

Nederlandse kranswieren

1. Sterkranswier [*Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves]

J.C. van Raam (Gewest Gooi en Vechtstreek, Postbus 1130, 1270 BC Huizen)

E.X. Maier (Henri Dunantsingel 68, 1902 EB Castricum)

Stoneworts of the Netherlands 1. *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves.

As the first in a series on the stoneworts (Characeae) of the Netherlands a treatise is given of *Nitellopsis obtusa*. Data on distribution, taxonomy, ecology and phytosociology are presented and possibilities for the protection of this endangered species in the Netherlands are discussed.

Inleiding

In het kader van het RIN-project 'Plantengemeenschappen van Nederland' zijn in 1988 de kranswiervegetaties geïnventariseerd en bewerkt.¹ Hierbij bleek dat het merendeel van de Nederlandse kranswiergemeenschappen nog slechts fragmentair ontwikkeld aanwezig is.

Ook de bij de verschillende provinciale milieu-inventarisaties verzamelde informatie met betrekking tot het voorkomen van kranswieren levert een verontrustend beeld. Weliswaar blijken enkele soorten, zoals *Chara vulgaris* en *C. globularis*, nog in vrij veel poldersloten aanwezig te zijn, maar van een aanzienlijk aantal soorten zijn sinds de laatste landelijke inventarisatie (1968/1969) de meeste groeiplaatsen verloren gegaan. *Nitellopsis obtusa* en enkele *Nitella*-soorten dreigen zelfs binnen afzienbare tijd uit de Nederlandse flora te verdwijnen. De verspreidingsgegevens in 'De kranswieren in Nederland'² zijn dan ook niet meer aktueel.

Gezien het belang van kranswieren en kranswiervegetaties in het aquatisch ecosysteem en bij de biologische waterbeoordeling³ leek het dienstig de nu beschikbare informatie beter toegankelijk te maken. Het ligt in de bedoeling in komende nummers van *Gorteria* per kranswiersoort een overzicht te geven van: de belangrijkste determinatiekenmerken, het areaal, het voorkomen in Nederland, de ecologie, vegetaties en gewenste beheersmaatregelen. Terwille van de 'aansprekelijkheid' worden tevens Nederlandse namen voor de soorten voorgesteld; zo krijgt *Nitellopsis obtusa* in deze eerste aflevering de benaming Sterkranswier.

Verder zal zo spoedig mogelijk een geïllustreerde determinatietabel van de Nederlandse kranswieren gepubliceerd worden.

Nitellopsis obtusa (Desv.) J. Groves [J. Bot. 57 (1919) 127] — Fig. 1

Synoniemen: *Chara obtusa* Desvaux [in: Loiseleur-Deslongchamps, Not. Pl. France (1810) 136].

Chara stelligera Bauer [in: Reichenbach, Moessler's Handb. 3, ed. 2 (1829) 1595].

Tolypellopsis stelligera (Bauer) Migula [in: Rabenhorst, Kryptog.-Fl. Deutschl., Oesterr. & Schweiz 5 (1897) 225].

Type: Holo: Herb. Desvaux (collector ?), 'Hab. in Gallia' (PC).

Het kleine geslacht *Nitellopsis*, met slechts drie recente soorten, wijkt af van alle andere tegenwoordige kranswieren door vorm en bouw van de oögonia, die zijn voorzien van een zeer

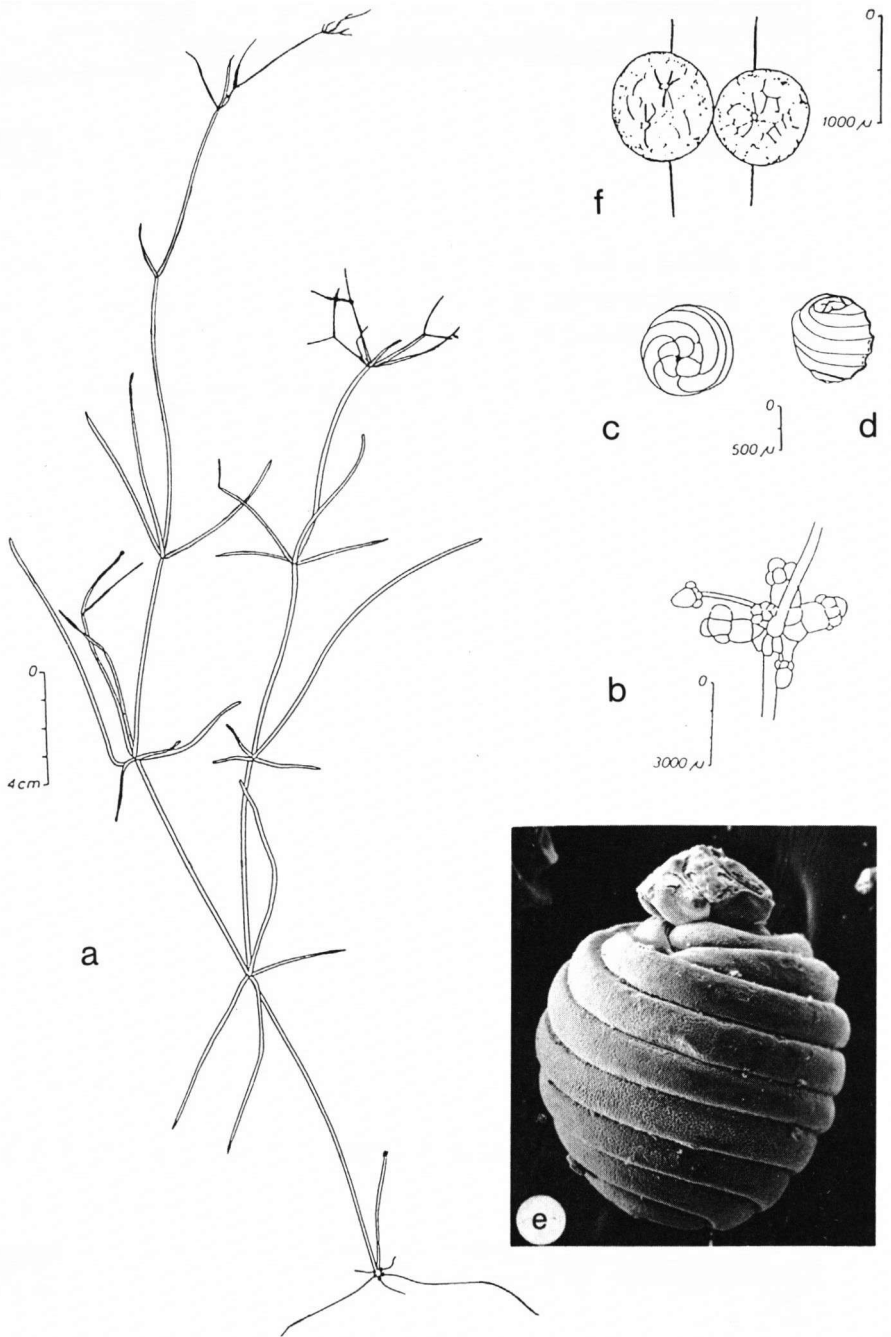


Fig. 1. Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*) — a. habitus; b. zetmeelster; c–e. oösporen met kalkhulsel; f. antheridiën. — a–d en f: overgenomen van Vroman (1976)²⁵; e: stereoscanopname U.W. Abts.

karakteristiek kalkhulsel met een rozetvormige top (fig. 1c). Deze kenmerkende oögonia zijn al bekend uit het Pliocen. *Nitellopsis obtusa* is in onveranderde vorm aanwezig sinds het vroeg-Pleistoceen en komt talrijk voor in zoetwater-afzettingen uit het Mindel-Riz-interglaciaal. De aanduiding 'levend fossiel'⁴ is dan ook niet geheel ten onrechte.

Areaal

De drie *Nitellopsis*-soorten hebben gescheiden arealen: *N. sarcularis* Zanev. is bekend uit Oost-Azië en Indonesië, *N. bulbillifera* C. Dont. is een Amerikaanse soort, terwijl *N. obtusa* tot voor kort beperkt was tot Europa.⁵

Het hoofdverspreidingsgebied van het Sterkranswier ligt in Noord-Duitsland en Polen. Ook in een brede strook langs de kusten van Finland tot Nederland komt of kwam de soort talrijk voor; zuidelijker, tot in Portugal, is het aantal vindplaatsen beperkt. Sterkranswier is zeldzaam in Zuid-Zweden en in Engeland en Schotland. Geïsoleerde groeiplaatsen zijn verder nog bekend uit Noord-Italië, Hongarije, Roemenië en West-Rusland.^{6 7}

Recent heeft de soort zich sterk uitgebreid langs de Boven-Rijn en in het Hongaarse Balatonmeer.⁶ Ook is Sterkranswier erin geslaagd het gebied van de St. Lawrence River in Zuidoost-Canada te koloniseren, vanwaaruit het zich snel uitbreidt tot in het Ontariomeer.⁸

Determinatiekenmerken

De determinatie geeft weinig problemen als de zeer kenmerkende witte, stervormige zetmeelknolletjes (bulbillen) aan het onderend van de *Nitellopsis*-plant aanwezig zijn. Zo niet, dan is Sterkranswier vegetatief vaak moeilijk te onderscheiden van *Nitella flexilis* en *N. translucens*. Als karakteristiek voor *Nitellopsis obtusa* worden vaak aangegeven de ongelijke afmetingen van de eindcellen van een kransstak: 1 grote en 1 of 2 kleinere; maar hetzelfde kan soms ook bij exemplaren van *Nitella flexilis* worden waargenomen.

In het algemeen onderscheidt *Nitellopsis* zich van *Nitella flexilis* door de forse afmetingen van de planten en de stompe uiteinden van de kransstakcellen, en van *N. translucens* door de grijze kleur van de verse planten en het ontbreken van een kroontje van 1–5 korte eindcellen aan het eind van de kransstakken.

Beschrijving van het Nederlandse materiaal

Planten gewoonlijk fors, grijsgroen, tot 1 m lang. Hoofdas tot 1,5 mm dik, zonder schorscellen of stekels.

Witte stervormige zetmeelknolletjes ('bulbillen') aan het onderend van de planten.

Kransstakken tot 9 cm lang, bestaande uit 2 (soms 3) segmenten. Op iedere takknoop 1 (soms 2) bractee-cel(len), deze tot 2 cm lang, meestal korter dan het laatste taksegment. Geen stipulae, wel 3 knooppellen aan het onderend van een tak.

Tweehuizig. Oögonia tot 1,5 mm lang, tot 1 mm in diameter. Oösporen lichtbruin, ca. 0,8 mm lang, ca. 0,6 mm in diameter. Antheridia tot ca. 1 mm in diameter.

Het Nederlandse materiaal is zeer homogeen, er zijn geen variëteiten of vormen in te onderscheiden. Uit Italië is een forsere vorm beschreven als var. *ulvoides* A. Braun; soms wordt nog een kleinere vorm onderscheiden als f. *laxa* Migula.

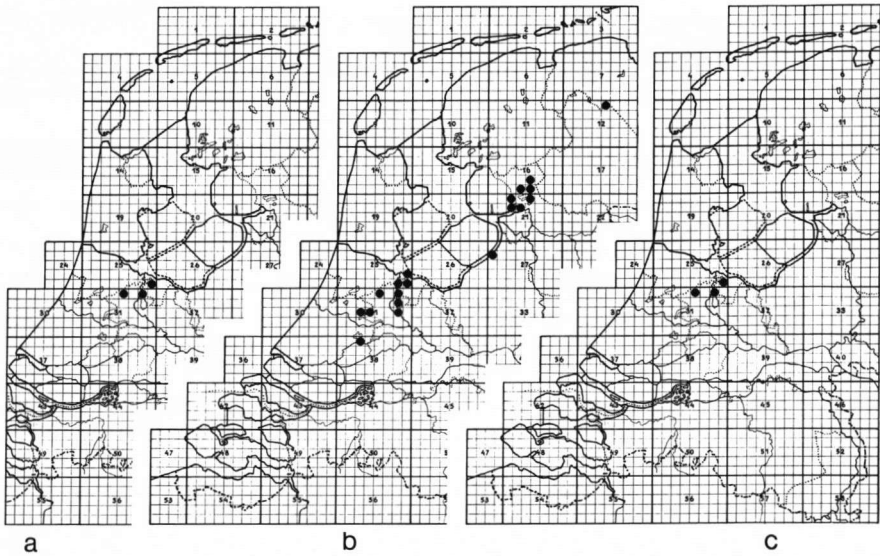


Fig. 2. Voorkomen van Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*) in Nederland vóór 1930 (a); 1930–1980 (b); na 1980 (c).

Voorkomen in Nederland

Omstreeks 1940 kwam Sterkranswier in de Nederlandse veenplassen met zandondergrond massaal voor. Het was toen de meest algemene waterplant in dit milieu. Opmerkelijk is daarom dat het oudste bekende herbariumexemplaar pas uit 1920 dateert! Het is door De Graaf verzameld in de Wijde Blik bij Vreeland en bevindt zich in het Rijksherbarium. De soort wordt ook in oudere literatuur niet voor Nederland vermeld.⁹

Het lijkt erop dat Sterkranswier tussen ca. 1900 en 1940 een enorme opbloei kent (fig. 2a, b), alle geschikte wateren koloniseert en waar mogelijk geheel opvult. Hierbij zijn ook volkomen nieuwe groeiplaatsen, zoals het Vollenhovense Meer en het Veluwemeer. Maar nergens houdt de soort lang stand.

In de Westnederlandse veenplassen begint na 1945 al een snelle achteruitgang van het Sterkranswier, na 1970 verdwijnt de soort ook elders weer even snel als zij gekomen is. Momenteel zijn nog slechts hier en daar restanten van vroegere uitgestrekte vegetaties aanwezig (fig. 2c).

Opbloei en ondergang blijken ook uit de aantallen atlasblokken waar de soort gevonden is en de atlasblokfrequentieclassen (AFK) voor de perioden: voor 1930, 1930–1980 en na 1980.

	aantal atlasblokken	AFK
voor 1930	3	1
1930–1980	19	3
na 1980	3	1

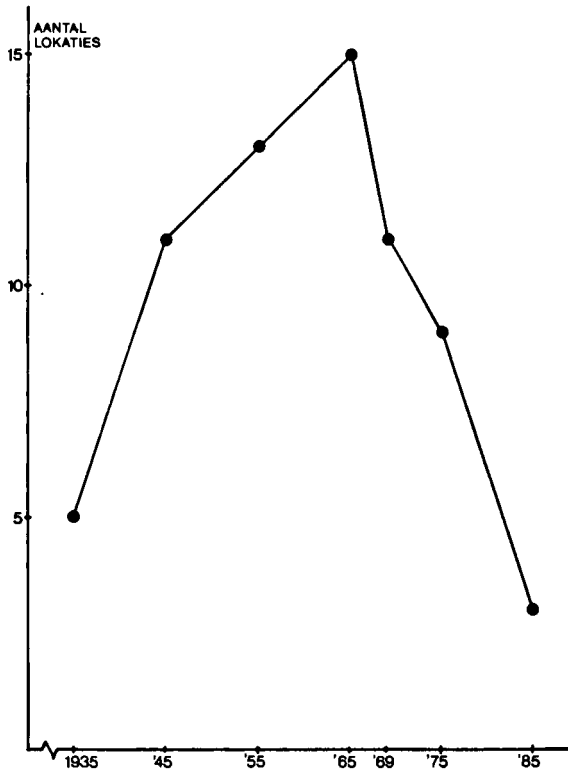


Fig. 3. Het aantal lokaties waarvan Sterkranswier (*Nitellopsis obtusa*) in Nederland bekend was in een aantal opeenvolgende jaren van 1935–1985.

Ook de aantallen lokaties waarvan de soort in enkele opvolgende jaren bekend is, geven een vergelijkbaar beeld (fig. 3). Daarbij moet bedacht worden dat de meeste lokaties in Noord-west-Overijssel pas na 1960 geïnventariseerd zijn, toen *Nitellopsis* al duidelijk op haar retour was.

Op de nog resterende groeiplaatsen – het Naardermeer, de Loenerveense Plas en Bots-hol – is het voortbestaan van het Sterkranswier niet zeker. Vrijwel overal valt een gestage achteruitgang te constateren.^{10 11} Zet dit proces zich door, dan is over enkele jaren het Sterkranswier uit de Nederlandse flora verdwenen.

Vegetatie

Nitellopsis obtusa vormt onder optimale omstandigheden uitgestrekte, zeer dichte, soortenarme vegetaties, de reeds door Sauer¹⁰ beschreven '*Nitellopsis*-Wiesen'. Later werd dit vegetatietype door Damska¹¹ benoemd als *Nitellopsidetum obtusae* (Sauer) Damska, welke associatie wordt gerekend tot het verbond *Charion fragilis*.¹ Het *Nitellopsidetum obtusae* treedt massaal op in kalkrijke, mesotrofe, diepe meren in Noord-Duitsland en Polen; verder komt het binnen het hele areaal van de soort voor in verschillende varianten.

Tabel 1. Overzichtstabel van het *Nitellopsidatum obtusae* in Nederland.

	1		2	
Klassekensoorten Charetea:				
<i>Chara globularis</i>	10	3	39	3
<i>Nitella opaca</i>	3	10		
Verbondskensoorten Charion fragilis:				
<i>Chara contraria</i>	3	10	27	3
<i>Chara aspera</i>	10	25	19	8
Associatiekensoorten Nitellopsidatum obtusae:				
<i>Nitellopsis obtusa</i>	90	90	100	72
<i>Nitella hyalina</i>	20	85		
Differentiërend voor assoc. Nitellopsidatum obtusae:				
<i>Fontinalis antipyretica</i>	20	10	54	6
Differentiërend voor 'varianten':				
<i>Nitella mucronata</i>	20	1		
<i>Potamogeton lucens</i>	20	4		
<i>Potamogeton compressus</i>	20	4		
<i>Chara major</i>			27	4
<i>Potamogeton pectinatus</i>	3	2	69	6
Begeleiders:				
Kensoort Nitelletalia flexilis:				
<i>Nitella flexilis</i>	10	4	8	4
Kensoorten Potametea:				
<i>Ceratophyllum demersum</i>	7	14	27	2
<i>Utricularia vulgaris</i>	3	4	38	5
<i>Nymphaea alba</i>	10	3	19	2
<i>Nuphar lutea</i>	3	4	5	4
Overige soorten:				
<i>Myriophyllum spicatum</i>	40	10	58	8
<i>Najas marina</i>	20	4	31	6
' <i>Vaucheria spec.</i> '	20	25	23	21
Aantal opnamen	30		26	

1 = zoetwatervegetaties (Cl⁻ tot 100 mg/l).

2 = 'brakwater'-vegetaties (Cl⁻ 200-700 mg/l).

Per soort is aangegeven de presentie in reële procenten gevolgd door de gemiddelde bedekking, eveneens in procenten.

Alleen begeleidende soorten met een presentiewaarde van meer dan 5% zijn vermeld.

De oorspronkelijk door Sauer en Dambaska beschreven gemeenschap is een diepwatervegetatie met alleen maar *Nitellopsis* en komt op 5-11 m diepte in Noordduitse en Poolse meren voor. Deze vorm van het *Nitellopsidatum* is bij ons niet ontwikkeld: het water in onze diepe plassen, zandgaten en dergelijke is daarvoor vrijwel altijd te troebel. Naast dit 'pure' *Nitellopsidatum* zijn enkele gemeenschappen van ondieper water beschreven^{6, 14}, waarin *Nitellopsis* weliswaar domineert, maar waarin ook andere kranswieren, vaatplanten en mossen een meer of minder belangrijke rol kunnen spelen.

In Nederland zijn hiervan twee varianten of 'subassociaties' te onderscheiden, gebonden aan zoet respectievelijk tamelijk brak water (tabel 1). Hiervan komt nu nog het meest voor de gemeenschap van *Nitellopsis* met *Nitella mucronata* en *N. hyalina* in het zoete water (Cl^- tot 100 mg/l) van het Naardermeer en de Loenerveense Plas. Vroeger was dit vegetatietype algemeen in Noordwest-Overijssel en in zoete plassengebieden van West-Nederland, zoals de Vechtplassen¹⁵ en de Reeuwijkse plassen. De zeer zeldzame *Nitella hyalina* staat in onze streken veelal in plassen waar ook *Nitellopsis* voorkomt, zij het wat meer aan de rand. Enkele opnamen van door *N. hyalina* gedomineerde vegetaties bevatten 'toevallig' geen *Nitellopsis*; deze worden wel tot het Nitellopsidetum gerekend¹ (zie tabel 1, kolom 1).

In brak water (Cl^- 200–700 mg/l) komt een vorm van het Nitellopsidetum met *Chara major* (= *C. hispida*) voor. Deze is nu alleen nog fragmentair aanwezig in de Botshol, maar kwam vroeger in sommige delen van West-Nederland vrij algemeen voor, o.m. in De Haak en het Nieuwkoopse plassengebied.^{16 17} Beide vegetatietypen kunnen in contact staan met het *Chara* asperae, het *Najadatum marinae* en eenheden uit de klasse Potametea.

In zeldzame gevallen kan *Nitellopsis* – in vaak vrij grote dichtheid – een verborgen bestaan leiden in Magnopotamion-gemeenschappen. Bekend was onder meer het voorkomen van de soort in de Venematen bij Zwartsluis, waar tussen een dichte vegetatie met *Potamogeton obtusifolius*, *P. compressus*, *Elodea canadensis*, *Nitella flexilis* en dergelijke, tal van exemplaren van *Nitellopsis* pas bij onderwaterkartering ontdekt werden.

Ecologie

Sterkranswier groeide bij ons in alle grotere plassen en petgaten met helder, kalkrijk water op een zandbodem of een veen-op-zandbodem. Behalve uit Westnederlandse veengebieden (Nieuwkoop, De Haak, Reeuwijk, het Vechtplassengebied) en Noordwest-Overijssel was het ook bekend van de Randmeren en het Zuidlaardermeer. Daarentegen is het niet aange-

Tabel 2. Fysisch-chemische waarden voor *Nitellopsis obtusa*.

		gemiddeld	75-percentiel
pH	7,5 – 9,2	7,7 / 8,4	
P- PO_4^{3-}	0 – 0,044	0,007	0 – 0,018
N- NH_4^+	0,02 – 0,84	0,17	0,07 – 0,29
Ca^{2+}	40 – 95	62	45 – 83
Cl^-	z 40 – 98 b 196 – 688	67 403	52 – 76 232 – 576
EGV	360 – 2250		
IR	z 0,18 – 0,35 b 0,05 – 0,15	0,28 0,08	0,21 – 0,35 0,06 – 0,09

Ionenconcentraties in mg/l.

EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) in S/cm (18°).

IR (Ionic Ratio) = $1/2 [\text{Ca}^{2+}] / (1/2 [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Cl}^-])$ (concentraties in mmol gemeten).

z = zoetwater-groeiplaatsen (Naardermeer, Duiningmeer, Zuideindiger Wijde, Venematen).

b = 'brakwater'-groeiplaatsen (Botshol, De Haak, Nieuwkoop).

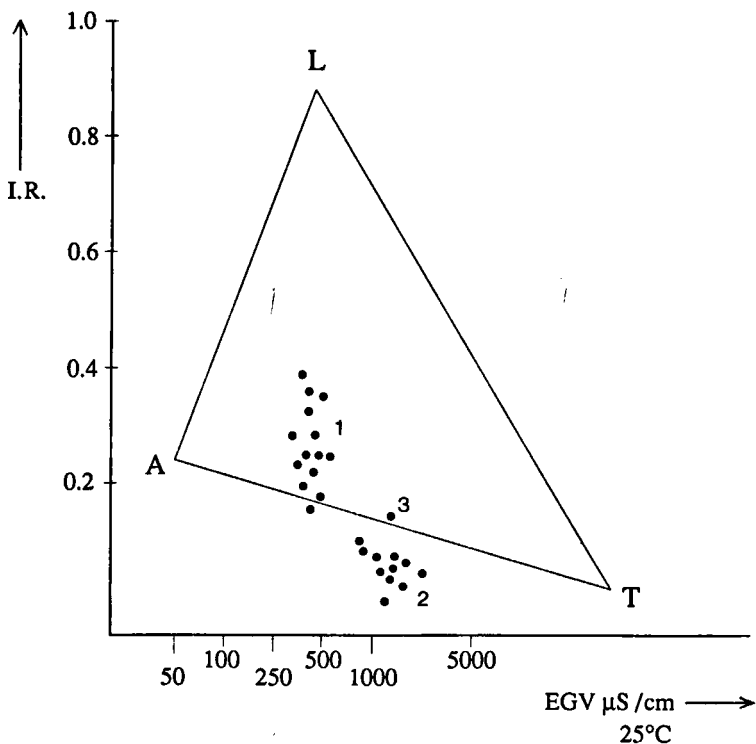


Fig. 4. De Ionic Ratio { $I.R. = \frac{1}{2} [Ca^{2+}] / (\frac{1}{2} [Ca^{2+}] + [Cl^-])$ } afgezet tegen het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) van groeiplaatsen met *Nitellopsis obtusa*. Aangegeven zijn ook de waarden voor Lithotroof (L), Amotroof (A) en Thalassotroof (T) water.¹⁸ — 1. Zoetwater-standplaatsen (Naardermeer, Noordwest-Overijssel); 2. 'Brakwater'-standplaatsen (Botshol, De Haak); 3. Nieuwkoopse plassen.

troffen in plassen op klei- of diepe/veengrond, zoals de Friese meren en de plassen langs de rand van de Haarlemmermeerpolder. Incidenteel werd het gevonden in brede, diepe sloten, meestal grenzend aan grotere wateren en veengebieden.

Hoewel *Nitellopsis* tot op grote diepte goed kan gedijen, komt de soort bij ons niet dieper voor dan tot 2,5 m. Het te geringe doorzicht in onze diepe plassen en zandgaten is kennelijk een beperkende factor.⁶

Licht en watertemperatuur zijn zowel van belang voor de vorming van gametangiën¹⁶ als bij de kieming van de oösporen. Kieming van de oösporen vindt in het late voorjaar plaats, de planten groeien daarna snel uit tot aan het wateroppervlak en kunnen bij ons wel tot 1 m lang worden. Vorming van gametangiën gebeurt onder gunstige omstandigheden – in een warme zomer in helder water – in augustus/september, waarna meestal rijpe oösporen aanwezig zijn in oktober. In het algemeen domineren in een populatie hetzij mannelijke, hetzij vrouwelijke planten.

Eind oktober, begin november vallen de planten uit elkaar. Zowel oösporen als bulbillen (de stervormige zetmeelknolletjes onderaan de planten) overwinteren en kunnen het volgende voorjaar kiemen respectievelijk opnieuw uitgroeien.

Gegevens met betrekking tot de fysisch-chemische waterkwaliteit van standplaatsen met Sterkranswier zijn samengevat in tabel 2 en fig. 4. Het kalkgehalte (Ca^{2+}) van het water is gemiddeld vrij hoog, terwijl de gehalten aan fosfaat (P-PO_4^{3-}), nitraat (N-NO_3^-) en ammonium (N-NH_4^+) aan de lage kant zijn. Bij het chloridegehalte (Cl^-) is onderscheid gemaakt tussen zoete standplaatsen (Cl^- tot 100 mg/l) en zwak brakke standplaatsen (Cl^- meer dan 200 mg/l). De in de tabel gegeven waarden wijken nauwelijks af van hetgeen elders voor het Sterkranswier vermeld wordt.

In figuur 4 is de Ionic Ratio (IR) van de verschillende standplaatsen afgezet tegen het bijbehorende EGV.¹⁸ Duidelijk blijkt hier de gescheiden synecologische positie van de twee varianten, brakwater-zoetwater, van het *Nitellopsidetum*.

Vaak is gewezen op de veronderstelde extreme gevoeligheid van *Nitellopsis* voor fosfaat-eutrofiëring.¹⁹ In z'n algemeenheid is deze opvatting niet juist. Krause⁵ gaat hier dieper op in aan de hand van de achteruitgang van de soort op de oude groeiplaatsen in Noord-Duitsland en de opbloei in Midden-Europa. Hij maakt aannemelijk dat *Nitellopsis* uitstekend in staat is matig eutrofe wateren snel te koloniseren, zolang het water helder blijft. Dit zou een verklaring kunnen geven voor de late eerste vondst (pas in 1920) van het Sterkranswier in ons land. Tot in het begin van deze eeuw was het oppervlaktewater in Nederland buiten de stedelijke en industriële centra zeer fosfaatarm. Uitspoeling vanuit landbouwgrond vond nog niet plaats. *Nitellopsis* leidde vermoedelijk hier en daar een onopvallend bestaan tussen andere waterplanten. Pas toen op grotere schaal 'kunstmest' (aanvankelijk guano) gebruikt begon te worden, steeg het fosfaatgehalte van het oppervlaktewater, eerst langzaam, na ongeveer 1950 steeds sneller. Zoals Krause constateerde, wordt de geslachtelijke voortplanting van *Nitellopsis* enorm gestimuleerd bij een beginnende fosfaat-eutrofiëring. In deze beginperiode van de eutrofiëring is de soort in staat zich massaal, explosief, uit te breiden – precies wat bij ons gebeurde in de periode 1900–1940.²⁰ Bij verder toenemende eutrofiëring krijgt het Sterkranswier het echter steeds zwaarder te verduren, daar door algenbloei het water snel troebeler wordt in de voor de soort kritieke maanden mei en juni. Er komt dan te weinig licht op de bodem voor ontkieming van de oösporen en de uitgroei van zetmeelknolletjes. Bovendien wordt daarna de vorming van gametangiën geremd.

Uiteindelijk redt het Sterkranswier het niet meer of blijven hoogstens hier en daar wat mieziger exemplaren tussen de resterende waterplanten over.

Behoud en beheer

De betekenis van het aquatisch ecosysteem van de eens uitgestrekte velden met Sterkranswier was ooit uitermate groot. De planten bonden grote hoeveelheden kalk, fosfor en stikstof^{21 22}, verhinderden planktonbloei en hielden daarmee het water helder. *Nitellopsis*-planten zaten vol met diatomeën en andere ephyten²³, waarop weer grazers afdwaalden. Iedere plant vormde zo een eigen ecosysteem.

Sterkranswier-velden boden beschutting aan visbroed en macrofauna. Voor tal van eende-soorten was *Nitellopsis* een belangrijke voedselbron, met name door de rijkdom aan epifyten en kleine waterdieren.²¹

Dit complexe ecosysteem was redelijk stabiel en zelfs bestand tegen lichte eutrofiëring. Toch is de ondergang snel gegaan. De belangrijkste oorzaak ligt in vertroebeling van het water door planktonbloei en opwervend bodemslib. Opgewoeld slib en planktonbloei door te sterke eutrofiëring nemen in het voorjaar zoveel licht weg, dat de oösporen niet meer kiemen en de zetmeelknolletjes niet uitgroeien.

Voor herkolonisatie of hernieuwde aanwas van nog resterende populaties zal het water in het voorjaar helder moeten zijn. Dit betekent dat voorjaars-planktonbloei en opwerveling van bodemslib moeten worden tegengegaan. Planktonbloei is te voorkomen door hetzij lage aanvangs-fosfaatconcentraties, hetzij lage watertemperaturen. Uiteraard is herstel van een natuurlijke toevoer van fosfaatarm, koel grondwater (de op de meeste standplaatsen vroeger aanwezige kwel) de best mogelijke beheersmaatregel. Dit is meestal niet meer mogelijk. Dan valt soms aan de gestelde eisen te voldoen door een voorzichtige verwijdering van de aanwezige sliblaag, zo nodig gecombineerd met defosfatering van toegevoegd water.²⁴

Belangrijk is ook dat het bevaren van *Nitellopsis*-groeiplaatsen wordt tegengegaan. Door bevaring worden de gesloten velden van het Sterkranswier onderbroken. Wind en golfslag krijgen daarmee vat zowel op het bodemslib als op de resterende, vrij broze planten. Daardoor kan in korte tijd een nog dichte vegetatie vernietigd worden.

Voor het overige valt er weinig te beheren, we dienen er het beste van te hopen.

1. J.H.J. Schaminée, E.X. Maier & J.C. van Raam, 1988. Plantengemeenschappen van Nederland 3. *Charatea fragilis* (concept). Intern Rapport R.I.N. 88/80, Leersum.
J.C. van Raam & J.H.J. Schaminée, in voorbereiding. Die Charatea-Gesellschaften Europas, insbesondere der Niederlande.
2. E.X. Maier, 1972. De kranswieren (Charophyta) van Nederland. Wetensch. Meded. KNNV 93.
3. H. Duel, R. During & J.B.M. Thissen, 1988. Ecologisch profiel van enkele planten- en diersoorten van binnenwateren. Deel A: Waterplanten, oeverplanten en stroomdalplanten. TNO-SCMO Rapport 88/10a, Delft.
W. Krause, 1981. Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. *Limnologica* 13: 388–418.
4. T. Notzhold, 1977. *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves and *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) von Leonhardi - lebende Fossilien? *Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg* 67: 217–234.
F.K. Daily, 1973. Lime-shells of *Nitellopsis obtusa* - fossil and extant affinities. *Bull. Torrey Bot. Club* 100: 75–78.
5. De incidentele vermelding van het voorkomen van *N. obtusa* in Zuidoost-Azië en Japan berust vrijwel zeker op foutieve determinaties, met name op verwarring met *N. sarcularis* of *Chara australis* R. Br.
6. W. Krause, 1985. Über die Standortsansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. *Carolina* 42: 31–42.
7. Aanvullende gegevens voor Engeland en Schotland in:
J.A. Moore & D.M. Greene, 1983. Provisional atlas and catalogus of British Museum (Nat. Hist.) specimens of the Characeae. Biological Records Centre, Institute of Terrestrial Ecology, Abbots Ripton. Voor Italië:
G. Bazzichelli, 1959. *Nitellopsis obtusa* (Desv.) Groves f. *laxa* Migula nel lago di Moterozi (Lazio). *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n.s. 66: 355–363.
Voor Roemenië:
Tr.J. Stefureac & V. Ionescu-Teculescu, 1967. Beiträge zur Kenntnis der Characeen aus der Rumänischen Volksrepublik 3. *T. Si. Cerc. Biol. Ser. Bot.* 19: 441–448.
8. J.W. Geis, G.J. Schumacher, D.J. Raynal & N.P. Hydulee, 1981. Distribution of *Nitellopsis obtusa* (Charophyta, Characeae) in the St. Lawrence River, a new record for North America. *Phycologia* 20: 211–214.
9. W. Migula, 1897. Die Characeen In: L. Rabenhorst, *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*, 2. Aufl., Bd. 5. Leipzig.
J.S. Zaneveld, 1942. De ontwikkeling van de kennis van de Nederlandse Charophyta. *Ned. Kruidk. Arch.* 52: 113–142.
10. Voor Botshol en Naardermeer is de achteruitgang van de kranswierbegroeiingen door onderzoekers van de Vrije Universiteit (Amsterdam) vastgelegd:
H. Hillebrand, 1987. De eutrofiëring van de Botshol. *Wetensch. Meded. KNNV*. 182.
T.J.M. Spruijt, 1985. Waterplanten in het Naardermeer 1984. Kranswieren afscheid of perspectief? Rapport Vakgroep Biosystematiek, V.U., Amsterdam.
Idem, 1985, 1986, 1987, 1988. Onderzoeksverslagen waterplanten in het Naardermeer voor 1985–1988.

11. Een samenvatting van de oorzaken van de achteruitgang van de kranswievelden op de Loosdrechtse Plassen geven:
E. P. H. Best, D. de Vries & A. Reins, 1984. The macrophytes in the Loosdrecht Lakes: a story of their decline in the course of eutrophication. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 868–875.
L. van Liere, L. Breebaart, W. Kats & J. J. Buyse, 1989. De waterkwaliteit in het Loosdrechtse plassen-gebied. W.O.L.-publ. 1989-5. Nieuwersluis.
12. F. Sauer, 1937. Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. Archiv f. Hydrobiol. Suppl. Bd. 6: 431–592.
13. I. Damska, 1961. Plant communities of Lakes in the region of Sieraków and Miedzzychód (Pools, met Engelse samenvatting). Poznanski Tow, Przyjaciol Nauk, Math.-Przyrod Biol. 23 (4): 3–120.
14. H. D. Krausch, 1964. Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes 1. Die Gesellschaften des offenen Wassers. Limnologica 2 (2): 145–203.
W. Krause, 1969. Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene. Archiv f. Hydrobiol. Suppl. Bd. 35: 202–235.
15. W. J. van den Berg & J. T. de Smidt, 1985. De vegetatie van het Oostelijk Vechtplassengebied 1935–1980. Rapport Comm. Vecht en O. en W. Plassengebied/Gewest Gooi en Vechtstreek.
16. A. J. den Held, J. J. den Held & E. X. Maier, 1970. Waterplanten en waterplantenvegetaties in de plassen van De Haak bij Slikkendam (Z.H.). Gorteria 5: 21–35.
17. J. J. den Held & A. J. den Held, 1976. Het Nieuwkoopse Plassengebied. Zutphen.
18. G. van Wirdum, in voorbereiding. Proefschrift.
19. C. Forsberg, 1965. Environmental conditions of Swedish Charophytes. Symb. Bot. Uppsala 18: 1–67.
20. Van Liere e. a. (zie noot 11) vermelden hoe in ongeveer 10 jaar tijd Sterkranswier zich in de Loosdrechtse Plassen explosief uitbreidde, tot de bodem van de plassen er geheel mee bedekt was.
21. P. Leentvaar & M. F. Mörzer Bruijns, 1962. De verontreiniging van de Loosdrechtse plassen en haar gevolgen. De Levende Natuur 65: 42–48. — Hierin wordt onder meer verteld dat Sterkranswier in de Loosdrechtse plassen zoveel kalk aan het water onttrok, dat dit problemen gaf bij de drinkwaterwinning uit de plassen.
22. E. Wasmund, 1925. Seeablagerungen als Rohstoffe. Archiv f. Hydrobiol. 25: 423–532. — Deze auteur noemt het gebruik van kranswieren, waaronder *Nitellopsis*, als meststof in Noord-Duitsland.
23. Over de samenstelling van het epiphyton op Sterkranswier is weinig bekend. Van Dam & Mertens onderzochten in het kader van een onderzoek naar de waterkwaliteit in de Nieuwkoopse Plassen de diatomeeën op herbariumexemplaren van een aantal waterplanten, waaronder een exemplaar van *Nitellopsis* verzameld in 1934. Het ligt in de bedoeling dit onderzoek te herhalen met recent verzamelde planten. Blindow deed onderzoek naar de invloed van het substraat op epiphytonsamenstelling en vergeleek daarvoor de begroeiing van verschillende waterplanten, onder meer *Nitellopsis*, uit een meer in Zuid-Zweden. Uit beide onderzoeken blijkt de rijke begroeiing en de specifieke samenstelling van het epiphyton op Sterkranswier in vergelijking met andere kranswiersoorten en met *Najas marina* en *Potamogeton pectinatus* van dezelfde groeiplaatsen.
H. van Dam & A. Mertens, 1988. Diatomeeën op herbariummateriaal van waterplanten uit de Nieuwkoopse Plassen. Rapport R.I.N., Leersum.
I. Blindow, 1987. The composition and density of epiphyton on several species of submerged macrophytes – The neutral substrate hypothesis tested. Aq. Bot. 29: 157–168.
24. L. van Liere, R. D. Gulatti, E. H. R. R. Lammens & F. G. Wortelboer, 1989. Van voedingsstof tot vis en van vis tot voedingsstof. Landschap 6 (1): 33–46.
25. M. Vroman, 1976. De verspreiding van waterplanten in de Botshol. In: P. A. Bakker (red.), De Noordelijke Vechtplassen: 317–331. Uitg. Comm. Vecht en O. en W. Plassengebied.

Behalve van bovengenoemde publicaties is gebruik gemaakt van enkele niet gepubliceerde rapporten:

J. S. Zaneveld, 1946. De Nederlandse Kranswieren.

E. X. Maier, 1974. De oecologie van Characeae in Nederland.

Verspreidingsgegevens van kranswieren, verzameld bij het vegetatie-onderzoek van de provincie Zuid-Holland (met dank aan A. J. den Held).

Een overzicht van de literatuur met betrekking tot *Nitellopsis obtusa* (ca. 230 referenties) is te verkrijgen bij de auteurs.