd. Dit is op zich niet verwonderlijk daar bekend is dat de kleiige polderbodem fosfaatrijk is. De afgifte kan plaats hebben gevonden via algenopname van fosfaat, afkomstig uit onder invloed van de wind opgewerveld bodemslib en via diffusie van orthofosfaat. Op het belang van beide processen wordt (ad. 4.1.2.3.) nog teruggekomen.

Aan stikstof kan een soortgelijke beschouwing worden gewijd als hierboven voor fosfor is gedaan. Met  $N = 2,8$  mgN/l,  $N_{oi} = 5$  mgN/l en

$N_{ou} = 2$  mgN/l worden de volgende  $\Delta N$ -waarden berekend:

zomerhalfjaar :  $\Delta N = 1,4$  mgN/l  
winterhalfjaar :  $\Delta N = 0,4$  mgN/l

Werkelijk opgetreden  $\Delta N$ -waarden in zomerhalfjaren (dezelfde situaties vergeleken als voor fosfor):

1977	0,4 mgN/l
1978	0,4 mgN/l
1979	1,0 mgN/l
1980	-0,4 mgN/l

In het geval van stikstof kan de externe toevoer dus gemakkelijk voor de opgetreden stikstofconcentratiestijgingen verantwoordelijk zijn.

Hierbij moet echter worden bedacht dat als gevolg van bacteriële processen (nitrificatie/denitrificatie) veel stikstof in de vorm van elementaire stikstof ( $N_2$ ) naar de atmosfeer kan ontwijken.

Opvallend is dat het stikstofgehalte van de neerslag ( $N_n$ ) hoger is dan het stikstofgehalte van het plaswater ( $N_{ou}$ ).

Op grond van de globale fosfor- en stikstofbalans kunnen de volgende bruto- (op basis van externe toevoer) en netto (op basis van externe toevoer min afvoer)-fosfor- en stikstofbelastingen van de plas worden geschat:

	fosforbelasting		stikstofbelasting	
	bruto	netto	bruto	netto
in grammen/m <sup>2</sup> , jaar	.09	.05	2.8	2.3
in kilogram/jaar	120	65	4000	3200

Met name de fosforbelasting is erg laag (vgl. bruto fosforbelastingen Veluwemeer: ca. 1 gram P/m<sup>2</sup> jr., IJsselmeer: 5 gram P/m<sup>2</sup> jr., Gooi/Eemmeer: ca. 20 gram P/m<sup>2</sup> jr.).

De netto-jaarlijkse fosforbelasting, 65 kg P, valt in het niet vergeleken bij de P-inhoud van het sediment van de zeilplas per cm laagdikte: ca. 20.000 kg P! (Uiteraard is niet al dit sediment-P beschikbaar voor waterplanten- en algengroei).

De fosfor- en stikstofbelastingen van de plas kunnen, onder bepaalde aannamen, worden vergeleken met de afvoer van P en N met het maaisel (de gemaaide waterplanten).

Deze afvoer is voor 1978 begroot in hoofdstuk 5 en bedroeg toen circa 20 knN/ha en circa 1,7 kgP/ha. Voor de hele plas (125 ha) betekent dit een afvoer van 2500 kgN en 213 kgP.

Er wordt onder deze aannamen dus al meer P met het maaisel afgevoerd dan netto wordt toegevoerd. In een jaar zoals 1978 met intensieve waterplantengroei over de gehele plas en 4 maairondes is waarschijnlijk wel veel meer P en N afgevoerd dan in andere jaren.

De stikstofafvoer met het maaisel is duidelijk lager dan de netto toevoer. Waarschijnlijk verdwijnt ook veel stikstof uit de plas door



de bacteriële stikstofverwijderingsprocessen nitrificatie/denitrificatie. Deze stikstofafvoer is echter niet goed te kwantificeren. Al met al kan worden gesteld dat de lage gehalten aan de voedingsstoffen N en P er op wijzen dat algen in de zeilplas in hun groei beperkt kunnen worden door gebrek aan deze stoffen. De externe toevoer van stikstof is echter groter dan de toename van het stikstofgehalte van het water in het algengroeiëizoen. Dit geldt niet voor fosfor, maar het lijkt aannemelijk dat dit element behalve door externe toevoer ook door afgifte vanuit de plasbodem aan het water is toegevoerd. Op grond van de beschikbare informatie kan dan ook niet worden vastgesteld, welk van beide voedingsstoffen groeibeperkend is. Op jaarbasis is bij het huidige maaibeheer hoogstwaarschijnlijk sprake van een netto afvoer van fosfor vanuit de plas. Deze fosfor is afkomstig uit de plasbodem. Deze "verarming" van de plasbodem stelt weinig voor in vergelijking met de enorme fosforvoorraad, aanwezig in de plasbodem. Ten aanzien van stikstof is het niet duidelijk of op jaarbasis sprake is van verarming of verrijking van de plas.

#### 6.1.2.2. De biomassa-ontwikkeling van vrij in het water zwevende producenten (algen) in relatie tot het overige in het water zwevende stof

De ontwikkeling van de algenbiomassa is af te lezen aan diverse onderzochte waterkwaliteitsparameters. Het meest specifiek zijn echter het chlorofyl-a- en, in iets mindere mate, het organisch zwevend stofgehalte. In het onderstaande wordt de ontwikkeling beschreven met behulp van het verloop van het chlorofyl-a-gehalte.

De onderzoeksresultaten geven aan dat in 1977 nauwelijks sprake was van algengroei; slechts een zwakke voorjaarspiek en een nog zwakkere najaarspiek zijn in het verloop van het chlorofyl-a-gehalte te onderscheiden. Het jaar 1978 vertoont aanvankelijk een met 1977 vergelijkbaar beeld, met dien verstande dat tot eind september de chlorofyl-a-gehalten steeds ongeveer twee keer zo hoog zijn als in de vergelijkbare perioden in 1977, in absolute zin zijn ze nog steeds erg laag. Eind september 1978 is plotseling sprake van een sterke stijging van het chlorofylgehalte tot boven de  $100 \text{ mg/m}^3$ . De biomassa blijft vervolgens tot in april 1979 hoog met chlorofyl-a-gehalten, hoger dan  $100 \text{ mg/m}^3$  (maximum:  $277 \text{ mg/m}^3$ ). Het plankton blijkt in deze periode overeenkomsten te vertonen met IJsselmeerplankton (mond. meded. bij De Vaate, zie ook bijlage 10). In de zomer van 1979 blijft de algendichtheid op een vrij constant tamelijk laag niveau, dat ook in het voorjaar van 1980 weer optreedt nadat in het najaar van 1979 een lichte toename van de biomassa (niet tot boven de  $100 \text{ mg chlorofyl/m}^3$ ) had plaatsgevonden. In de zomer van 1980 zijn de algendichtheden weer laag (slechts in geringe mate boven het niveau van zomer 1978). Waarom een dergelijke ontwikkeling en hoe komt deze visueel tot uitdrukking in het water van de plas?

Op de eerste vraag kan hieronder slechts gedeeltelijk een antwoord worden gegeven; het zal in paragraaf 6.1.2.2. worden aangevuld. De plas is aanvankelijk gevuld met polderwater, dat weliswaar veel zwevend stof (slib), maar relatief weinig algen bevat. In 1976 en ook in 1977 was sprake van een zeer intensieve rietgroei, die het water een beschut karakter gaf. Hierdoor bezonk het meeste zwevende stof zodat een op zich vrij voedsel- en algenarm water resteerde. In 1977 vertoonde het in het water zwevende materiaal qua P-gehalte sterke overeenkomst met het oorspronkelijke bodemmateriaal (bijlage 9c), hetgeen het



ontbreken van opbouw van organische stof van enige betekenis bevestigd. Meer dan 80% van het (weinig) zwevende stof was in dat jaar van anorganische aard. Het water was zeer helder (doorzicht meer dan 80 cm), behalve wanneer als gevolg van sterke wind opwerveling van bodemslib plaatsvond; het water toonde dan een troebel aanzicht met een doorzicht van circa 25 cm. In 1978 trad een zeer aanzienlijke groei van ondergedoken waterplanten op. Deze zorgden ervoor dat zich ook in de eerste 9 maanden van dit jaar, ten gevolge van de beperkte waterbeweging, slechts weinig zwevend stof in het water kon handhaven. De helderheid en het zwevend stofgehalte van het water vertoonden in deze 9 maanden dan ook hetzelfde beeld als in 1977. In het najaar van 1978 trad vrij plotseling een intensieve algenontwikkeling op bijlage 10. Deze is ongetwijfeld mede veroorzaakt door het vele maaien van de uitgebreide waterplantenvegetatie in de voorafgaande periode: enerzijds kwam hierdoor ondanks het ruimen organisch materiaal vrij, dat na mineralisatie ter beschikking van de algen kon komen, anderzijds had met name de laatste (definitieve) veegronde tot gevolg, dat medio september 1978 de plas relatief weinig planten bevatte, zodat de wind vrij spel had en veel voedingsstoffen in het water kon opwerpen. Dit wordt bevestigd door de onderzoeksresultaten: in het najaar van 1978 was ook het anorganisch zwevend stofgehalte van het water veel hoger dan in de voorafgaande periode. Op een andere, zeer belangrijke, oorzaak van de intensieve algengroei wordt in paragraaf 6.1.2.2. ingegaan. Deze algengroei had tot gevolg dat het water een groenige kleur kreeg en dat het doorzicht van het water terugliep tot 25-40 cm. Het in het water zwevende stof had nu een duidelijk andere samenstelling dan voorheen met bij voorbeeld een veel groter fosfor- en chlorofyl-a-aandeel; de "P-alg/chlorofyl-a" verhouding liep terug tot waarden die voor zeer eutrofe meren zoals het Drontermeer gelden. De algenbiomassa blijft tot medio april 1979 hoog en neemt dan wat af, gedurende de zomer van 1979 blijft de algendichtheid echter op een niveau dat circa 10 x zo hoog is als dat van de zomer van 1978 en bepalen de algen het aanzien van het water: groenig van kleur met een doorzicht van om en nabij de 50 cm. In het najaar krijgt de (hardere) wind weer vrij spel en neemt met name het anorganische, maar ook het organische, zwevend stofgehalte weer wat toe: het doorzicht neemt weer af tot 20 à 40 cm. Algendichtheden van de grootte-orde als in het najaar van 1978 worden echter bij lange na niet bereikt. Het "maai-effect" is in 1979 ook veel minder markant dan in 1978: er is veel minder vaak en intensief gemaaid. In 1980 is intensieve algenontwikkeling achterwege gebleven, het zwevendstofgehalte lag (afgezien van extreme situaties) ongeveer op hetzelfde niveau als in 1979, het doorzicht was wat groter dan in 1979 als gevolg van de iets mindere algengroei. De kleur van het water was overwegend lichtgroen. In 1980 is weer wat intensiever gemaaid dan in 1979, echter toch niet afdoende, zodat de jaarlijks optredende toename van algendichtheden in het najaar dit keer beperkt bleef. Bij de huidige helderheid van het water zal de waterplantenontwikkeling steeds opnieuw kunnen optreden. De samenstelling van het zwevende stof in 1980 (bijlage 9c.) laat weer een zekere verschuiving in de richting van de 1977-situatie zien, het organisch zwevend stofgehalte zal echter als gevolg van de biologische activiteit sinds 1977 wel niet meer de lage waarden van dat jaar bereiken.

*De ontwikkeling nog eens in het kort overziende kan worden gesteld dat*



de zeilplas aanvankelijk (in 1976, 1977 en 1978) een water met veel planten en weinig algengroei was, zodat het water helder was behalve wanneer onder invloed van de wind opwerveling van (vooral anorganisch) bodemmateriaal optrad. Na de periode van de meest intensieve waterplanten groei en -bestrijding (zomer 1978) treedt een intensieve algengroei op, die het water groen kleurt en de helderheid ervan beperkt. Na deze fase, die ongeveer een half jaar duurt, neemt de helderheid van het water weer geleidelijk toe. Als gevolg van de invloed van het in de voorgaande periode geproduceerde organisch materiaal kan de situatie van 1977 echter niet meer worden bereikt. De toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van algengroei in en de helderheid van de plas zullen voor een belangrijk deel afhangen van de bestrijdingswijze van de bij het huidige doorzicht op blijven tredende waterplanten. Zolang de waterplanten een belangrijke rol blijven spelen, zullen de algendichtheden 's zomers beperkt blijven tot lage waarden die zelfs lager liggen dan de winterse dichtheden.

#### 6.1.2.3. De gevolgen van de groei van algen en hogere waterplanten voor zuurstofhuishouding en pH van het water en voedselrijkdom van de plas.

De gevolgen van groei van algen en hogere waterplanten voor de zuurstofhuishouding en pH van het plaswater zijn in theorie als volgt: Groei leidt tot verhoging van de pH van het water als gevolg van de in 6.1.2.2. reeds genoemde hierbij plaatsvindende koolzuuronttrekking en tot verhoging van het zuurstofgehalte aangezien dit bij de groei (fotosynthetische produktie) vrijkomt. Omgekeerd hebben producenten zuurstof nodig voor hun ademhaling en produceren ze daarbij koolzuur. Ook sterfte leidt tot zuurstofverbruik en koolzuurproduktie. Aangezien groei alleen overdag in het licht kan plaatsvinden en ademhaling/mineralisatie dag en nacht, ontstaat een dag/nacht cyclus met overdag stijgende zuurstofgehalten en pH en 's nachts het omgekeerde. Met de dag/nachtcyclus hoeven we ons hier niet bezig te houden, daar gelukkig vrijwel alle waarnemingen op ongeveer hetzelfde tijdstip van de dag hebben plaatsgevonden. Behalve de dag/nachtcyclus is er ook nog een jaarlijkse cyclus, waarbij in voorjaar en voorzomer de groei overheerst en dus pH en zuurstofgehalte de neiging vertonen toe te nemen en in najaar en winter de sterfte overheerst en de omgekeerde tendens bestaat. Beide tendensen worden tegengewerkt door fysisch-chemische verschijnselen (buffercapaciteit van het water, oplosbaarheid en koolzuur en zuurstof in het water).

In de praktijk is in de zeilplas in het algemeen vrij weinig te bemerken van de biologische activiteit; in 1977 omdat de algenactiviteit te verwaarlozen is en de (water)plantenactiviteit (riet) een vrij constante factor vormt, in 1979 en 1980 omdat waterplanten- en algenactiviteit een vrij geleidelijk verloop vertonen. 1978 vormt echter een uitzondering; de zeer intensieve waterplantengroei in de zomer van 1978, die een viervoudige bestrijding noodzakelijk maakte (zie paragraaf 4.2.), leidde tot sterke verhoging van de pH (van circa 8,2 naar 9,6) en van het zuurstofgehalte van het water (een voor de zeilplas uitzonderlijk zuurstofverzadigingspercentage van 155 op 7 augustus). Onder invloed van de sterk verhoogde pH nam de oplosbaarheid van ijzer in het water snel af vanwege de precipitatie van ijzerhydroxide. Wat belangrijker is, is dat tegelijkertijd het orthofosfaatgehalte van het water waarschijnlijk vooral door de verschuiving van ijzer-hydroxide-fosfaat-evenwichten, (verdringing van fosfaat door hydroxide in de neerslagen) zeer



sterk toenam van 2-7 ug P/L in de eerste helft van 1978 tot maar liefst 70 ug P/L op 14 augustus. In de daaropvolgende maanden zien we hoe dit fosfor volledig wordt omgezet in in algen aanwezig fosfor; de remmen op de algengroei zijn blijkbaar losgegooid en de algendichtheid kan, mede door het in 6.1.2.2. reeds genoemde mineraliseren en verdwijnen van de waterplanten, sterk toenemen! De onderzoekresultaten lijken er op te wijzen dat in deze periode behalve orthofosfaat ook ammonium in het water is vrijgekomen, zodat de vraag welke stof beperkend was voor de algengroei ook hier niet kan worden beantwoord. Het onderzoeksresultaat dat intensieve waterplantengroei in dit soort situaties intensieve algengroei kan oproepen is op zich echter reeds interessant genoeg.

#### 6.1.2.4. De bacteriologische gesteldheid van het water

De bacteriologische gesteldheid van het water was aanvankelijk goed en in 1979 en 1980 zelfs uitstekend. De op/aan het water vertoevende waternvogels oefenen blijkbaar geen merkbaar vervuilende invloed in dit opzicht uit. Aangezien de plas niet als zwemplaats is ingericht en ook niet als zodanig wordt gebruikt is het belang van deze informatie niet zo groot, zodat hier in de toekomst wellicht minder aandacht aan te besteden zijn. Het is in dit kader wel van belang om te vermelden dat in de zomer van 1980 in de jachthaven met *Schistosoma dermatitis* geïnfecteerde waterslakken zijn aangetoond. Aangezien ook de mens hinder van deze platworm kan ondervinden (de zogenaamde "zwemmersjeuk") en met name windsurfers regelmatig in lichamelijk contact met het plaswater komen, lijkt het gewenst om in 1981 een meer uitgebreide inventarisatie naar de aanwezigheid van *Schistosoma* in de plas uit te voeren. Vooral nog lijkt het er overigens op dat de jachthaven een ten opzichte van de rest van de plas uiterst gunstig leefmilieu voor de slakken en dus ook voor de platwormen biedt, zodat wellicht de verspreiding van beide mee zal vallen.

#### 6.1.2.5. Het chloridegehalte van het water

Er treedt sinds 1977 een zeer geleidelijke verzoeting van het plaswater op door de overheersende invloed van het chloride-arme regenwater ten opzichte van de chloride-rijke kwel en oppervlaktewatertoevoer en het "indik" effect van verdamping. Naar verwachting zal deze verzoeting zich de komende jaren, hoewel steeds langzamer, voortzetten. Overigens is het water thans reeds als "zoet" te kwalificeren.

#### 6.1.2.6. Het ijzergehalte van het water

Onderzocht is het totaal-ijzergehalte van het water. Dit omvat zowel het opgeloste driewaardig ijzer dat aanwezig is in evenwicht met vooral



## 7. CONCLUSIES

- . Het is mogelijk gebleken om door middel van maaien, c.q. vegen de waterplantengroei in de zeilplas te beheersen. Vegen is effectiever dan maaien. Wanneer aan het einde van het groeiseizoen de waterplantenvegetatie (na vegen) en de flap uit de plas worden verwijderd, is de hergroei in het daaropvolgende voorjaar beduidend geringer dan wanneer dit niet gebeurt.
- . Op grond van het aantal maai-/veeguren in de verschillende jaren kan worden afgeleid dat de waterplantengroei in 1978, het eerste jaar waarin het riet geen overheersende rol meer speelde, veel intensiever was dan in 1979 en 1980. De waterplantengroei van 1978 heeft geleid tot tijdelijke toename van de algengroei in de plas. In 1979 was, gezien de uitgevoerde maaiwerkzaamheden dat jaar, de waterplantengroei relatief gering. In 1980 is één derde meer gemaaid/geveegd als in 1979, echter niet genoeg om van een afdoende beheersing van de waterplantengroei te kunnen spreken. Voor 1981 kan dan ook op een intensivering van de waterplantengroei ten opzichte van 1979 en 1980 worden gerekend.
- . Vooralsnog lijkt de gebruikte bestrijdingsmethode van maaien c.q. vegen het meest aangewezen middel om de waterplantengroei te bedwingen. Vegen lijkt effectiever te zijn dan maaien.
- . Een kwantificering van de waterplantengroei in de achtereenvolgende jaren valt globaal af te leiden uit het aantal maai- c.q. veeguren welke per jaar nodig is om de plas als zodanig geschikt te houden voor de zeilsport.
- . Voor 1980 geldt dat de waterplanten meer pleksgewijs voorkomen dan in voorgaande jaren en de totaal begroeide oppervlakte geringer is dan daarvoor.
- . De soortensamenstelling heeft zich in de loop van de jaren gewijzigd, evenals de oppervlakte en dichtheid waarin de soorten voorkomen.  
Het aandeel van aarvederkruid in de totale begroeiing is afgenomen, vermoedelijk onder invloed van het veegbeheer. Ook kranswier is in 1979 verminderd vermoedelijk mede als gevolg van het afgenomen doorzicht in de plas.  
Ook tengerfonteinkruid en doorgroeid fonteinkruid zijn verminderd. In hoeverre de invloed van het veegbeheer, de wijziging in waterkwaliteit (geringer doorzicht) en concurrentie tussen de soorten onderling, daarbij een rol spelen is niet duidelijk te onderscheiden. Wel is te zeggen dat *doorgroeidfonteinkruid en kranswier* soorten zijn, die bij voorkeur groeien in water met een hoog doorzicht. Er zijn aanwijzingen dat de hergroei van aarvederkruid geringer is na vegen dan zonder bestrijding of na maaien.
- . Bestrijding van waterplanten zal in de zeilplas de eerstkomende jaren noodzakelijk blijven.
- . De waterkwaliteit van de zeilplas wordt bepaald door:
  1. de waterplantengroei en de waterplantenbestrijding.
  2. de bodemgesteldheid.
  3. het waterbeheer.Van deze factoren is de eerste thans de belangrijkste, de derde de



- minst belangrijke. De intensieve waterplantengroei wordt op zich mede mogelijk gemaakt door de tweede factor, de (voedselrijke)bodem.
- . Intensieve begroeiing met waterplanten beperkt de waterbeweging, dientengevolge het zwevend stofgehalte van het water en daarmee het voedselaanbod voor algen. De algengroei is dan ook het meest intensief buiten het groeiseizoen van de waterplanten.
  - . De algendichtheden worden 's zomers hoogst waarschijnlijk beperkt door fosfor- en stikstofgebrek.
  - . Zeer intensieve waterplantengroei leidt tot verhoging van de fosfor- en stikstofgehalten van het water en draagt daarmee indirect bij tot verhoging van de algendichtheden.
  - . Over de gehele onderzoeksperiode bezien, eutrofiëert de plas enigszins: als gevolg van de op de voedselrijkdom van de bodem gebaseerde biologische activiteit is de in het water in omloop zijnde hoeveelheid organisch materiaal geleidelijk toegenomen. Het water- en maaibeheer leiden op zich niet tot eutrofiëring. Doordat alleen over 1978 globale gegevens bekend zijn over de hoeveelheden maaïsel en de stikstof en fosfaat die zijn afgevoerd, kunnen geen nauwkeurige uitspraken worden gedaan. Het water is nu (voorjaar 1981) als matig eutroof te omschrijven.
  - . Het plaswater is zoet (chloridegehalte ongeveer 450 milligram per liter) en zal geleidelijk nog iets zoeter worden.
  - . De plas bevat vanuit bacteriologisch oogpunt uitstekend zwemwater. Zwemmers en windsurfers kunnen er echter hinder van "zwemmersjeuk" ondervinden, daar de hiervoor verantwoordelijke parasiet in de plas is aangetroffen.



## 8. AANBEVELINGEN

1. Het lijkt gewenst om vooralsnog de waterplantenbestrijding primair via maaien (in juni/juli) en vegen (augustus/september) te doen plaatsvinden (incl. verwijdering van maaisel en flap). Aan de inzet van graskarpers ten behoeve van het beheer kleven te veel onzekerheden om dit als een reëel alternatief voor maaien en vegen te kunnen beschouwen.
2. Gezien de resultaten van het in voorgaande jaren uitgevoerde waterkwaliteitsonderzoek kunnen bepaalde onderdelen van dit onderzoek in de toekomst vervallen.  
Het gaat om:
  - het bacteriologische onderzoek (de plas is geen zwemvijver).
  - het onderzoek naar het nitraat-, ijzer- en chloridegehalte, het B.Z.V. en het C.Z.V., waarover voorlopig voldoende bekend is.
3. Het verdient aanbeveling om in 1981 nader onderzoek te verrichten naar de ruimtelijke verschillen in waterkwaliteit, die in 1980 bij de inventarisatie van de waterplantenvegetatie en ook door de beheerder visueel zijn geconstateerd.
4. Het verdient aanbeveling om de verspreiding van de platworm schistosoma dermatitis (de veroorzaker van de zgn. zwemmersjeuk) in 1981 nader te onderzoeken.
5. Indien uitvoerbaar, verdient nadere kwantificering van de afvoer van stikstof en fosfor met het maaisel/flap overweging.



## 9. SAMENVATTING EN DISCUSSIE

De waterplantengroei in de zeilplas bepaalt in belangrijke mate de waterkwaliteit in de plas.

In 1977 trad een explosieve ontwikkeling van riet op. Door een intensief maaibeheer kon de rietgroei sterk worden gereduceerd. De rietgroei gaf het water een beschut karakter, waardoor het meeste in het water zwevende stof bezonk. Wat resteerde was een vrij voedsel- en algenarm water. Het water was helder, behalve bij zeer sterke wind.

In de eerste 9 maanden van 1978 vertoonde de waterkwaliteit een soortgelijk beeld als in 1977, alleen was het nu de intensieve groei van ondergedoken waterplanten die voor beschutting zorgde. Aspectbepalend was in 1978 de groei van aarvederkruid en tengerfonteinkruid. Verder kwamen in behoorlijke aantallen voor: schede-, gekroesd en doorgroeid fonteinkruid, zannichellia en kranswier. Dit laatste duidde op de goede waterkwaliteit van de plas. Er kwam anderzijds ook veel flap voor. De vegetatie moest in 1978 liefst 4 maal worden bestreden. Niettemin was de plantengroei in de zomer van 1978 dermate intensief dat ze gepaard ging met een duidelijke verschuiving in de in het water geldende chemische evenwichten, waardoor de zuurgraad en de anorganische stikstof- en fosforgehalten sterk toenamen.

Als gevolg hiervan kan na afsterven/vegen van de waterplantenvegetatie in het najaar een intensieve algengroei op gang komen, die mogelijk mede werd bevorderd door de grotere opwerveling van nutriëntenrijk bodemslib in deze tijd van het jaar.

De algenbiomassa nam pas weer duidelijk af na de aanvang van het waterplantengroei seizoen 1979. In de zomer van 1979 was het water weer rustig en vrij helder, ondanks de toch nog veel hogere algendichtheden in vergelijking met voorgaande jaren.

De hergroei van waterplanten was in 1979 veel geringer dan in 1978. Vermoedelijk heeft de laatste veegronde in 1978 vertragend gewerkt op de hergroei in 1979. Mogelijk heeft daarnaast de geringe helderheid van het water in het voorjaar van 1979 een negatieve invloed op de waterplantenontwikkeling gehad. Medio juni was in de hele plas echter weer sprake van een intensieve waterplantengroei; aspectbepalend waren schedefonteinkruid, aarvederkruid en tengerfonteinkruid.

Het kranswier was, vermoedelijk als gevolg van de verminderde helderheid van het water, sterk achteruitgegaan. Ook aarvederkruid was, vermoedelijk als gevolg van de bestrijding, wat in omvang afgenomen. Een tweede beheersronde bleek in 1979 niet nodig. Na het afsterven van de waterplanten namen in de winter 1979/1980 de zwevendstofgehalten en de algendichtheden in het water weer iets toe.

In de zomer van 1980 kwamen opnieuw redelijk veel waterplanten voor, echter meer pleksgewijze. De waterplantengroei was in 1980, evenals in 1979 niet zo intensief, dat ze leidde tot toename van de anorganische stikstof- en fosforgehalten van het water. De algendichtheden namen mede daardoor in de zomer van 1980 verder af ten opzichte van 1978 en 1979. De waterplantenvegetatie bestond voor het merendeel uit schedefonteinkruid en tengerfonteinkruid. Er kwam meer flap voor in 1979. Er waren twee bestrijdingsronden nodig in 1980; de tweede is om financiële redenen niet afgerond.

Waterkwaliteitsaspecten, die ook nog onderzocht zijn:

- de bacteriologische kwaliteit van het water. Deze is goed. Op korte termijn dient de nodige aandacht te worden besteed aan het optreden van "zwemmersjeuk" in de plas



- chloride. Het plaswater is reeds als zoet te omschrijven: de verzoe-  
ting schijdt nog langzaam verder voort.  
Al met al geven de ervaringen van de afgelopen jaren aan dat met behulp  
van een adequaat maaibeheer/veegbeheer zowel de waterplantenvegetatie  
effectief kan worden bestreden als ook een goede waterkwaliteit in de  
plas kan worden gehandhaafd.  
Een combinatie van 1 x maaien (medio juni/juli) en 1 x vegen  
(augustus/september) lijkt voldoende. De ervaringen van 1978-1979  
hebben geleerd dat de hergroei in het voorjaar na vegen in het najaar  
en het vermeldenswaard zijn duidelijk minder is dan bij andere  
beheersregimes. Te verwachten is dat bij voortzetting van maaien/vegen  
als bestrijdingsmethode die waterplanten dominant zullen worden/  
blijven, die daar goed tegen bestand zijn, m.n. fonteinkruidsoorten.  
Een dergelijk beheer impliceert verder dat, als gevolg van de afvoer  
van het maaisel de plas jaarlijks armer wordt aan fosfor. Dit zal  
echter, gezien de aanzienlijke fosforvoorraad in de plasbodem, naar  
verwachting pas na vele jaren van invloed kunnen zijn op de intensi-  
teit van de waterplantengroei.  
Als alternatieven voor de waterplantenbestrijding door maaien/vegen  
kunnen worden genoemd:

1. beheer met graskarpers.

nadelen hiervan:- hoge investeringskosten

- risico van kapitaalderving door bevissing (door mens en dier, snoek en reiger). Dit is van bijzonder belang in een slecht te controleren, groot, water zoals de zeilplas
- risico van mislukking door andere factoren, zoals te lage watertemperaturen (in koele zomer zijn de graskarpers niet of nauwelijks actief), onderbe-  
zetting (bestand moeilijk te controleren!), ziekte, etc.
- bij succes krijgt het water een onaantrekkelijk, troebel, uiterlijk

mogelijke voor-  
delen:

- lagere jaarlijkse beheerskosten
- mogelijk snellere afname van de waterplantengroei tot een niet hinderlijk niveau (behalve via verwijdering van de planten ook via eutrofiëring van de plas).

Gezien de risico's, verbonden aan het beheer met graskarpers (er-  
varingen stadsgrachten Lelystad!), lijkt dit alternatief zeker  
in een groot en moeilijk te controleren water zoals de zeilplas,  
niet voor toepassing in aanmerking te komen. Een combinatie van  
maaibeheer en graskarperbeheer heeft tenminste even grote risico's  
als graskarperbeheer alleen, maar tegen hogere kosten.

2. bemesting van de plas, waardoor de algengroei zodanig zou kunnen  
toenemen, dat de waterplanten worden verdrongen. De plas krijgt dan  
echter wel een onaantrekkelijk, troebel uiterlijk.

Deze werkwijze wordt niet als een reëel alternatief gezien. Zoals  
uit ervaringen van de O.V.B. bekend is, duurt het zeer lang voordat  
door middel van bemesting een dergelijke algengroei op gang kan  
worden gebracht.

Ondanks (of liever dank zij!) de bemesting zullen namelijk in het  
voorjaar de waterplanten sneller kunnen groeien dan de algen  
zolang de algendichtheid het doorzicht van het water tenminste niet  
tot minder dan 30 centimeter beperkt. De waterplanten hebben dan



namelijk vrijwel geen groeibeperkingen, maar de algen wel, namelijk de hoeveelheden stikstof en fosfor, aanwezig in het water. De toegediende meststoffen verdwijnen grotendeels naar de bodem en komen dan eerder de waterplanten dan de algen ten goede.

Een aanzienlijke enting van het plaswater met algenrijk water tegelijk met de kunstmesttoediening zal efficiënter werken dan kunstmesttoepassing alleen, maar is niet gemakkelijk te realiseren.

3. chemische bestrijding. Wordt ontoelaatbaar geacht.

Uit het bovenstaande blijkt dat er nauwelijks bruikbare alternatieven bestaan voor het beheer door middel van maaien/vegen, zeker indien handhaving van het huidige aantrekkelijke karakter van het plaswater van belang wordt geacht.

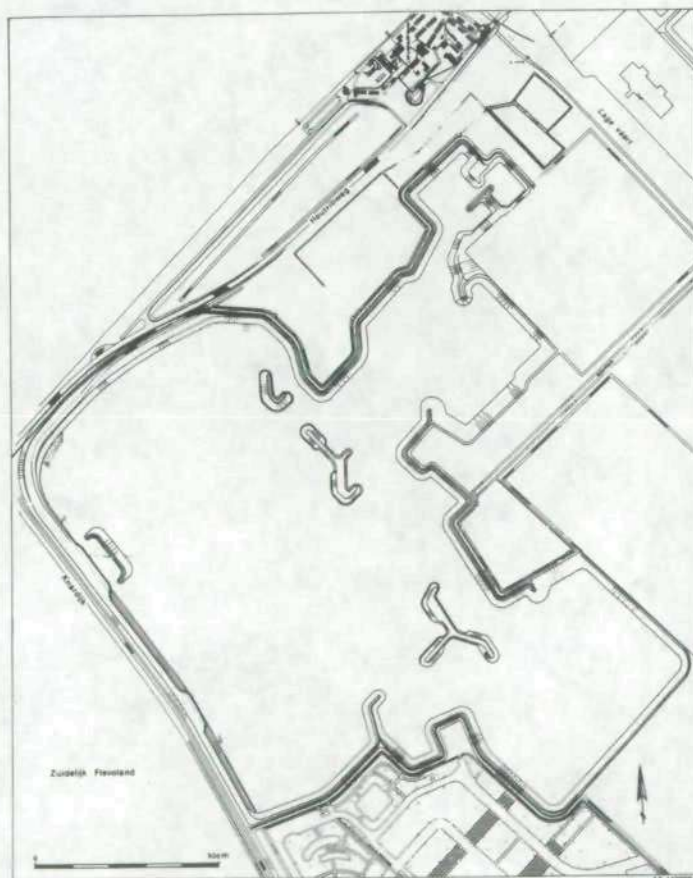
#### 10. BRONVERMELDING

J. de Jong, A.H. Koridon, Plantengroei in de zeilplas  
nota juni 1978 - Abz 28833

J. de Jong, A.H. Koridon, Waterplantenbestrijding in de zeilplas  
W.D. 1978 - 321 Abw nov. 1981.

H. Heukels en S.J. van Ooststroom 1979, Flora van Nederland 1977.





Bijlage 1. Het Bovenwater.



De kaart geeft de bodemgesteldheid tot ca. 80 cm weer in drie lagen. De laagscheidingen liggen op ca. 22 cm en 50 cm. Bijzondere eigenschappen worden voorts zonodig met bepaalde letters of tekens aangeduid.

#### INDELING EN BENAMING VAN GROND NAAR ZWAARTE

aanduiding	benaming	U-cijfer	% lutum
0	kleiarm zand A		0 - 1½
1	kleiarm zand B		1½ - 3
2	kleihoudend zand A		3 - 5
3	kleihoudend zand B en lichte zavel A	<120 >120	5 - 8
5	lichte zavel B		8 - 12
6	zware zavel A		12 - 17
7	zware zavel B		17 - 25
8	klei A		25 - 35
9	klei B		35 - 50
10	klei C		50 - 100

#### INDELING EN BENAMING VAN DE ZANDFRACTIE NAAR GROFHEID (U 16-cijfer)

aanduiding	benaming	U-cijfer
a	grof	<50
b	matig fijn	50 - 80
c	middel fijn	80 - 120
d	zeer fijn	120 - 180
e	uiterst fijn	180 - 270
f	uiterst fijn	270 - 400

#### BIJZONDERE AANDUIDING VOOR DE ONDERGROND

P	pleistoceen zand
V	veen

#### AANDUIDING VOOR BIJZONDERE EIGENSCHAPPEN

h	Zwak humeus
<u>h</u>	Humeus
□	Vloeigrond
◆	Stortgrond of vergraven grond
Δ	Ten dele vloeigrond
V	Ten dele stortgrond of vergraven grond
ZD	Zanddepot of afgegraven zanddepot
♥	Zandwinput of volgestorte zandwinput
7/P	Deze laag bevat twee grondsoorten de grens is niet aangegeven



Bijlage 3a.

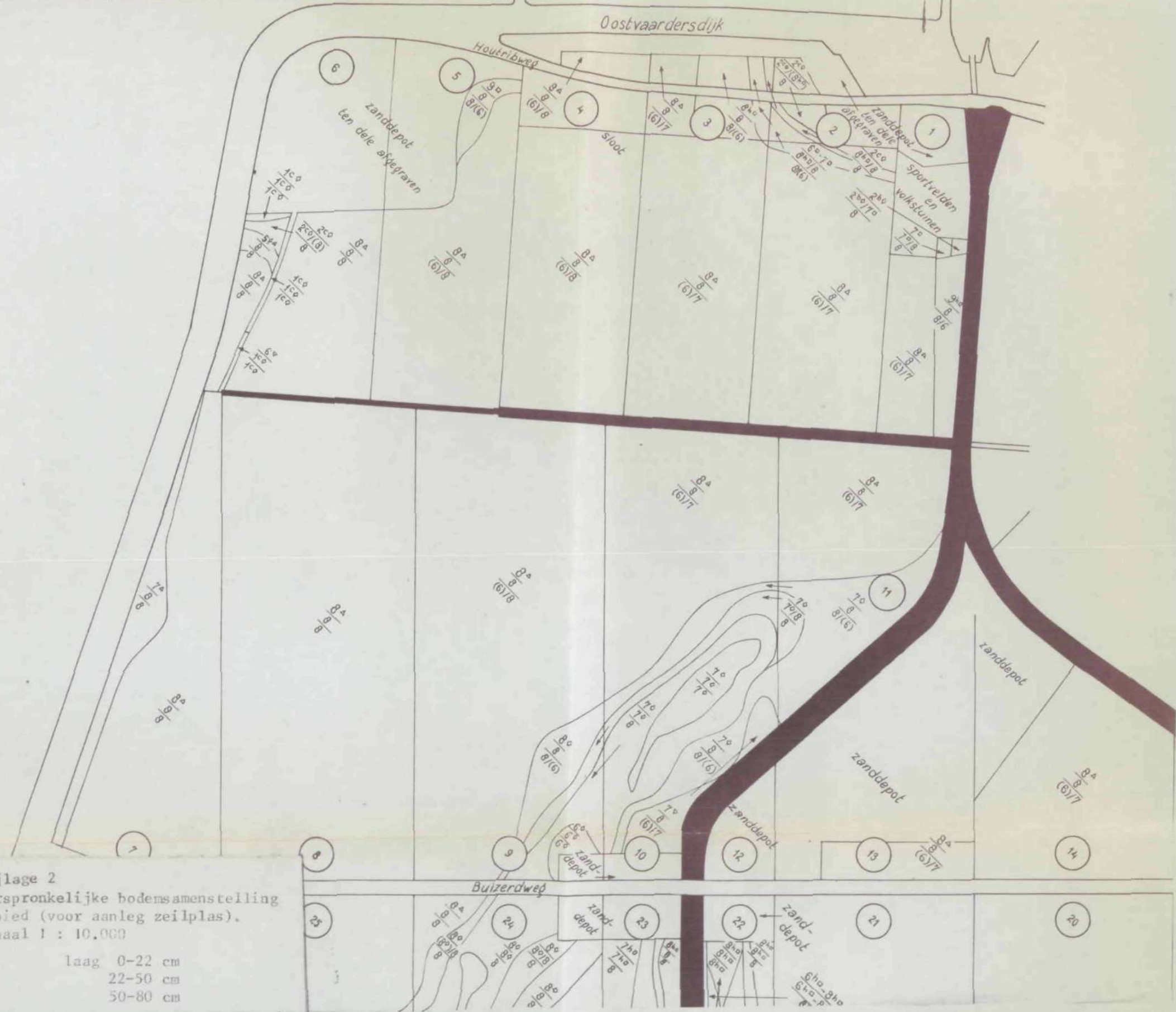
Mate van voorkomen in oppervlakte en dichtheid, van waterplantensoorten in Het Bovenwater.

soort	1977		1978		1979		1980	
	opp.	di.	opp.	di.	opp.	di.	opp.	di.
Aarvederkruid	-	xxx	xxx	xx	x	xx	x	xx
Tengerfonteinkruid	-	xxx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
Schedefonteinkruid	-	xx	x(x)	xx(x)	xx(x)	xx(x)	xx(x)	xx(x)
Doorgroeid fontein- kruid	-	xx	x(x)	x	x	x	x	x
Gekroesd fon- teinkruid	-	x	x	x	x	o-x	o	o-x
Duizendknoopfon- teinkruid	-							
Zannichellia spec.	-	x	x	xx	xx	ox	ox	ox
Waterpest	-	o	o	o	o	ox	ox	ox
Kranswier	-	x(x)	x(x)	•	•	x	x	x
Draadwieren (incl. flap)	-	xx(x)	xx(x)	xx	xx	ox'	ox'	'plaatselijk xx(x)
Riet	xxx	x?	x?	x?				

Legenda:

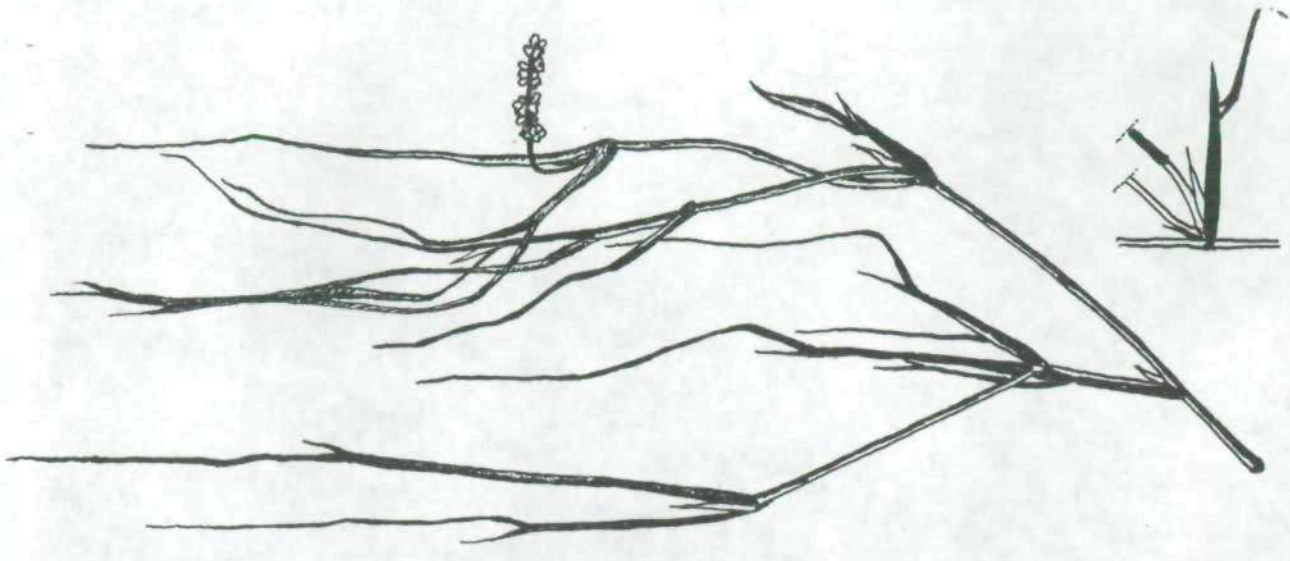
Oppervlakte en dichtheid: ● sporadisch  
 o zeer gering  
 x gering  
 xx matig  
 xxx veel



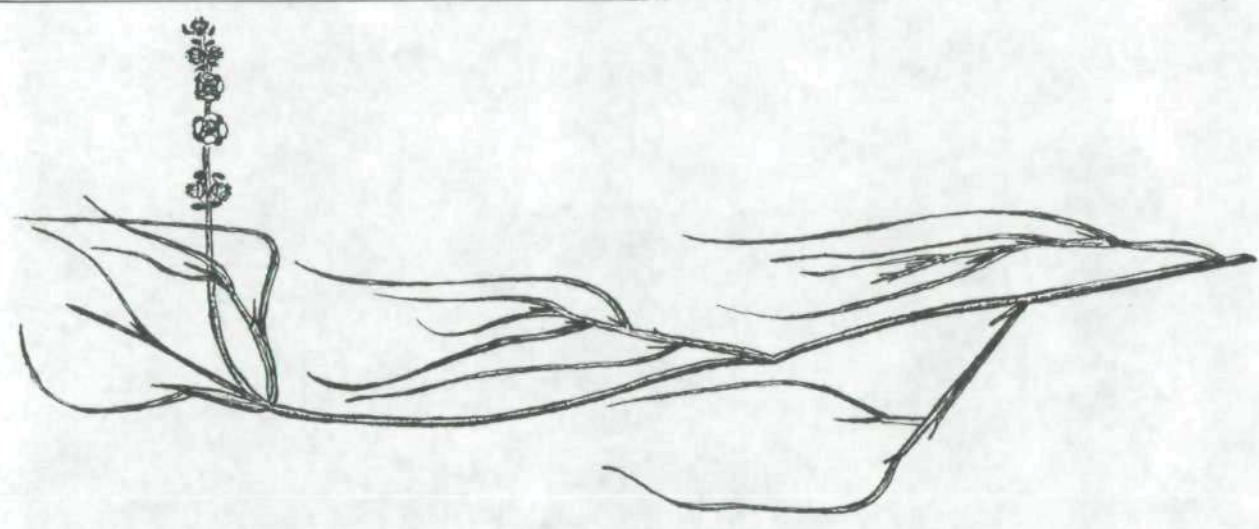


Bijlage 2  
 Oorspronkelijke bodemsamenstelling  
 gebied (voor aanleg zeilplas).  
 Schaal 1 : 10.000

- laag 0-22 cm
- 22-50 cm
- 50-80 cm

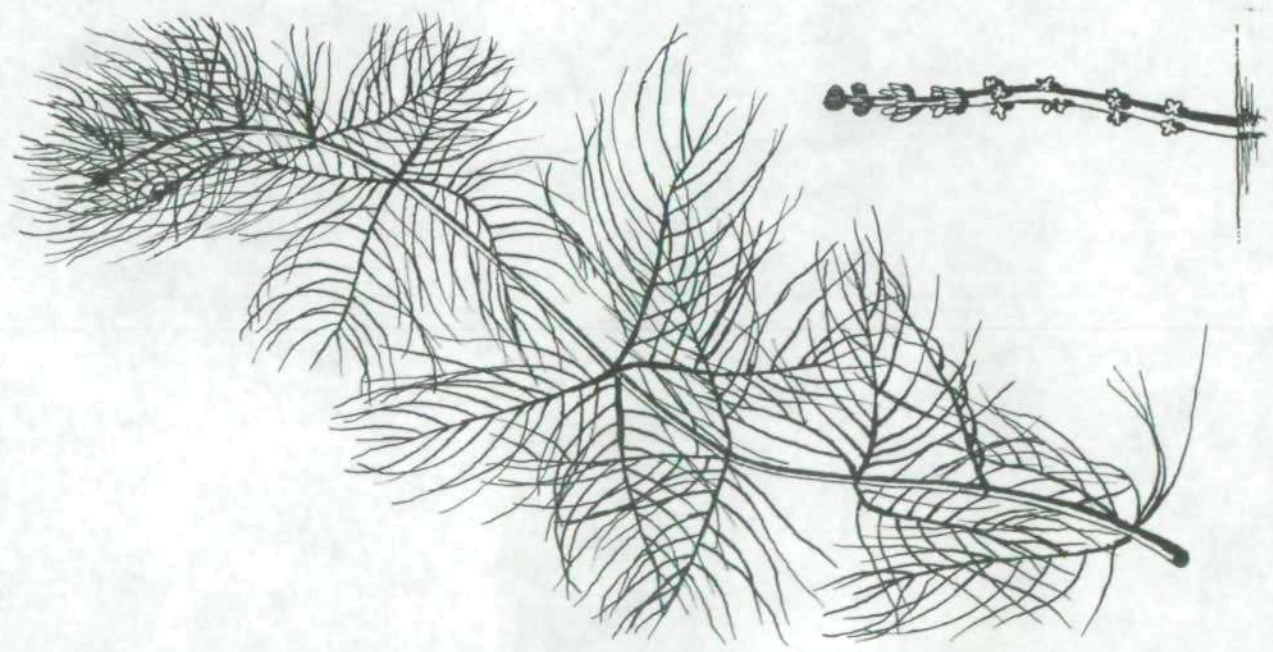


Schedefonteinkruid



Tengerfonteinkruid

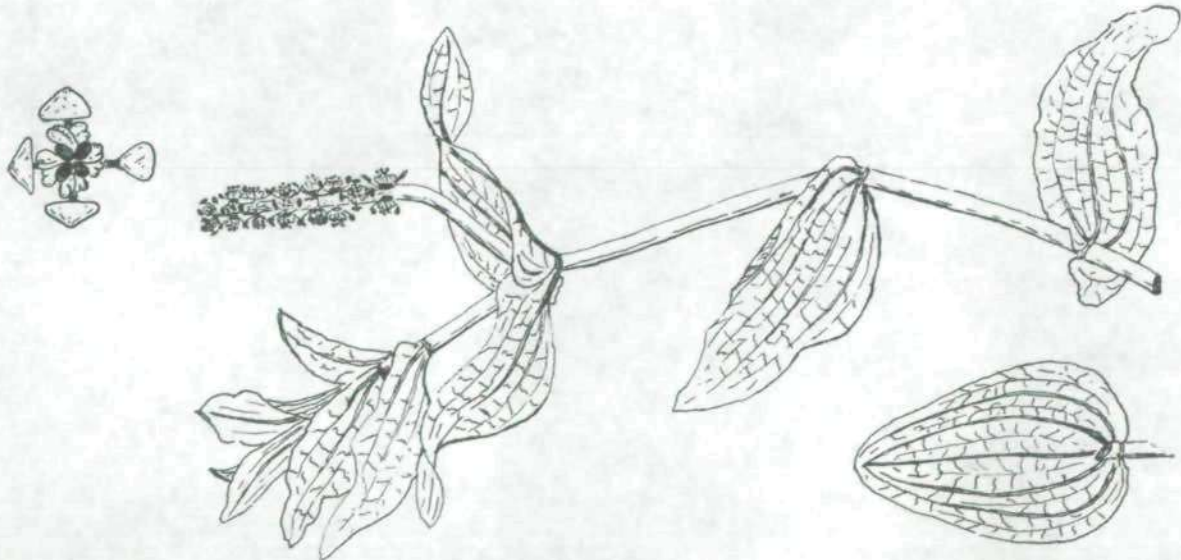
Bovengrondse groeiwijze



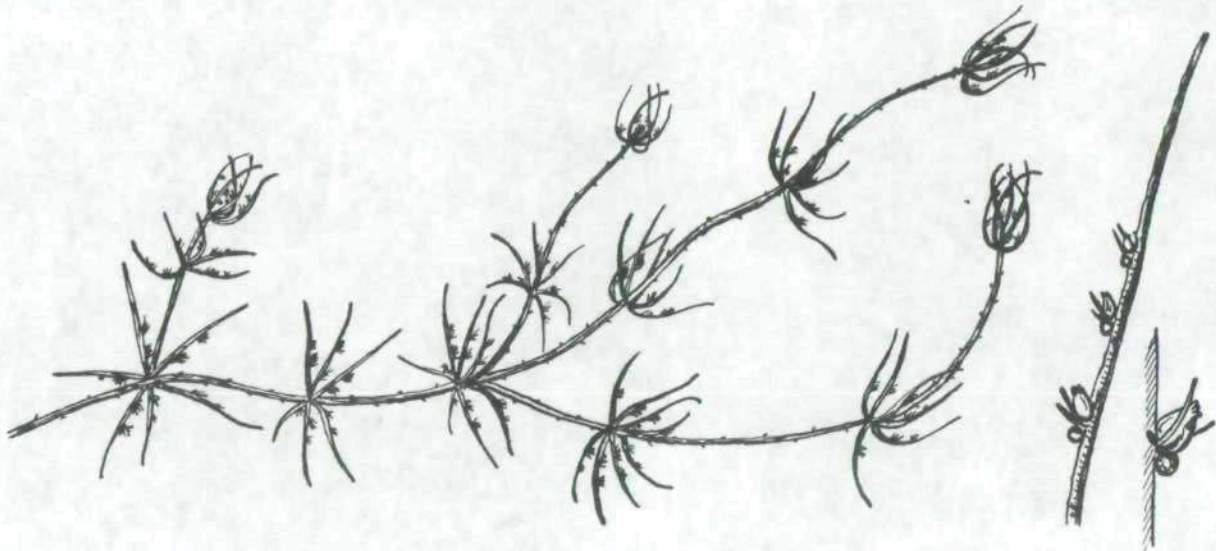
Aarvederkruid

Waterplantensoorten in de Zeilplas

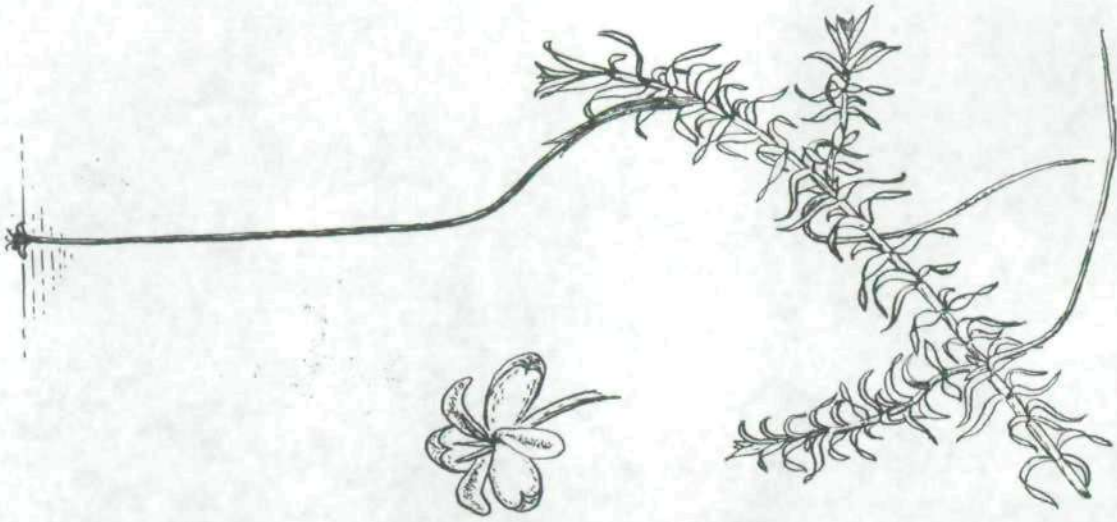




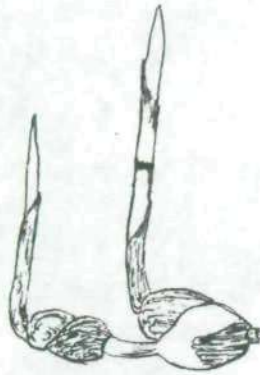
Doorgroeid fonteinkruid



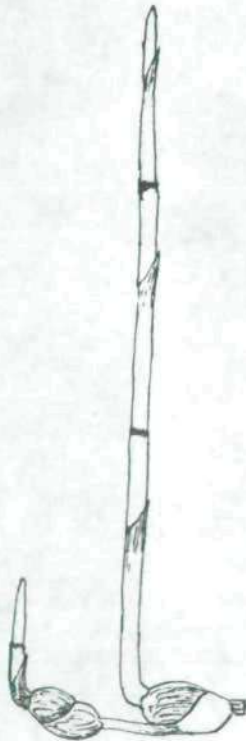
Kranswier



Waterpest



Tek. 1. Tubers met winterspruit. (29-3)

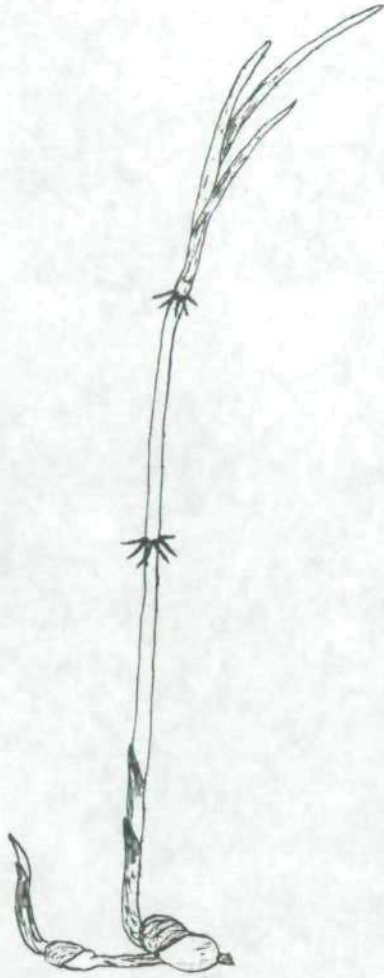


Tek. 2. Tubers met uitgelopen spruit. (29-3)

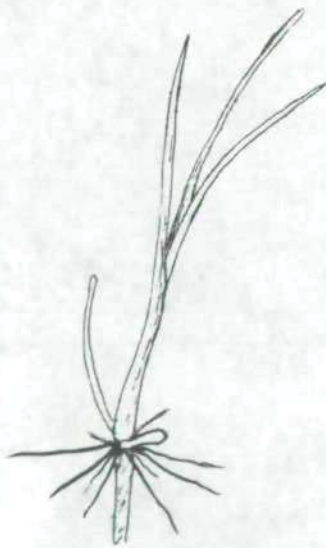
Bijlage 4. Groeiwijze en groeiselheid van schedefonteinkruid.

Tekeningen 1 t/m 11.

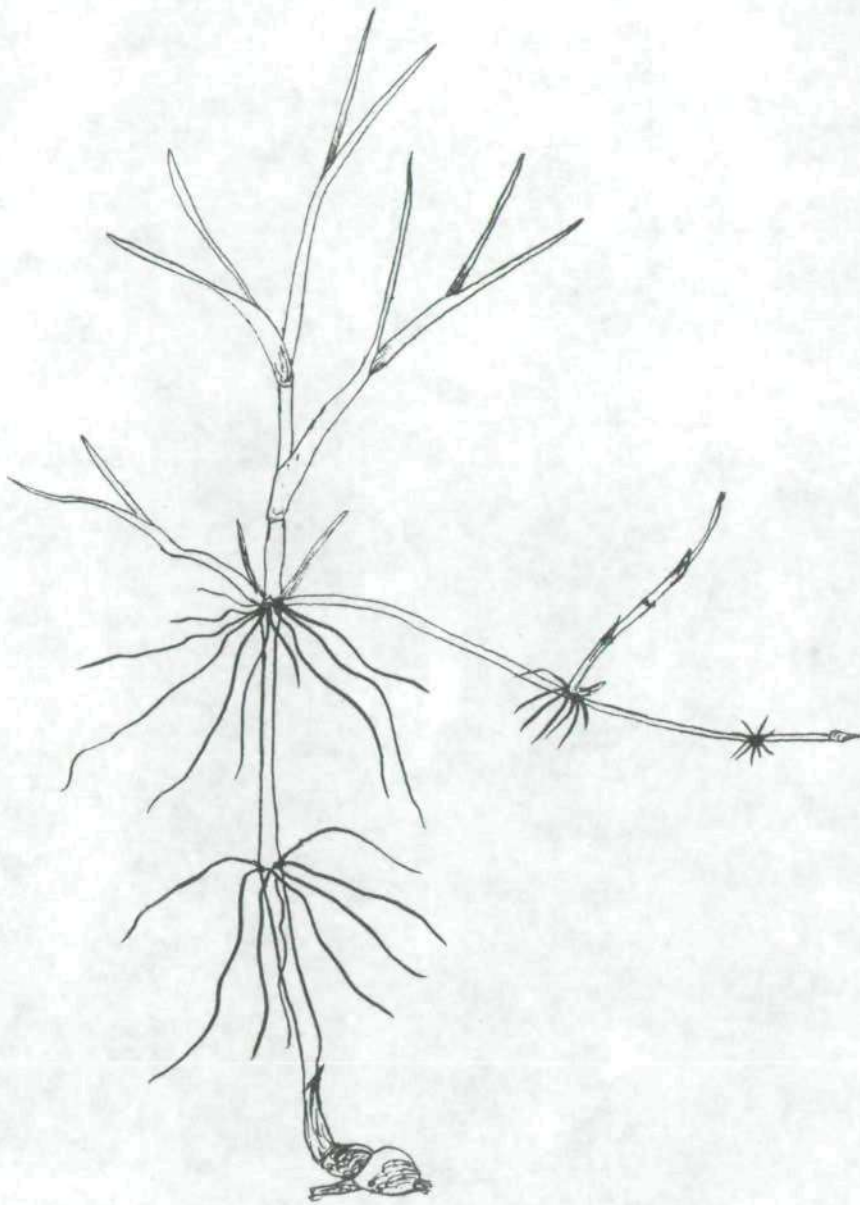




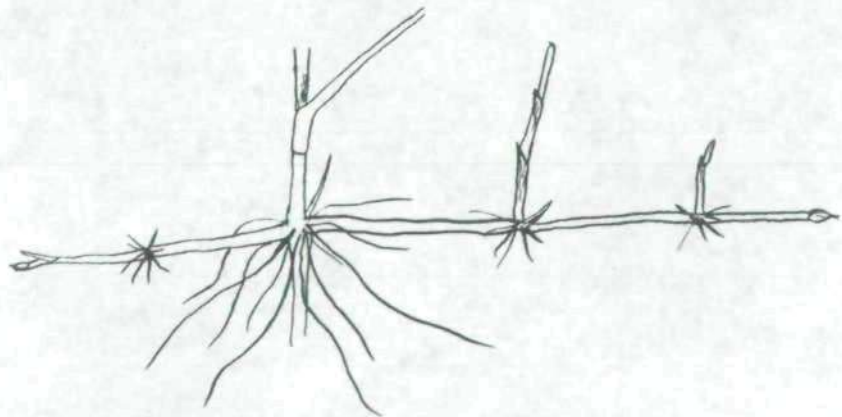
Tek. 3. Ontstaan van wortels en de eerste groene delen. (19-4)



Tek. 4. Begin eerste zijwaardse uitloper. (21-4)

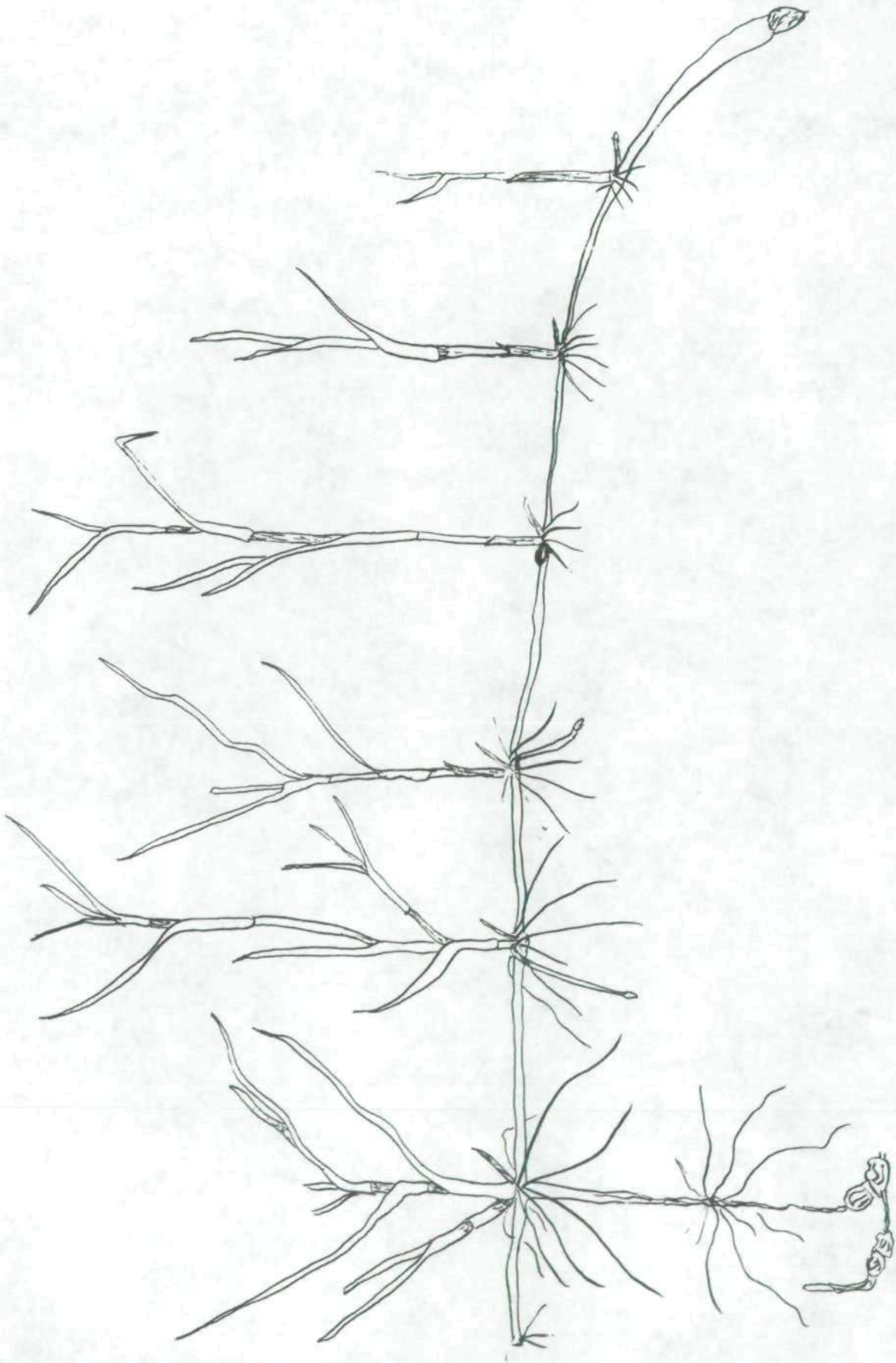


Tek. 5. Moederplant met uitloper en dochterplant. (18-5)

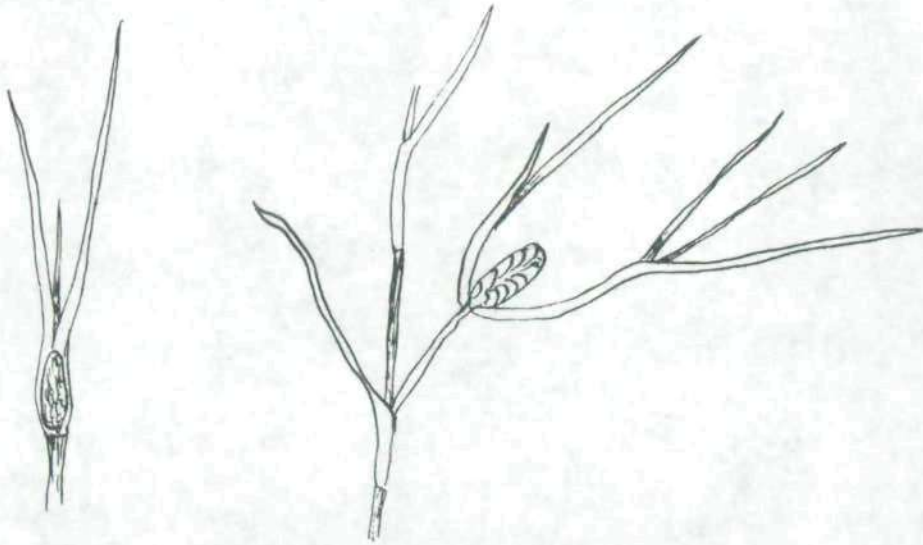


Tek. 6. Moederplant met 2 uitlopers en dochterplanten. (26-5)

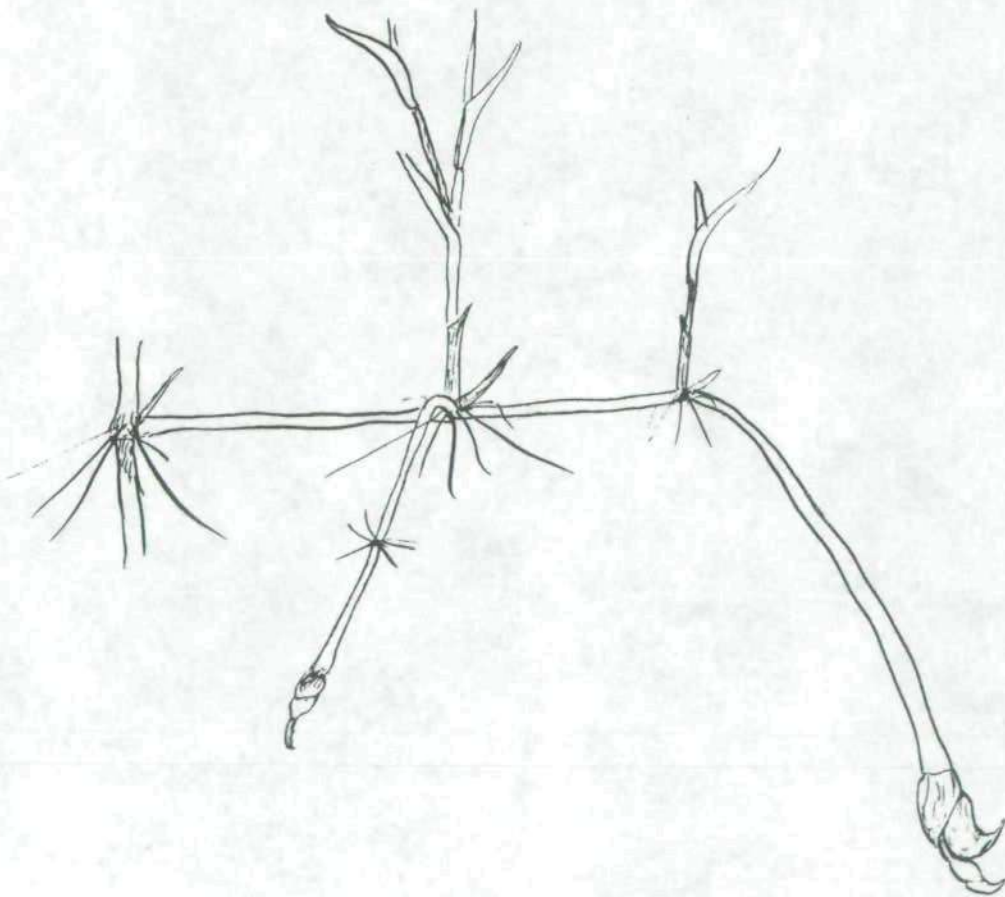




Tek. 7 Moederplant met 5 dochterplanten op één uitloper. (8-6)

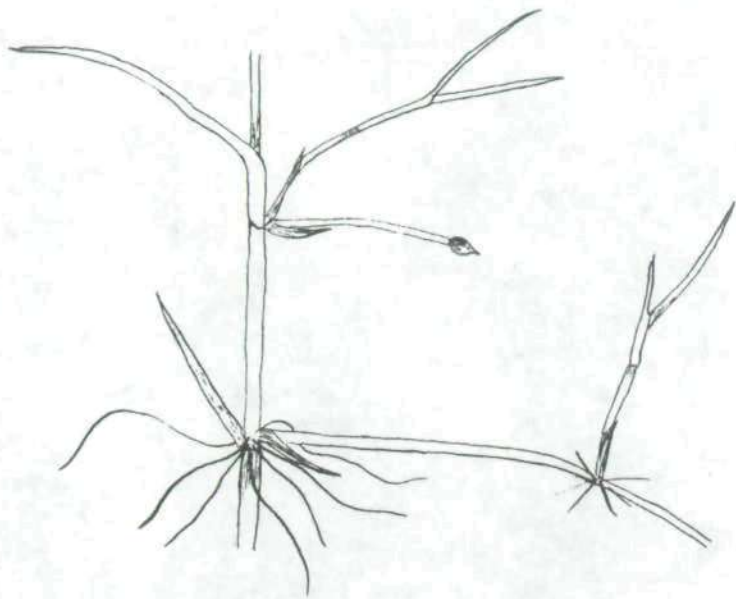


Tek. 8 Bloemknoppen. (8-6)

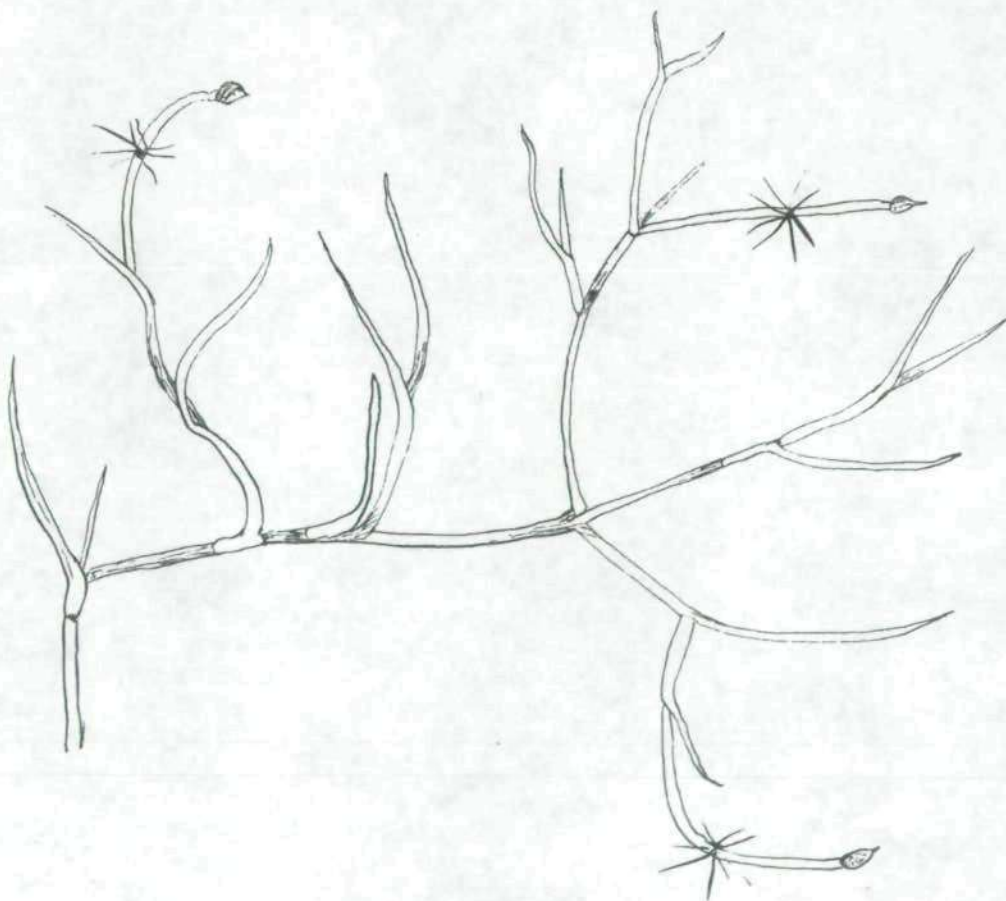


Tek. 9 Vorming van tubers aan uitlopers. (16-6)





Tek. 10. Uitloper met tuber gevormd uit bovengrondse knoop.



Tek. 11. Tubers gevormd aan bovengrondse delen.

## Mate van hergroei na bestrijden in 1978 in hoek Knardijk en Houtribdreef

Waarnemingsdatum	Soort	Voorkomen	Dichtheid	Toegepast beheer
week 24	A.v.Kr	xxx	xxx	1x gemaaid week 20 t/m 23 (1e ronde)
	T.f.Kr	xxx	xxx	
	D.f.Kr	xx	x(x)	
	Sch.F.Kr	xx	x(x)	
	Zn	x	x	
	Kw	x(x)	x(x)	
week 29	A.v.Kr			2x gemaaid week 24, 25 en 26 en 1x geveegd week 24 t/m 28 (2e ronde)
	plek 4a	x(x)	x	
	plek 4b	-	-	
	plek 4c	x(x)	xx(x)	
	T.f.Kr	x(x)	x	
	Sch.f.Kr	x	x	
	Zn	-(x?)	-(o)	
Kw	-(x?)	o?		
week 32 11 aug.	A.v.Kr	xxx	xxx	2x geveegd en 3x gemaaid week 29 t/m 31 (3e ronde)
	T.f.Kr	xxx	xxx	
	D.f.Kr	x-o	x	
	Sch.f.Kr	x-o	x	
	Zn	x	x	
	Kw	x-o	x?	
na 11 aug.				3x geveegd in week 33 t/m 38 (4e ronde).

## Legenda:

<u>Soort</u>
A.v.Kr= aarvederkruid
T.f.Kr= tengerfonteinkruid
D.f.Kr= doorgroeid fonteinkruid
Sch.f.Dr= schedefonteinkruid
Zn= zannichellia
Kw= kranwieren

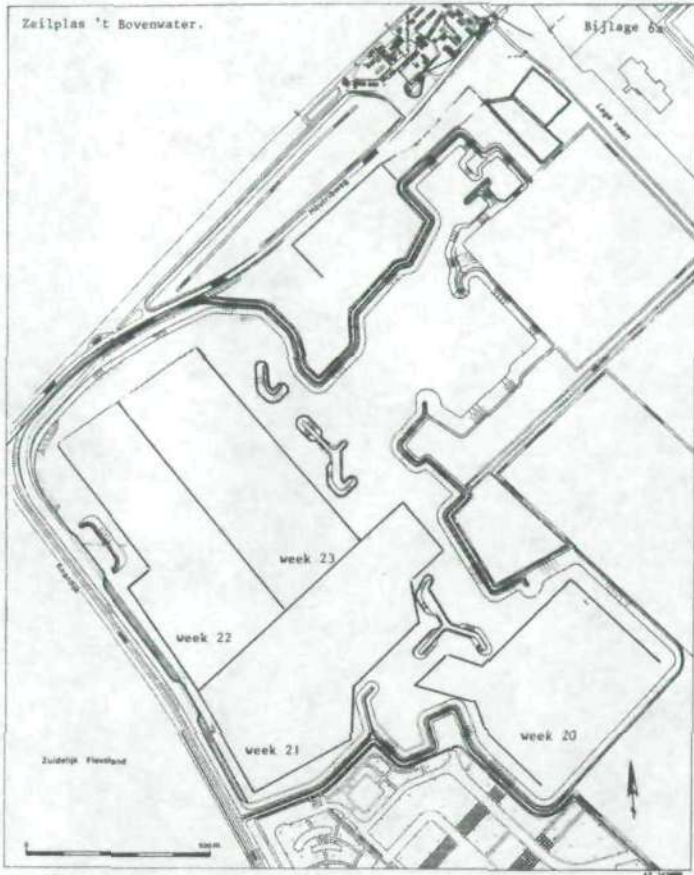
Mate van voorkomen

xxx	grote oppervlakte aaneengesloten
xx	plaatselijk, geringere oppervlakte dan xxx
x	geringe oppervlakte
-	afwezig

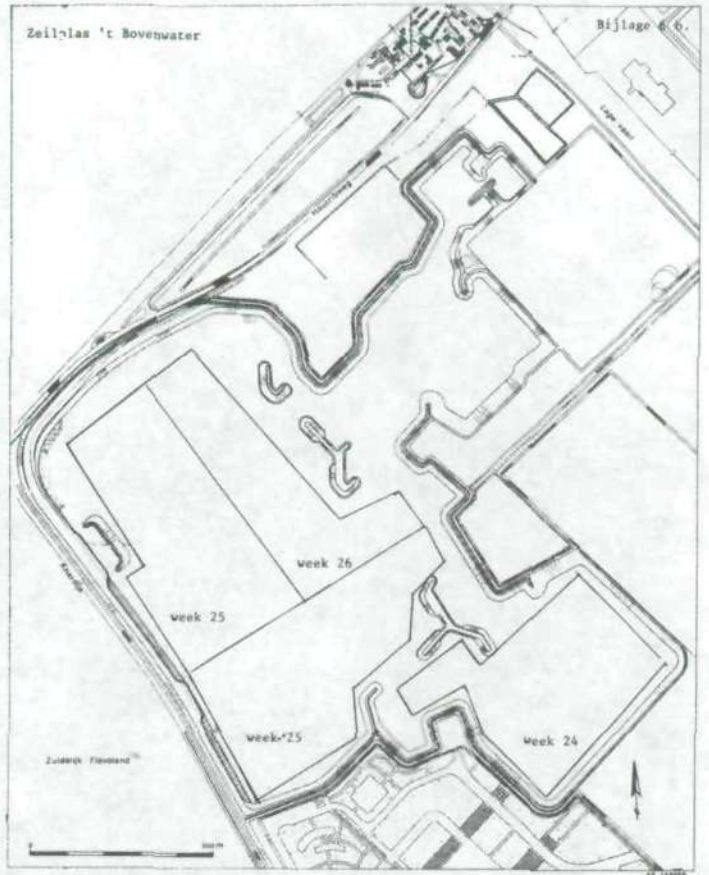
Dichtheid

xxx	veel
xx	matig
x	gering
o	zeer gering

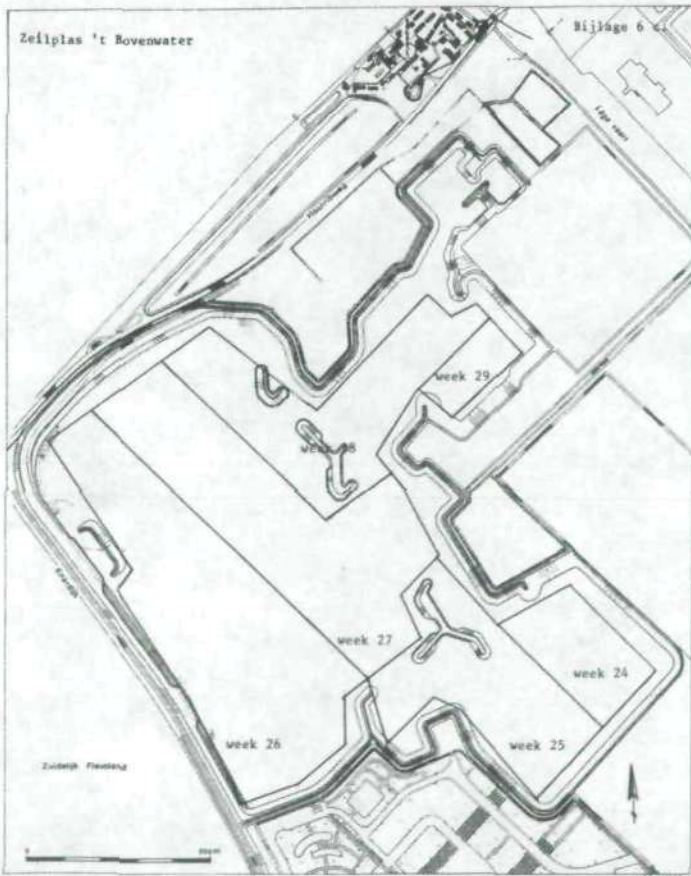




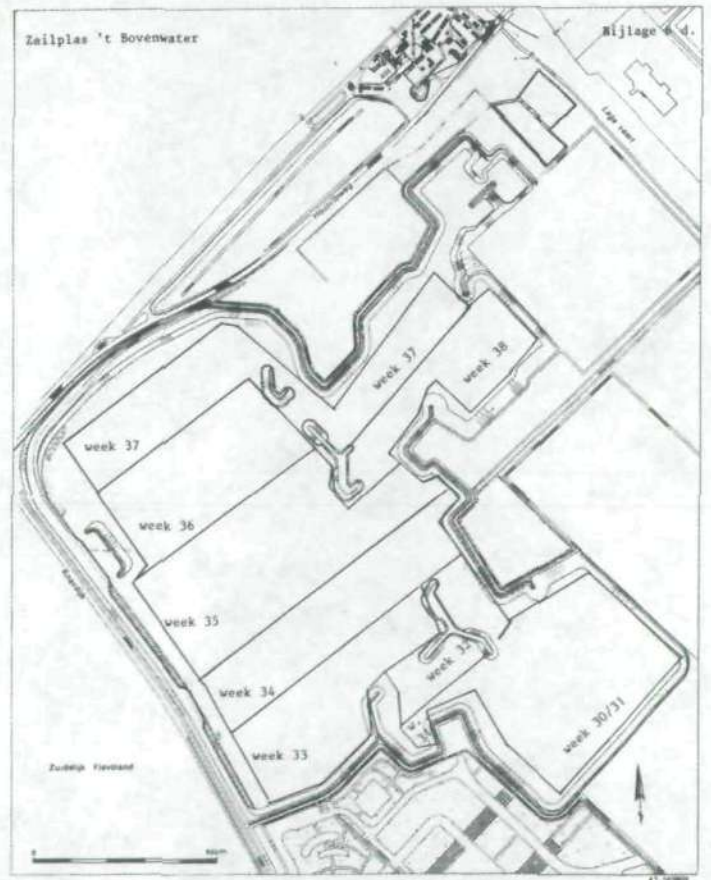
Beheer 1978: 1 x gemaaid in week 20 t/m 23



Beheer 1978: 2 x gemaaid in week 24 t/m 26.



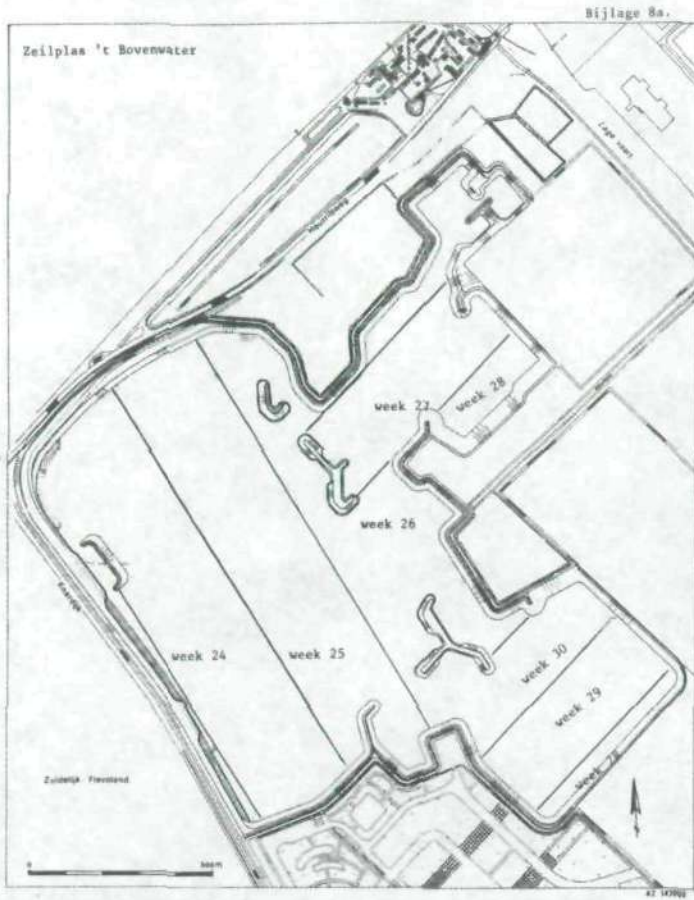
Beheer 1978: 1 x geveegd in week 24 t/m 29.



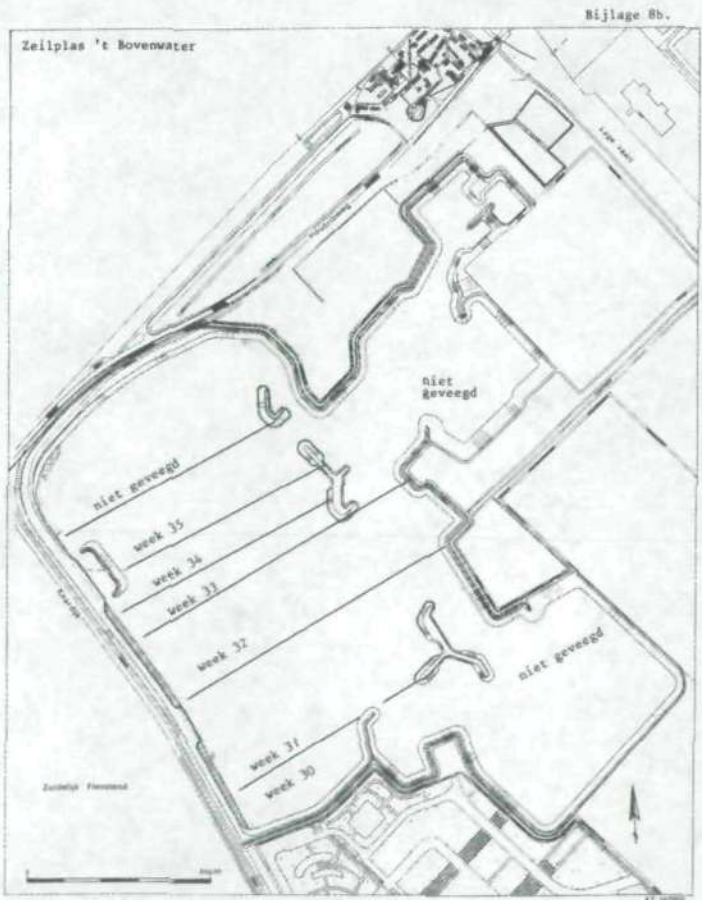
Beheer 1978: 3 x gemaaid en 2 x geveegd in week 30 t/m 32  
3 x geveegd in week 33 t/m 38.







Beheer 1980: 1 x gevoegd in week 24 t/m 30.



Beheer 1980: 2 x gevoegd in week 30 t/m 35.



plek	1977	M P N per 100 ml		temp. in °C		O <sub>2</sub> verzorgd		O <sub>2</sub> actueel		pH		mg per liter water						mg per liter water					
		faecale colibacteriën	totaal coliformen	doorzicht in cm	temp. in °C	O <sub>2</sub> verzorgd	O <sub>2</sub> in %	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	N-Kjedahl	NO <sub>2</sub>	BZV	CZV	P als			chlorophyl in mg per m <sup>3</sup> water	droog gewicht	asrest	organische stof	SiO <sub>2</sub> reactief	SiO <sub>4</sub>	
222	26-1	< 95	> 80	> 80	5	12,37	93	11,5	8,1	0	0	0	0	0	0	0,03	0,57	6,5	11,1	8,7	1,4		
	2-3	95	n.l.m.	> 75	4	12,70	100	12,7	8,3	0	0	0	0	0	0,04	0,64	24	21,6	15,8	5,9			
	5-4	< 95	> 80	> 75	6	12,06	95	11,4	8	0	0	0	0	0	0,007	0,85	6,9	16,4	12,2	4,2			
	11-5	< 95	> 80	> 80	12	10,43	103	10,7	7,8	0	0	0	0	0	0,01	0,23	5	3,5	3,3	0,2			
	8-6	< 95	> 80	> 80	12	10,43	97	10,1	8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,012	0,17	6,06	4,2	2,4	1,8			
	13-7	215	> 80	> 80	21	8,68	98	8,6	8,2	0	0	0	0	0	0,014	1,57	3,6	37,4	28,9	7,5			
	16-8	810	25	25	19	8,01	111	10	defect	0	0	0	0	0	0,008	2,72	4,1	98	82,1	15,9			
	20-9	215	> 80	> 80	13	10,20	106	10,8	7,4	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,003	0,24	12	10,5	6,5	4			
	31-10	330	> 80	> 80	10	10,92	96	10,5	7,8	0	0	0	0	0	0,004	0,38	0,9	10	10,4	0			
	21-12	< 95	> 45	> 45	2	13,40	93	12,4	8,2	0	0	0	0	0	0,004	2,29	13	65,9	58	6,9			
	500				10,4	10,87			7,18						0,082	0,943	7,8	27,86	23,13	4,78			



1978	1978	plek	M P N per 100 ml		temp. in °C		mg per liter water				mg per liter water				MPN totaal coliform- en per 100											
			faecale coli- bacterien	totaal coliformen	doorzicht in cm	pH	O <sub>2</sub> actueel	O <sub>2</sub> verzadigd	O <sub>2</sub> in %	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	N- Kjeldahl	NO <sub>2</sub>	BZV		CZV	P-totaal	P-ortho	P-slij.	Cl	Fe	chlorofyl in mg per m <sup>3</sup> water	droog gewicht	asrest	organische stof	S/O <sub>2</sub> reactiel
222	17-1	< 95	> 80	2,0	7,8	13,5	13,40	101	0,0	0,0	1,0		31	0,06	0,003	0,03			0,21	26,-	8,6	4,8	4,8			95
	22-2	< 95	110	1,0	8,0	17,4	13,77	126	0,1	0,0	1,3	6,6	34	0,07	0,002	0,04	585		26,-	5,4	3,1	2,3			95	
	20-3	< 95	25	5,0	8,0	12,2	12,37	99	0,0	0,1	1,5	3,8	41	0,16	0,006	0,14			3,61	48,-	111,7	97,8	13,9		375	
	19-4	95	109	8,5	8,4	12,3	11,33	109	0,0	0,0	0,8	2,7	28	0,08	0,002	0,02			5,1	5,1	5,3	3,3	2,0		580	
	16-5	< 95	> 100	13,0	8,2	10,6	10,20	104	0,0	0,0	0,8	2,2	29	0,02	0,007	0,01			0,18	1,9	3,3	2,4	0,9		95	
	20-6	< 95	> 100	18,0	9,0	10,9	9,18	119	0,0	0,0	1,0	29	31	0,03	0,002	0,01	584		0,06	2,7	1,9	1,2	0,7		95	
	19-7	< 95	120	16,0	8,8	10,6	9,56	111	0,04	0,0	0,8	2,5	31	0,05	0,005	0,02	576		0,06	5,1	2,3	1,0	1,3		95	
	7-8		100	18,0	8,6	14,2	9,18	155	0,07	0,0	1,2	30	30	0,13	0,058	0,02	592		0,03	9,9	3,1	1,0	2,1		95	
	14-8	< 95	120	16,0	8,8	9,7	9,56	101	0,02	0,0	1,3	31	31	0,13	0,070	0,01	603		0,05	8,2	1,6	0,4	1,2		95	
	20-9	115	30	13,0	8,5	10,4	10,20	102	0,04	0,0	2,5	45	45	0,18	0,021	0,12	612		0,34	121,-	24,2	7,9	16,3		1000	
	18-10	< 95	38	11,0	7,8	10,8	10,67	101	0,05	0,0	2,3	6,3	45	0,18	0,015	0,14	585		0,74	113,-	19,8	11,5	8,3		95	
	22-11	< 95	25	9,0	7,8	12,6	11,19	113	0,01	0,0	2,6	57	57	0,22	0,006	0,17	581		0,73	277,-	28,8	11,6	17,2		95	
	S			5,9	0,6	2,2	1,58	16	0,03	0,03	0,7	2,0	9	0,07	0,023	0,06	12		1,09	81,5	31,0	27,3	6,4			
	gem.			10,9	8,4	12,1	10,88	112	0,03	0,01	1,4	4,0	36	0,11	0,016	0,06	590		0,60	54,-	18,1	12,2	5,9			



plek	1979	M P N per 100 ml		mg per liter water										mg per liter water											
		datum	faecale con- bacterien	totaal coliformen	doorzicht in cm	temp. in °C	pH	O <sub>2</sub> actueel	O <sub>2</sub> verzorgd	O <sub>2</sub> in %	N als				P als				chlorophyl in mg per m <sup>3</sup> water	gesuspendeerd materiaal als		SiO <sub>2</sub> reactief	SO <sub>4</sub>		
											NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	N- Kjeldahl	NO <sub>2</sub>	BZV	CZV	P-totaal	P-ortho		P-alg.	Cl			Fe	droog gewicht
222	30-1	< 95	< 95	40	1,0	7,6	11,4	14,2	80	0,18	0,0	2,1	4,8	51	0,21	0,005	0,11	643	0,32	177	16,8	3,7	13,1		
	6-3	< 95	< 95	75	3,8	8,4	14,6	13,3	10	0,14	0,0	1,1	4,4	29	0,07	0,000	0,05	334	0,184	44	17,8	10,5	7,3		
	28-3	< 95	< 95	35	6,0	8,4	11,0	12,5	88	0,04	0,0	2,2		44	0,17	0,007	0,16	454	0,85	155	29,2	15,9	13,3		
	10-4	< 95	< 95	38	9,0	8,0	11,4	11,6	98	0,05	0,0	2,3		45	0,18	0,008	0,13	457	0,373	87	20,8	8,2	12,6		
	15-5	< 95	< 95	103	17,0	8,4	11,0	9,7	113	0,05	0,0	1,8		38	0,11	0,007	0,04	446	0,29	19	12,1	4,7	7,4		
	13-6	< 95	< 95	43	15,0	7,9	10,6	10,3	104	0,05	0,0	1,6		43	0,15	0,013	0,09	444		63	17,1	4,9	12,2		
	4-7	< 95	< 95	50	17,0	8,2	9,4	9,6	97	0,03	0,0	1,7		46	0,18	0,013	0,12	462	0,38	43	19,6	5,3	14,3		
	23-7	< 95	< 95	60	16,0	8,2	10,0	10,0	100	0,02	0,0	1,9		49	0,14	0,012	0,19	484	0,34	55	18,1	5,0	13,1		
	22-8	95	< 95	50	16,0	8,4	10,0	9,6	104	0,03	0,0	2,1		49	0,16	0,011	0,10	501	0,34	56	17,8	5,2	12,6		
	3-10	< 95	< 95	38	11,0	8,4	9,8	11,1	88	0,17	0,0	2,1		58	0,16	0,006	0,12	518	0,54	71	27,1	8,6	18,5		
	6-11	95	< 95	30	7,0	8,1	11,2	12,2	92	0,03	0,0	1,8		53	0,16	0,015	0,11	500	1,54	85	41,2	25,0	16,2		
	18-12	< 95	< 95	20	4,0	8,4	13,4	13,1	111	0,06	0,0	2,0		52	0,28	0,041	0,22	454	5,88	93	33,2	104,7	28,5		
	S			223	5,9	0,3	1,5	1,6	10,3	0,06		0,3		76	0,05	0,00	0,05	686	1,66	46	33,1	28,4	28,4		
	Rem.			49	10,2	8,2	11,2	11,4	99	0,07		1,9	4,6	46	0,16	0,012	0,11	476	1,00	79	30,9	16,8	14,1		



1980	M P N per 100 ml		temp. in °C		mg per liter water		mg per liter water		mg per liter water		mg per liter water														
	baacale bacterien	total coliformen	doorzicht in cm	temp.	pH	O <sub>2</sub> actueel	O <sub>2</sub> verzadigd	O <sub>2</sub> in %	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	N- Kjeldahl	NO <sub>2</sub>	BZV	CZV	P totaal	P ortho	P alg.	Cl	Fe	chlorophyl in mg per m <sup>3</sup> water	droog gewicht	asrest	organische stof	SiO <sub>2</sub> reactief	SO <sub>4</sub>
222	29-1	< 95	< 95	60	8,2	14,0	13,8	101	0,00	0,0	1,4			38	0,06	0,007	0,04	398	0,20	38	12,2	6,8	5,4		
	12-2	95	95	60	8,0	11,8	13,1	90	0,03	0,0	1,4	2,8		37	0,09	0,011	0,04	406	0,36	44	56,4	46,9	9,5		
	12-3	< 95	< 95	50	7,8	15,8	12,8	123	0,03	0,0	1,8			40	0,14	0,009	0,09	406	0,56	64	18,2	186,3	9,2		
	9-4	< 95	< 95	25	8,4	13,0	12,5	104	0,06	0,0	1,7			45	0,14	0,011	0,11	415	1,29	62	42,1	24,9	17,2		
	6-5	< 95	< 95	50	8,3	10,4	11,6	90	0,00	0,0	1,6			44	0,11	0,013	0,08	435	0,39	23	19,8	6,4	13,4		
	4-6	95	95	55	8,4	9,8	10,0	98	0,09	0,0	2,6	5		47	0,20	0,015	0,08	477	0,27	30	24,5	6,2	18,3		
	2-7	< 95	< 95	120	7,6	10,0	9,8	102	0,04	0,0	1,2			38	0,07	0,000	0,02	472	0,26	10	8,1	6,3	1,8		
	29-7	< 95	< 95	60	6,2	6,6	9,0	96	0,03	0,0	1,0			37	0,11	0,022	0,04	469	0,22	17	10,0	5,0	5,0		
	26-8	< 95	< 95	80	8,2	10,2	10,2	100	0,02	0,0	1,4			37	0,09	0,000	0,04	486	0,26	22	8,0	2,9	5,1		
	22-9	< 95	< 95	110	8,1	7,0	9,7	72	0,07	0,0	1,5	4		48	0,08	0,005	0,03	499	0,18	18	10,1	4,9	5,2		
	20-10	< 95	< 95	100	8,4	12,6	11,5	110	0,04	0,0	1,2	4		39	0,06	0,003	0,03	489	0,19	23	9,0	5,1	3,9		
	18-11	95	< 95	30	8,2	11,6	11,6	100	0,09	0,1	1,5			42	0,18	0,014	0,12	469	2,61	51	69,2	56,8	12,4		
	S				5,98	7,41	1,55	12,20	0,03	0,03	0,40	0,90	4,07	0,05	0,004	0,10	36,81	0,71	18,11	20,75			8,40		
	gem.			67	10,71	11,2	11,30	98,8	0,04	0,01	1,5	3,95	41	0,11	0,009	0,09	452	0,57	34	23,97		15,1	8,87		

Bijlage 9b

Overzicht van de jaar gemiddelden van de onderzochte waterkwaliteitsparameters

jaar	O <sub>2</sub> -verzadiging (%)	zuurgraad	doorzicht (cm)	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	N-Kj.	ortho-P	P-alg	tot-P	BZV	CZV	chlorofyl a (mg/m <sup>3</sup> )	drooggewicht	asrest organische stof (mg/l)	CL	Fe	Eijkman (kwalificatie)	MPN Mc.Corney	
977	99	8.0	>70	0.01	0.02	1.3	0.006	0.04	0.08	2.6	36	8	28	23	5	600	0.94	+	-
978	112	8.4	>80	0.03	0.01	1.4	0.016	0.06	0.11	4.0	36	54	18	12	6	590	0.60	++	+
979	99	8.2	49	0.06	0.00	1.9	0.012	0.05	0.16	4.6	46	79	31	17	14	480	1.00	++	++
980	99	8.15	67	0.04	0.01	1.5	0.009	0.09	0.11	4.0	41	34	24	15	9	450	0.57	++	++

\* + : voldoet aan bindende normen, maar niet aan streefnormen

++ : voldoet zowel aan bindende normen als aan streefnormen



Samenstelling zwevend stof Zeilplas in relatie tot bodemgesteldheid en algensamenstelling  
(enige aspecten)

	P-gehalte* (mg P/gram vaste stof)	chlorofyl-gehalte van het organische zwevende stof (mg chlorofyl-a/gram vaste stof)	P-alg/chlorofyl-a
bodem Zeilplas	1.8	0	∞
zwevend stof zeilplas 1977	1.4	1.6	8.4
zwevend stof zeilplas 1978	3.3	9.2	1.1
zwevend stof zeilplas 1979	3.6	5.6	1.4
zwevend stof zeilplas 1980	3.7	3.8	2.6
zwevend stof Drontermeer zomer 1978	6.4	7.0	1.1

\* voor bodem op basis van bodemkundige gegevens (mond.meded. J. Koning)  
voor zwevend stof: = P-alg/drooggewicht.

Soort	Algensamenstelling (net plankton 300) in 1978	
	5-10-78	14-11-78
<u>Chlorophyceae</u>		
Actinastrum hantzschii	.	.
Ankistrodesmus acicularis	.	.
A. falcatus	...	.
A. spiralis	.	..
A. arcuatus	.	...
Coelastrum microporum	.	.
Crucigenia quadrata	.	.
Dictyosphaerium pulchellum	.	.
Lagerheimia genevensis	.	.
Pediastrum boryanum	.	.
P. simplex	.	.
Scenedesmus div. spec.	..	...
Tetraëdron minimum	.	.
Tetrastrum staurogeriaeforme	.	.
Cosmarium spec.	.	.
<u>Xanthophyceae</u>		
Tribonema minus	.	.
<u>Bacillariophyceae</u>		
Centricae	.	.
Pennatae	...	..
Diatoma elongatum	.	.
Navicula spec.	.	.
Surirella spec.	.	.
<u>Dynophyceae</u>		
Gymmodinium spec.	.	.
<u>Myxophyceae</u>		
Anabaena spec.	.	.
Aphanizomeum flos aquae	..	.
Dactylococcopsis raphidioides	.	...
Lyngbya contorta	.	.
Oscillatoria agardhii	..	..
Oscillatoria limnetica	.	..
Oscillatoria redeke	.	..
Oscillatoria species	..	...
Niet determineerbare individuen flagellaten		..
. aanwezig		
.. duidelijk aanwezig		
... in belangrijke mate aanwezig		