

# Kranswieren tussen wad en klif, Friesland

T.H.L. Claassen

(Leeuwarden)

## Inleiding

De kranswieren of *Charophyta* vormen volgens de meeste auteurs een eigen phylum binnen het plantenrijk. Systematisch komen zij het meest overeen met de *Chlorophyta* of groenwieren. Hun habitus en groeivorm daarentegen doen denken aan *Cormophyta*, de zogenaamde hogere (water)planten. In de praktijk van het vegetatie-, plantengeografisch- en waterkwaliteitsonderzoek worden de kranswieren dan ook meestal tezamen met de hogere waterplanten bestudeerd. Haslam (1978) bijvoorbeeld beschouwt als macrofyten: 'the higher plants (angiosperms), horsetails, water fern, mosses and the large algae *Chara* and *Enteromorpha*'. Ook De Lange & Van Zon (1977) nemen de kranswieren op in de lijst van macrofyten. In het groeivormensysteem betreffende hogere waterplanten rekenen Den Hartog & Segal (1964) en Segal (1965) de kranswieren tot de rhizofyten, planten die in de bodem wortelen of waarvan althans de basale delen van de volgroeide planten in de bodem zijn bevestigd. De chariden worden door hen als een apart subtype van de elodeïden beschouwd. Ook Melzer (1976) rangschikt de kranswieren als rhizofyten onder de elodeïden, doch niet als een apart subtype. Bij de indeling van (water)plantengemeenschappen wordt veelal een aparte klasse Charetea (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964, kranswierenklasse, onderscheiden voor watervegetaties die geheel of grotendeels uit kranswieren zijn opgebouwd (Den Hartog & Segal, 1964; Segal, 1965; Westhoff & Den Held, 1969). Andere auteurs (o.a. De Lange, 1972) brengen vegetaties met kranswieren onder bij de Potametea R. Tx. et Preising 1942.

Toch blijken de kranswieren nogal eens tussen wal en schip te geraken. Zo ontbreken zij in de lijst van hydro-, freato- en afreatofyten (Londo, 1975), in de Standaardlijst van de Nederlandse Flora (Arnolds & Van der Meijden, 1976), in de Atlas van de flora van Friesland (Van der Ploeg, 1977) en in het werk van Ellenberg (1979). Dit is vooral te betreuren, omdat de kranswieren in het algemeen worden beschouwd als zeer bruikbare indicatoren, vooral vanwege de gevoeligheid voor watervervuiling, met name van fosfaat (Forsberg, 1964; Krause, 1981). Melzer (1976) omschrijft deze eigenschap als volgt: 'Keiner anderer Pflanzengruppe unter den submersen Makrophyten kommt für die Beurteilung des Gewässerzustandes eine ähnliche Bedeutung zu wie den Characeen.' Gezien de sterk toegenomen eutrofiëring van het oppervlaktewater valt het dan ook niet te verwonderen dat op veel plaatsen in ons land een sterke achteruitgang of bedreiging van kranswervegetaties is geconstateerd, bijvoorbeeld in de Loosdrechtse Plassen, De Haeck, het Veluwemeer, Botshol, Naardermeer en in Noordwest-Overijssel. Zij zijn op de meeste van die plaatsen verdwenen.

Wel worden de kranswieren opgenomen bij verschillende provinciale milieu-inventarisaties. In de provincie Friesland wordt momenteel waterkwaliteitsonderzoek verricht met het doel tot oecologisch onderbouwde waterkwaliteitsnormen te komen. Hiertoe worden, verspreid over het vaste land van de provincie, vooraf geselecteerde wa-

teren zowel fysisch-chemisch als biologisch onderzocht. Deze wateren behoren tot diverse watertypen, zoals meren, kanalen, sloten en petgaten. Tijdens dit onderzoek is tot nu toe een zestal soorten kranswieren aangetroffen. In de vorm van verspreidingskaartjes worden de vindplaatsen weergegeven, waarbij tevens enige ecologische informatie wordt vermeld. Het gaat hierbij om gegevens uit de jaren 1980-1982. Ook oudere vondsten van deze soorten zijn in de kaartjes weergegeven. Van twee soorten bleken geen eerdere vindplaatsen in Friesland bekend. De gebruikte nomenclatuur is van de kranswieren volgens Maier (1972), van de hogere (water)planten volgens Heukels-Van Ooststroom (1970) en van de mossen volgens Margadant (1959).

### **Gebiedskenmerken**

Het vasteland van de provincie bestaat landschappelijk en bodemkundig uit drie verschillende gebieden. In het oostelijke deel bevinden zich pleistocene zandgronden met nog restanten hoogveen. Gaasterland, een stuwwalheuvelrug, behoort ook tot het pleistocene zandgebied. Deze zandgronden liggen globaal 1 tot 15 m boven NAP. Het zogenaamde Lage Midden bestaat uit laagveengronden, merendeels beneden NAP gelegen. Ten slotte is er het zeeleigebied in West- en Noordwest-Friesland, dat globaal gelegen is tussen NAP en 1 m boven NAP. De pleistocene zandgronden behoren plantengeografisch tot het Drentse district, terwijl het holocene deel van Friesland binnen het Haf-district valt.

Vrijwel de gehele provincie behoort tot één waterhuishoudkundige eenheid: de Friese boezem. 's Zomers vindt inlaat van IJsselmeerwater plaats ten behoeve van peilbeheer, doorspoeling en doorvoer. Bij laag water (eb) kan bij Harlingen en Lauwersoog water op de Waddenzee worden gespuid. Peilbeheer van de binnen het Friese boezemgebied gelegen polders vindt plaats door inlaat uit of afvoer naar het boezemwater. Schroevens (1977) rekent bij de indeling van Nederland in hydrobiologische districten het vaste land van de provincie Friesland dan ook tot de (merendeels zoete) boezem- en poldergebieden.

### **Kranswieren**

Ten behoeve van het genoemde waterkwaliteitsonderzoek zijn wateren geselecteerd waarvan werd verondersteld dat deze zo min mogelijk waren vervuild. Het gaat hier om een beperkt aantal wateren, zodat zeker niet van een volledige inventarisatie of kartering kan worden gesproken. Wel liggen de wateren vrij homogeen verspreid over de provincie. Slechts in twee van de negen bestudeerde watertypen zijn kranswieren aangetroffen, te weten in (8 van de 40 in 1981 en 1982 onderzochte) sloten en in [6 van de bijna 100, merendeels door Teunissen (1982) onderzochte] petgaten.

De macrofyten zijn op de geselecteerde punten in 1981 en 1982 in de maanden mei en juli geïnventariseerd. Dit gebeurde onder andere volgens de methode Tansley & Chipp (1926), waarbij de abundantie van de soorten als volgt is geschat: r (= rare), o (= occasional), f (= frequent), a (= abundant) en d (= very abundant). Omdat de kranswieren in het laboratorium zijn gedetermineerd is daar, waar meer dan een soort werd aangetrof-

Tabel 1. In Friesland in 1981 en 1982 aangetroffen kranswieren. Voor iedere soort wordt het aantal sloten of petgaten vermeld waarin zij is waargenomen.

| soort                    | sloten | petgaten |
|--------------------------|--------|----------|
| <i>Chara aspera</i>      | 1      | 1        |
| <i>Chara delicatula</i>  | 3      | 0        |
| <i>Chara globularis</i>  | 5      | 1        |
| <i>Chara vulgaris</i>    | 2      | 0        |
| <i>Nitella flexilis</i>  | 2      | 5        |
| <i>Nitella mucronata</i> | 0      | 1        |

fen, geen differentiatie van de abundantieschatting aangegeven. In tabel 1 zijn de gevonden soorten vermeld, alsmede het desbetreffende aantal wateren voor 1981 en 1982.

*Chara delicatula* en *Nitella mucronata* zijn nieuw voor Friesland. Niet waargenomen, doch wel eerder in Friesland gevonden soorten zijn *Chara canescens*, *C. contraria*, *C. connivens*, *Nitella hyalina*, *N. capillaris*, *Nitellopsis obtusa* en *Tolypella glomerata* (gegevens van E.X. Maier en J. van Raam). Dit kan mede komen door de periode van waarneming. Enkele van de niet gevonden soorten zijn al heel vroeg in het jaar ontwikkeld, waarna zij in een korte tijd kunnen verdwijnen (bijvoorbeeld *N. capillaris*), andere soorten zijn pas laat in het jaar goed ontwikkeld (bijvoorbeeld *N. hyalina*). In fig. 1 is de verspreiding van de zes soorten met behulp van uurhokken in beeld gebracht. Ook oudere (van vóór 1980) waarnemingen zijn opgenomen. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de vegetatie in de wateren waar kranswieren zijn aangetroffen. Helofyten zijn niet vermeld. Eén sloot is niet in de tabel verwerkt, omdat de in 1980 waargenomen soort *Chara vulgaris* nadien niet meer aanwezig was. Bij de aanduiding van de wateren is het onderzoeksnummer gehandhaafd.

Uit de resultaten van het vegetatie-onderzoek zijn enkele opmerkelijke aspecten vermeldenswaard. De verspreiding van de kranswieren is vooral geconcentreerd in een brede band van Noordoost- (waterschap Tusken Waed en Ie) naar Zuidwest- (waterschap Tusken Mar en Klif) Friesland. Vrijwel alle vindplaatsen liggen in het laagveengebied en daarin vooral langs de rand van de pleistocene zandgrond. Geen van de recente vindplaatsen, weergegeven met behulp van uurhokken, vallen samen met oudere waarnemingen. Vooral in de sloten is de aanwezigheid van kranswieren nogal wisselend van jaar tot jaar. Slechts in vier van de acht sloten zijn zowel in 1981 als in 1982 kranswieren aangetroffen. Wanneer hier echter kranswieren aanwezig zijn, betreft het veelal meer dan een soort. In de petgaten daarentegen komt, met uitzondering van de Boornbergumer Petten (Claassen, 1982) steeds maar één soort voor. Echte kranswiervegetaties, *Charetea*, zijn alleen aangetroffen in de sloten S4 en S22 en in het petgat P1. De overige vegetaties kunnen tot de Potametea, fonteinkruidenklasse, worden gerekend. Kenmerkende soorten voor de hier beschreven petgaten zijn *Nuphar lutea*, *Nymphaea spec.*, *Utricularia vulgaris*, *Potamogeton obtusifolius* en *Fontinalis antipyretica*. Opmerkelijke soorten in de sloten zijn *Potamogeton natans* (kenmerkend), *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton friesii*, *Eleocharis acicularis*, *Scirpus fluitans*, *Juncus bulbosus* en *Luronium natans* (die door het al dan niet voorkomen met de kranswieren vergelijkbaar zijn). In hoeverre het slootonderhoud hiermee samenhangt, is niet bekend. In de regel worden de sloten eenmaal per jaar, namelijk in het najaar, mechanisch geschoond.

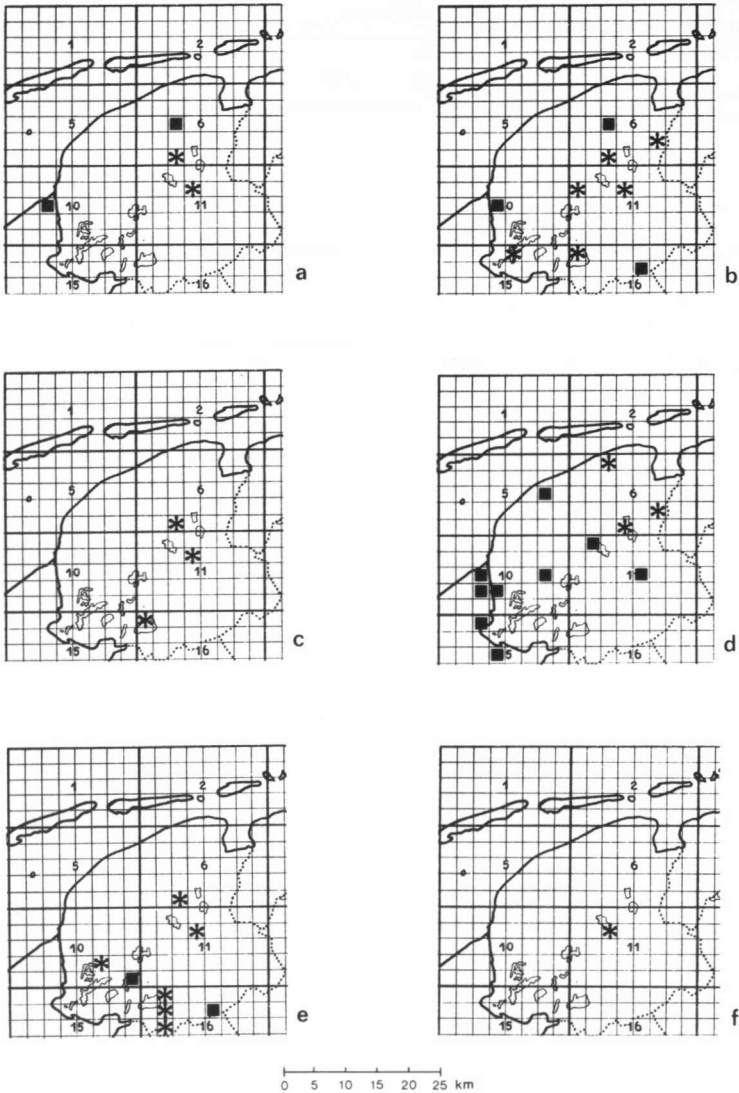


Fig. 1. Verspreiding in Friesland van: a: *Chara aspera* Deth. ex Willd.; b: *Chara globularis* Thuill.; c: *Chara delicatula* Agardh; d: *Chara vulgaris* L.; e: *Nitella flexilis* Agardh; f: *Nitella mucronata* (Braun) Miq.

\* = recent voorkomen; ■ = vondsten van vóór 1980

### Fysisch-chemische gegevens

Naast het macrofytenonderzoek zijn in 1981 alle sloten bemonsterd voor fysisch-chemisch onderzoek. Een drietal sloten (S39, S6 en S4) is ook in 1982 onderzocht. In tabel 3 zijn voor 14 parameters de gemiddelde gehalten weergegeven voor de periode ja-

nuari - juni van de desbetreffende jaren. Het chlorofylgehalte is gemiddeld voor het zomerhalfjaar (april-september), terwijl de macro-ionen sulfaat, calcium, magnesium, natrium en kalium gemiddeld zijn voor de maanden maart en september. Deze ionen zijn slechts tweemaal bepaald. Gegevens van de petgaten zijn hier niet opgenomen. Voor RM19 en OM4 wordt verwezen naar Teunissen (1982) en voor P1 naar Claassen (1982). Van de overige drie petgaten zijn geen chemische analyses verricht.

Het chloridegehalte is, met uitzondering van S39 en S24, erg laag. De zuurgraad vertoont vrij normale waarden. Het zuurstofgehalte is op alle punten hoog, waarbij soms sterke oververzadiging optreedt. Het gemiddelde chlorofylgehalte is hoog in S16, veroorzaakt door een zeer hoge waarde in september 1981. Overigens komen lage gehalten voor, mede door toedoen van een rijkelijk ontwikkelde vegetatie. Met uitzondering van S39 (1981) is het opgelost fosfaatgehalte erg laag. In combinatie met een hoge N/P-verhouding voor de opneembare fosfaat- en stikstoffracties is fosfaat hier eerder dan stikstof beperkend voor de primaire produktie. Het totale fosfaatgehalte is niet bijzonder laag. De overige macro-ionengehalten liggen voor de verschillende sloten onderling in dezelfde orde van grootte. Het calciumgehalte is niet opvallend hoog te noemen.

Het in 1982 ontbreken van *Chara globularis* in S39 en van *Nitella flexilis* in S6 lijkt niet verklaarbaar door het fosfaat-, nitraat- of kaliumgehalte. Wel enigszins hoger is ammoniumstikstof en het biochemisch zuurstofverbruik. Het hoge ammoniumgehalte in S4 daarentegen schijnt *Chara aspera* niet te deren. Ook het biochemisch zuurstofverbruik in S4 vertoont overeenkomstige waarden met S39 en S6 in 1982.

## Slotbeschouwing

Tijdens een uitgebreid biologisch wateronderzoek in 1976 (Van Gijsen & Claassen, 1978), waarbij in Friesland een vergelijkbaar aantal wateren is onderzocht, werden geen kranswieren in deze provincie aangetroffen. De in 1981 en 1982 gevonden kranswiervegetaties zijn in dit verband opmerkelijk, vooral wat betreft de sloten. De petgaten daarentegen vertoonden veelal een nogal verarmde indruk. De selectie van de wateren heeft mede tot dit aantal 'recente' vindplaatsen bijgedragen.

Op grond van eigen (fysisch-chemische) waarnemingen, alsook volgens de literatuur, is de indicatorische waarde van de meeste hier aangetroffen soorten niet groot. Onbruikbaar zijn volgens Krause (1981) *Chara globularis*, *C. vulgaris* en *Nitella mucronata*. *Chara aspera* is als indicatorsoort wel goed te gebruiken. Melzer (1976) meldt voor deze soort een kritisch totaal fosfaatgehalte van <0,02 mg P per liter. In het beoordelingsstelsel van De Lange & Van Zon (1977) krijgt *Chara aspera* dan ook hoge indices voor vervuilingsgraad en voedselrijkdom (weinig vervuiling) en voor uniciteit (zeldzaam). *Chara vulgaris* en *Nitella mucronata* scoren laag. *Chara aspera* prefereert hardere (zand)bodems, hetgeen goed overeenkomt met onze waarnemingen. *Nitella mucronata* heeft voorkeur voor venige bodems en kan goed in vervuild water groeien. In Duitsland is de soort kenmerkend voor petgaten en kan, evenals gevonden is in r5, samen voorkomen met *Ceratophyllum demersum*. 'Sie fanden sich, für eine Characee sehr ungewöhnlich, in bestem Gedeihen im Ceratophylletum demersi und zeigten weit abweichende, luxurierende Wuchsformen' (Krause, 1981). Opmerkelijk is het verschil in voorkomen van *Chara vulgaris* en *Nitella flexilis* in Friesland en Noord-Holland. Smit (1980) vond in

Tabel 2. Vegetatietabel van de sloten en petgaten, waarin kranswieren zijn aangetroffen. Helofyten zijn niet opgenomen. Abundantieschaal volgens Tansley & Chipp (1926).

|   | watertype      |     | sloten |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|----------------|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | nummer<br>jaar | S39 |        | S6  |     | S36 |     | S22 |     | S24 |     |
|   |                | '81 | '82    | '81 | '82 | '81 | '82 | '81 | '82 | '81 | '82 |
| bedekkingspercentage totaal             | 100            | 100 | 98     | 50  | 60  | 96  | 85  | 100 | 25  | 99  |     |
| - emerse laag                           | 20             | 40  | 49     | 30  | 15  | 70  | 4   | 11  | 6   | 40  |     |
| - drijfslaag                            | 4              | 4   | 55     | 15  | 50  | 70  | 15  | 40  | 15  | 20  |     |
| - submerse laag                         | 100            | 100 | 60     | 8   | 2   | 10  | 70  | 60  | 4   | 98  |     |
| - flap.                                 | 10             | 2   | 2      | 0   | 2   | 1   | 1   | 0   | 0   | 4   |     |
| volume submerse laag                    | 20             | 100 | 50     | 3   | <1  | 5   | 70  | 20  | 2   | 90  |     |
| Ploustofyten                            |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Ceratophyllum demersum</i>           | f              | o   | f      | r   |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Spirodela polyrhiza</i>              | o              | o   | o      | o   | o   |     | o   |     |     |     |     |
| <i>Lemna gibba</i>                      | f              | f   |        | o   |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Lemna minor</i>                      |                |     | o      |     | f   |     | o   |     |     |     |     |
| <i>Lemna trisulca</i>                   | a              | f   | f      | f   | o   | f   |     |     |     |     |     |
| <i>Riccia fluitans</i>                  |                |     | f      | o   |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>         |                |     |        |     | o   | o   |     |     | o   | f   |     |
| <i>Utricularia vulgaris</i>             |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Rhizofyten                              |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Scirpus fluitans</i>                 |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Juncus bulbosus</i>                  |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Luronium natans</i>                  |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Nymphaea alba/candida</i>            |                |     |        |     |     |     |     |     | o   | o   |     |
| <i>Nuphar lutea</i>                     |                |     |        |     |     |     |     |     | o   | o   |     |
| <i>Potamogeton natans</i>               | o              | o   | a      | f   | a   | a   | a   | a   | f   | f   |     |
| <i>Elodea nuttallii</i>                 | f              | d   | f      | f   | o   | o   |     | o   | f   | f   |     |
| <i>Stratiotes aloides</i>               |                |     |        |     |     |     | r   |     |     |     |     |
| <i>Elodea canadensis</i>                |                |     |        |     |     |     | o   |     |     | o   |     |
| <i>Potamogeton friesii</i>              |                |     |        |     |     |     |     |     |     | o   |     |
| <i>Chara vulgaris</i>                   |                |     |        |     |     |     |     |     |     | o   |     |
| <i>Eleocharis acicularis</i>            |                |     |        |     |     |     | f   | o   |     | f   |     |
| <i>Potamogeton compressus</i>           |                |     |        |     |     |     | o   | o   | r   | o   |     |
| <i>Potamogeton lucens</i>               |                |     |        |     |     |     |     |     | f   | f   |     |
| <i>Myriophyllum verticillatum</i>       |                |     |        |     |     |     |     |     | o   | o   |     |
| <i>Myriophyllum spicatum</i>            | f              |     | o      |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Potamogeton crispus</i>              | o              | o   |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Potamogeton pusillus/berchtoldii</i> | o              |     | f      | o   |     |     | o   | o   |     | o   |     |
| <i>Potamogeton trichoides</i>           |                |     | f      |     |     |     |     | o   |     |     |     |
| <i>Ranunculus circinatus</i>            |                |     | f      | r   |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Nitella flexilis</i>                 |                |     | f      |     |     |     | d   | f   |     |     |     |
| <i>Chara globularis</i>                 | o              |     |        |     | r   | f   | d   | f   |     | o   |     |
| <i>Chara delicatula</i>                 |                |     |        |     | r   | f   | d   |     |     |     |     |
| <i>Chara aspera</i>                     |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Potamogeton gramineus</i>            |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i>          |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Potamogeton obtusifolius</i>         |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Hottonia palustris</i>               |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Nitella mucronata</i>                |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Haptofyten                              |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Fontinalis antipyretica</i>          |                |     |        |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Calliergonella cuspidata</i>         |                |     |        |     | o   |     | r   |     |     |     |     |



Tabel 3. Overzicht van fysisch-chemische parameters voor sloten waarin kranswieren zijn aangetroffen. De eerste 14 parameters gemiddeld voor de maanden januari-juni; chlorofyl gemiddeld voor het zomerhalfjaar (april-september) en sulfaat-kalium gemiddeld voor maart en september.

| parameter                                  | nummer  |         | S39     |         | S6      |         | S36     |         | S22     |         | S24     |         | S16     |         | S4      |         |         |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    | 1981    | 1982    |         |
| chloride (mg Cl/l)                         | 340     | 475     | 95      | 127     | 61      | 79      | 334     | 52      | 80      | 80      | 80      | 80      | 80      | 80      | 80      | 80      | 80      |
| EGV ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )            | 1333    | 1730    | 489     | 663     | 370     | 378     | 1207    | 330     | 430     | 606     | 606     | 606     | 606     | 606     | 606     | 606     | 606     |
| pH (min.-max.)                             | 8,2-9,3 | 8,0-8,5 | 6,5-7,7 | 7,1-7,7 | 7,0-7,6 | 6,1-7,9 | 6,9-8,2 | 6,1-8,0 | 6,5-7,8 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 | 7,6-7,9 |
| O <sub>2</sub> -concentratie (mg/l)        | 16,0    | 10,8    | 10,5    | 7,4     | 9,9     | 7,6     | 6,9     | 8,9     | 8,9     | 7,2     | 7,2     | 7,2     | 7,2     | 7,2     | 7,2     | 7,2     | 7,2     |
| BOD <sub>5,20</sub> (mg O <sub>2</sub> /l) | 5,2     | 7,8     | 4,3     | 6,2     | 3,0     | 3,0     | 2,3     | 4,5     | 7,0     | 6,3     | 6,3     | 6,3     | 6,3     | 6,3     | 6,3     | 6,3     | 6,3     |
| N-NO <sub>2</sub> (mg N/l)                 | 0,03    | 0,01    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,04    | 0,07    | 0,04    | 0,09    | 0,17    | 0,17    | 0,17    | 0,17    | 0,17    | 0,17    | 0,17    | 0,17    |
| N-NO <sub>3</sub> (mg N/l)                 | 0,27    | 0,10    | 0,40    | 0,65    | 0,58    | 7,48    | 0,27    | 0,83    | 3,1     | 4,0     | 4,0     | 4,0     | 4,0     | 4,0     | 4,0     | 4,0     | 4,0     |
| N-NH <sub>4</sub> (mg N/l)                 | 0,42    | 0,78    | 0,32    | 0,93    | 0,50    | 0,62    | 1,10    | 0,62    | 0,97    | 2,9     | 2,9     | 2,9     | 2,9     | 2,9     | 2,9     | 2,9     | 2,9     |
| Kjeld.-N (mg N/l)                          | 2,3     | 3,1     | 3,2     | 3,0     | 2,2     | 2,6     | 2,4     | 2,4     | 4,0     | 5,8     | 5,8     | 5,8     | 5,8     | 5,8     | 5,8     | 5,8     | 5,8     |
| P-PO <sub>4</sub> (mg P/l)                 | 0,22    | 0,04    | 0,04    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,04    | 0,02    | 0,05    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,03    | 0,03    |
| P-totaal (mg P/l)                          | 0,36    | 0,19    | 0,17    | 0,11    | 0,09    | 0,13    | 0,10    | 0,13    | 0,17    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| ijzer (mg/l)                               | 0,5     | 1,5     | 1,3     | 1,9     | 0,8     | 1,6     | 3,7     | 1,0     | 1,1     | 1,4     | 1,4     | 1,4     | 1,4     | 1,4     | 1,4     | 1,4     | 1,4     |
| hardheid (meq/l)                           | 5,4     | 7,6     | 2,8     | 3,3     | 2,4     | 2,7     | 9,3     | 1,8     | 2,8     | 3,7     | 3,7     | 3,7     | 3,7     | 3,7     | 3,7     | 3,7     | 3,7     |
| bicarbonaat (meq/l)                        | 4,0     | 5,1     | 0,93    | 0,97    | 0,78    | 1,5     | 3,2     | 0,69    | 1,77    | 2,1     | 2,1     | 2,1     | 2,1     | 2,1     | 2,1     | 2,1     | 2,1     |
| chlorofyl ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )       | 45      | 35      | 15      | 16      | 4,8     | 71      | 8       | 105     | 65      | 14      | 14      | 14      | 14      | 14      | 14      | 14      | 14      |
| sulfaat (mg/l)                             | 49      | 60      | 84      | 59      | 112     | 73      | 60      | 106     | 119     | 64      | 64      | 64      | 64      | 64      | 64      | 64      | 64      |
| calcium (mg/l)                             | 76      | 78      | 41      | 36      | 27      | 26      | 175     | 22      | 53      | 44      | 44      | 44      | 44      | 44      | 44      | 44      | 44      |
| magnesium (mg/l)                           | 26      | 27      | 14      | 18      | 20      | 9,9     | 19      | 16      | 10,4    | 11,5    | 11,5    | 11,5    | 11,5    | 11,5    | 11,5    | 11,5    | 11,5    |
| natrium (mg/l)                             | 175     | 200     | 64      | 80      | 31      | 28      | 61      | 36      | 56      | 67      | 67      | 67      | 67      | 67      | 67      | 67      | 67      |
| kalium (mg/l)                              | 9,9     | 6,8     | 6,8     | 4,2     | 5,5     | 4,5     | 7,2     | 4,5     | 11,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    | 13,5    |



de laatste provincie *Chara vulgaris* als meest algemene soort en trof *Nitella flexilis* op slechts één plaats aan. Den Held c.s. (1970) beschouwt voor het gebied De Haeck *Nitella flexilis* als minst gevoelige soort. De door hen beschreven combinatie van *Fontinalis antipyretica* met *Chara globularis* en *Nitella flexilis* is ook in Friesland waargenomen. Deze combinatie is vaak te beschouwen als een verarmde vorm van een vroegere, dichte kranswervegetatie in petgaten en plassen met veen op zandbodem, waarin *Nitellopsis obtusa* en plaatselijk *Chara aspera* domineerden. Ook *Potamogeton obtusifolius* en *Utricularia vulgaris* zijn kenmerkend voor deze combinatie. Een van de conclusies van Melzer (1976) 'bis auf wenige Ausnahmen sind alle Characeen an oligo- bis höchstens mesotrophe Gewässer gebunden, so daß genaue Determinierung der einzelnen Arten nicht unbedingt notwendig erscheint' geldt zeker niet voor de Nederlandse situatie met (ondiepe) sloten en petgaten.

Verder onderzoek naar het voorkomen van de verschillende soorten kranswieren, gecombineerd met fysisch-chemisch onderzoek, is nodig om deze tot de macrofyten gerekende planten adequaat als bio-indicatoren te kunnen (gaan) gebruiken.

Behalve de medewerkers van het Laboratorium van de Provinciale Waterstaat van Friesland worden in het bijzonder dank gezegd de heren J. van Raam en E.X. Maier voor het beschikbaar stellen van oudere vindplaatsgegevens van kranswieren in Friesland, alsmede voor het kritisch doorlezen van het manuscript. De heer J. van Raam controleerde bovendien determinaties van de kranswieren.

#### Literatuur

- Arnolds, E.J.M. & R. van der Meijden, 1976. Standaardlijst van de Nederlandse Flora 1975. Rijks-herbarium, Leiden.
- Claassen, T.H.L., 1982. Limnological data of an isolated Dutch broad. Hydrobiol. Bull. 16, p. 165-179.
- Ellenberg, H., 1979. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9, Göttingen.
- Forsberg, C., 1964. Phosphorus, a maximum factor in the growth of Characeae. Nature 201, p. 517-518.
- Gijssen, M.E.A. van & T.H.L. Claassen, 1978. Biologisch wateronderzoek: macrofyten en macrofauna. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Hartog, C. den & S. Segal, 1964. A new classification of the waterplant communities. Acta Bot. Neerl. 13, p. 367-393.
- Haslam, S.M., 1978. River plants, the macrophytic vegetation of watercourses. Cambridge.
- Held, A.J. den, J.J. den Held & E.X. Maier, 1970. Waterplanten en waterplantenvegetaties in de plassen van De Haak bij Slikkendam (Z.-H.). Gorteria 5 (2), p. 21-35.
- Heukels-Van Ooststroom, 1970. Flora van Nederland, 16e druk. Groningen.
- Krause, W., 1981. Characeen als Bio-indicatoren für den Gewässerzustand. Limnologica 13, p. 399-418.
- Lange, L. de, 1972. An ecological study of ditch vegetation in the Netherlands. Dissertatie, Amsterdam.
- Lange, L. de & J.C.J. van Zon, 1977. Beoordeling van de waterkwaliteit op basis van het macrofytenbestand, in L. de Lange & M.A. De Rooter, Biologische waterbeoordeling. Delft.
- Londo, G., 1975. Nederlandse lijst van hydro-, freato- en afreatofyten. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

- Maier, E.X., 1972. De kranswieren (Charophyta) van Nederland. Wetensch. Meded. KNNV 93, Hoogwoud.
- Margadant, W.D., 1959. Mossentabel, 3e druk. NJN, Amsterdam.
- Melzer, A., 1976. Macrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes ober-bayerischer Seen. Dissertatie, Vaduz.
- Plöeg, D.T.E. van der, 1977. Atlas fan de Floara fan Fryslân. Leeuwarden.
- Schroevers, P.J., 1977. Beoordeling van de waterkwaliteit op basis van het microfytenbestand, in L. de Lange & M.A. de Rooter, Biologische waterbeoordeling. Delft.
- Segal, S., 1965. Een vegetatieonderzoek van hogere waterplanten in Nederland. Wetensch. Meded. KNNV 57, Hoogwoud.
- Smit, H., 1980. Voorkomen en verspreiding van waterplanten in de polders ten westen van Alkmaar. De Levende Natuur 82, p. 33-39.
- Tansley, A.G. & T.F. Chipp, 1926. Aims and methods in the study of vegetation. London.
- Teunissen, R., 1982. Een vegetatiekundige en oecologische inventarisatie van petgaten in Friesland. Intern rapport no. 119, Hugo de Vries-laboratorium, Amsterdam.
- Westhoff, V. & A.J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Zutphen.

### **Charophyta in Friesland (the Netherlands)**

Six species of *Charophyta* were recorded in the province of Friesland, the Netherlands, in the years 1980-1982, during an ecological water quality research program. These species are *Chara aspera*, *C. delicatula*, *C. globularis*, *C. vulgaris*, *Nitella flexilis* and *N. mucronata*.

The distribution is presented in maps. They are investigated together with the other higher (water)plants. The occurrence of *Charophyta* was restricted to two water types, viz. ditches and peat-diggings. The assumed high biological monitoring value was not confirmed by the physico-chemical water quality data. Especially for the shallow Dutch waters further research is necessary on the potentially usefulness of (these) *Charophyta* as biological indicators of water quality.