

Der Formenkreis von *Chondrus crispus* und seine ökologische Bedingtheit.

Von Margarete Thomas.

(Mit Tafel IV—VII, 16 Abbildungen im Text und 1 Karte.)

Inhalt:

	Seite
Einleitung	137
Morphologie und Anatomie von <i>Chondrus crispus</i>	138
Horizontale und vertikale Verbreitung von <i>Chondrus crispus</i>	141
Nutzen	142
Methodik	144
Ökologischer Teil	146
Einleitung	146
Litorale Formen	146
1. Licht und Austrocknung	149
2. Temperatur	155
3. Salzgehalt	156
4. Wasserbewegung	157
5. Versandung	159
6. Tierfraß	159
Sublitorale Formen	160
Die Formen der dänischen Gewässer	160
1. Salzgehalt	169
2. Temperatur	171
3. Lichtintensität	172
4. Strömungen	173
Migrationsformen	173
Systematischer Teil	174
Bestimmungsschlüssel der Formen	175
Tabellen	195
Wichtigste Literatur	205

Einleitung.

Die Vielgestaltigkeit des *Chondrus crispus* ist schon seit Gmelin (1737) bekannt; sie hat ihm wie auch zahlreichen anderen Algologen Anlaß gegeben, ihr durch die Aufteilung in neue Arten, Varietäten und Formen gerecht zu werden. Leider sind diese oft

unabhängig voneinander aufgestellt worden. Die Folge davon ist eine Fülle von meist ungeklärten Synonymen. Um hier zunächst einmal Klarheit zu schaffen, habe ich Originale und Beschreibungen, soweit sie erreichbar waren, geprüft. Es hat sich dabei herausgestellt, daß alle vorgenommenen Gliederungen nur den systematischen Wert einer Form haben; denn bisher ist die ökologische Seite fast unbeachtet geblieben.

In der vorliegenden Arbeit soll nun dargelegt werden, daß die Vielgestaltigkeit des *Chondrus crispus* in der Hauptsache durch ökologische Faktoren bedingt ist. Es war dazu notwendig, alle erreichbaren Formen zu untersuchen und die Verhältnisse ihrer Standorte festzustellen. Leider waren die Bemühungen, lebendes Pflanzenmaterial aus Frankreich und Spanien zu erhalten, erfolglos. Gegenüber der großen Anzahl der von mir untersuchten Exemplare, die von den verschiedenartigsten Standorten stammen, dürfte jedoch das Fehlen dieses Materials kaum ins Gewicht fallen.

Die Arbeit habe ich im Botanischen Museum in Berlin-Dahlem ausgeführt. Herrn Prof. Dr. D i e l s statte ich für die Erlaubnis zur Benutzung des Herbarmaterials, der Bibliothek und des mir zur Verfügung gestellten Arbeitsplatzes meinen verbindlichsten Dank ab. Ganz besonders danke ich Herrn Dozenten Dr. O. C. S c h m i d t für die Anregung und die wertvolle Förderung meiner Arbeit.

Herrn Prof. Dr. H a g m e i e r bin ich für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes an der Biologischen Anstalt in Helgoland zu Dank verpflichtet. Den Herren Prof. Dr. L. K. R o s e n v i n g e (Kopenhagen), Dr. E. D. H y l m ö (Varberg), Dr. O. H o e g (Trondheim), Frau A. W e b e r v. B o s s e sowie der Marinens Biologischen Station Port Erin, der Marine Biological Association of the United Kingdom (Plymouth), den Vorständen der Herbarien Hamburg, Kiel, Kopenhagen, Stockholm, Upsala, Lund, Edinburgh, Kew und der Biologischen Anstalt Helgoland, danke ich bestens für das mir zur Verfügung gestellte Material.

Morphologie und Anatomie von *Chondrus crispus*.

Es soll im folgenden eine morphologische und anatomische Beschreibung von *Chondrus crispus* gegeben werden, jedoch nur insoweit, als sie mir für den Zweck der vorliegenden Arbeit erforderlich scheint.

Aus einer Haftscheibe erheben sich zahlreiche Sprosse, die in jungem Zustand meist stielrund sind und sich später allmählich mehr oder weniger verbreitern. Die morphologische Gestaltung der Thalli ist dann in hohem Grade variabel; sie sind zum Teil lappig breit

(f. *plana*, f. *undulata*, f. *dilatata*, f. *ciliata*), zum Teil fadenförmig-schmal (f. *angustifrons*, f. *corymbosa*, f. *apiculata*, f. *membranacea*). Die Thalli können vollständig glatt und dünnhäutig oder gekraust und dicklederig sein. Auch in der Größe (Höhe) sind Unterschiede von 2—25 cm zu verzeichnen. Zwischen diesen Extremen sind alle möglichen Übergänge vorhanden. Gemeinsam ist den meisten Formen eine mehr oder weniger deutlich entwickelte dichotomische Verzweigung. Doch kann diese auch stark gestört sein. Die Farbe der Thalli variiert zwischen dunkelrot, braun und gelblich grün.

Über den anatomischen Aufbau der Haftscheibe haben bereits Darbshire (1902) und Rosenvinge (1909) ausführlich berichtet. Die Haftscheibe ist durch ihre vorwiegend parenchymatische Struktur charakterisiert. Kleine, nahezu quadratische Zellen mit dicken Wänden sind regelmäßig in leicht gebogenen, vertikalen Reihen angeordnet. Diese Zellen gehen allmählich in die Markschicht des Thallus über. Der Thallus lässt deutlich zwei Schichten erkennen, nämlich die Rindenschicht, nach ihrer Funktion auch als Assimilationsgewebe bezeichnet, und die innere Markschicht. Darbshire nennt die letzte "conducting tissue" und unterscheidet außerdem noch "collecting cells", die den Übergang zwischen den beiden Schichten bilden. Die Zellen der inneren Schicht sind meist schlauchförmig langgestreckt, in ihren Ausmaßen aber sehr schwankend; nach den jeweiligen ökologischen Bedingungen sind sie kurz gedrungen oder zylindrisch eng. Auch die Stärke der Zellwand ist großen Variationen unterworfen und so zwischen ca. 2 μ und 10 μ stark. Die Zellen, die den Übergang zur Rindenschicht bilden, sind etwas kleiner und ebenso wie die der Markschicht durch Tüpfel verbunden. Nach außen werden diese Zellen im Volumen immer geringer, bis sie in die kleinen Zellen der Assimilationsschicht übergehen. Diese letzten stehen ebenfalls durch Tüpfel miteinander in Verbindung. Die Spitze des Thallus hat die Struktur, die für Oldmann's Springbrunnentypus bezeichnend ist.

Auf die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane will ich hier nicht näher eingehen, sondern aus diesem Gebiet nur das kurz zusammenfassen, was auf die äußere Gestaltung von *Chondrus crispus* von Einfluß ist. So erfahren nach Darbshire die Thalli bei der Antheridienbildung eine vorübergehende Änderung, d. h. die Thalli nehmen später die vegetativen Funktionen wahrscheinlich wieder auf. Die Antheridien kommen in modifizierten, blattartigen Thallusenden zur Entwicklung. Nach Buffham (1896) und Grubb (1925) sind die antheridientragenden Pflanzen durch weiße Flecken an den Spitzen des Thallus erkennbar.

Die Pflanzen, die *Cystocarpien* tragen, sind äußerlich leicht zu erkennen. Die Karposporen sind in scharf begrenzten Sori angehäuft, die meist auf einer Seite des Thallus mehr oder weniger stark vorgewölbt sind. Die Thallusspitzen sind meist abgerundet.

Dagegen sind die Thalli der Pflanzen, die *Tetrasporen* tragen, an ihren letzten Enden spitz. Die Sori sind in ihrer Umrißform und Größe variabel und können oft ineinander übergehen. Die Entwicklung und die Keimung der Karpo- und Tetrasporen sind bei Darbshire und von Kylin (1923) eingehend beschrieben.

Das Alter der *Chondrus*-Formen ist nur annähernd zu bestimmen. Auf einer Haftscheibe befinden sich meist zahlreiche Sprosse in ganz verschiedenen Stadien, von denen die ältesten jeweils zu Beginn des Winters abgeworfen werden. Auf der Haftscheibe entstehen dann an den Ablösungsstellen Wundüberwallungen. So weisen alte Haftscheiben nach Rosenvinge bis zu 30 solcher Narben auf. Mit zunehmendem Alter entsteht eine häufigere Schichtung der Haftscheibe, aus der man ungefähr auf das Alter derselben schließen kann, nicht aber auf das der Sprosse. Bei den letzten ist das Alter im Winter, wo das Wachstum unterbrochen ist, sehr schwer zu bestimmen. Leichter ist es im Frühjahr festzustellen, wenn sich die jungen Triebe durch ihre lebhaft rote Farbe von den älteren Thallusteilen deutlich abheben. Außerdem sind die jungen Sprosse meist noch nicht von Epiphyten befallen oder weisen nur junge Exemplare solcher auf (vgl. Rosenvinge, The Marine Algae of Denmark). Besonders gut läßt sich das Alter bei der f. *polychotoma* feststellen, die durch ihre jährliche fächerförmige Verzweigung charakterisiert ist. Wie Rosenvinge gefunden hat, ist das Wachstum im dritten Jahr erschöpft, und die Sprosse werden dann abgeworfen. Nach meinen Beobachtungen können die Thalli jedoch auch früher abgeworfen werden. Das geschieht, wenn die Pflanzen Karpo- und Tetrasporen zur Reife entwickelt haben und die Thallusspitzen sich auflösen. Obwohl sich diese Entwicklung meist im dritten Jahre vollzieht, habe ich gar nicht selten auch ein- und zweijährige Pflanzen bereits fertig angetroffen. Öffnungen, durch die die Sporen hätten frei werden können und die später verwachsen wären, habe ich nicht festgestellt. Vielmehr machte ich die Beobachtung, daß die betreffenden Pflanzen nur noch kümmерliche Regenerate hervorbrachten und die Thalli bald abgeworfen wurden. Anatomische Veränderungen, die durch das Alter hervorgerufen sein könnten, habe ich kaum feststellen können. Unterschiede sind nur an sehr jungen und sehr alten Sprossen zu sehen. Bei den ersten

sind die Zellen zylindrisch und von geringem Durchmesser. In sehr hohem Alter sind die Zellen der Markschicht sehr voluminös, und das Gewebe weist große Lücken auf.

Horizontale und vertikale Verbreitung von *Chondrus crispus*.

Die horizontale Verbreitung des *Chondrus crispus* ist vorwiegend auf den nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans beschränkt und kurz folgendermaßen zu umschreiben. An der atlantischen europäischen Küste ist *Chondrus* reichlich vertreten. Die Nordgrenze zieht sich über die Süd- und Südwestküste Islands bis zum Nordkap. Der bis jetzt bekannte nördlichste Standort ist Gjesvaer, ungefähr auf dem 71. Breitengrade. Auch die Küsten der Nordsee weisen, soweit sie von felsiger Beschaffenheit sind, *Chondrus crispus* auf; er reicht bis in die dänischen Gewässer. Der in die Ostsee am weitesten vorgeschobene Standort festgewachsener Exemplare ist Kriegers Flack. Losgelöste Formen sind noch bis zum Darß hin anzutreffen.

Verfolgt man die europäische Küste weiter nach Süden, so findet man *Chondrus crispus* noch in großen Mengen bis zum 40. Breitengrad. An südlicheren Standorten, wie z. B. Madeira oder den Kanarischen Inseln, ist er nur mehr vereinzelt anzutreffen. Diese Standorte erscheinen mir zudem unsicher. Da auch an der nordamerikanischen Küste das sichere Vorkommen genau mit dem 40. Breitengrad begrenzt ist, liegt ein Vergleich mit der Verbreitung von Typen wie etwa *Ascophyllum nodosum* nahe, einer Art, die nach O. C. Schmid¹⁾ ebenfalls „von der Arktis südwärts bis zu ungefähr 40° nördl. Breite“ auftritt.

Chondrus crispus neben *Bryopsis plumosa* zum Typ der sogenannten Meridional-norwegischen Arten zu machen, wie es Niensburg (Handbuch der Seefischerei Nordeuropas, Stuttgart 1930, I., p. 21) tut, halte ich für unmöglich, da die *Bryopsis* noch im ganzen Mittelmeer weitverbreitet ist, der *Chondrus* aber mit der Straße von Gibraltar die Südgrenze seiner Festlandsverbreitung erreicht hat und im Mittelmeer gar nicht vorkommt.

Die vertikale Verbreitung von *Chondrus crispus* ist nach den jeweiligen ökologischen Verhältnissen derart verschieden, daß man im allgemeinen nicht von einer „*Chondrus*-Zone“ schlechthin sprechen kann. Wenn Kemp (1862) diese Bezeichnung für das Gebiet zwischen Long Scotia und Long Island gebraucht hat, so mag das berechtigt sein, aber auch nur dort. Diese „*Chondrus*-Zone“ soll sich von 0—15 oder bis zu 20 Fuß Tiefe erstrecken. Bei Desert

¹⁾ Verhandl. Bot. Verein Prov. Brandenburg 71, (1929) p. 40.

Island findet man die Alge jedoch schon 9 Fuß über der Niedrigwasserlinie (Johnson and Skutch). Das tiefste Vorkommen wurde in den dänischen Gewässern in 20 m Tiefe festgestellt.

Nutzen.

Chondrus crispus wird im Handel, der Industrie, in der Pharmazie und im Volksmund mit den verschiedensten Namen bezeichnet. In der Pharmazie und im Drogenhandel kennt man ihn vor allem unter dem Namen Carrageen¹⁾ (Carragheen, Karragheen). Ferner findet man gelegentlich die Bezeichnung *Fucus crispus s. hibernicus*. Der Großhandel spricht meist vom Lichen-Caragheen. An deutschen Namen seien erwähnt: Irländisches Moos, Perlenmoos, Seeperlenmoos, Krauser Knorpeltang, Knorpelmoos, Krausenmoos, Gallertmoos, Seemoos, Felsenmoos. Ausländische Bezeichnungen sind: mousse d'Irlande, goémon, mousse perlée (Frankreich); Irish moss, pearlmooss (England); Fuco carageo (Italien); Jersch mos (Niederlande); Karagén (Ungarn).

Chondrus crispus zeigt eine vielseitige Verwendbarkeit. Seines Gehaltes an Gelatine wegen wird er von der Textilindustrie geschätzt. Weiter spielt er in der Kosmetik eine Rolle. In den nördlichen europäischen Ländern, besonders in Island und Norwegen, bildet er ein wichtiges Nahrungs- bzw. Futtermittel. Aber auch in den übrigen Verbreitungsgebieten wird er bei Speisen, hauptsächlich Puddings, verwandt. Seine Verwendung in der Pharmazie dürfte allgemein bekannt sein. Die größte Verbraucherin aber bleibt die Industrie.

Carrageen besteht zu 80% aus Schleim, der hauptsächlich von der Interzellulärsubstanz (Kollode) der Thalluszellen geliefert wird; ferner sind in ihm etwas Fett, ein mit Amylodextrin verwandtes oder identisches Kohlehydrat (Tschirch), das mit Jod eine rotbraune Farbe gibt — aber keine Stärke und keinen Zucker —, sowie 9,5—18% Aschenbestandteile enthalten. Der Schleim kann nach Pohl mit Ammoniumsulfat, Ammoniumphosphat und mit Kaliumazetat gefällt werden. Durch Kochen mit 50 Teilen Wasser erhält man eine Lösung, aus der Alkohol den Schleim in Fäden fällt. Diese trocknen hornartig ein und enthalten ca. 0,8% Stickstoff und bis zu 16% Mineralsubstanzen. Der Schleim enthält Polyosen aus Hexosen und auch Pentosen, da bei Hydrolyse neben Galaktose, Glukose und Fruktose auch Arabinose oder ein Furfurolsubstitutionsprodukt erhalten wird (Mutter und Tollens, Sebor). Er

¹⁾ Vom Keltischen carraigeen (= Felsenmoos).

ist nach Sebor eine komplizierte KH-Kombination von hohem Molekulargewicht, die sich aus Galaktan, Glukosan und Fruktosan zusammensetzt und außerdem eine Galakto-Xylase enthält. In reiner Form entspricht der Schleim der Formel $C_6H_{10}O_5$, jedoch enthält er gewöhnlich noch etwa 20% Stickstoff, der auf Eiweißverunreinigungen und Mineralsubstanzen zurückzuführen ist. Beide lassen sich schwer entfernen.

In der Asche des *Chondrus crispus* sind nach Czapek 17,39% K, 18,73% Na, 7,16% Ca, 11,35% Mg, 2,21% H_3PO_4 , 41,24% SO_3 und 3,79% Cl enthalten. Ferner enthält die Asche etwas Jod und Brom in anorganischer Form als Na-, Ca- und Mg-Bromide bzw. Jodide, die vielleicht aber auch in organischer Bindung vorkommen (Steinberg, Dupasquier, Große u. a.).

Zur industriellen Verwertung wird *Chondrus crispus* hauptsächlich in Nordamerika gesammelt, und zwar besonders im Gebiete von Massachusetts, Plymouth-Harbour und New Hampshire. Im Jahre 1902 wurden allein in Situate 500 000 pounds gesammelt, in Plymouth-Harbour und der White Horse Beach 100 000 pounds. Die Alge wird dort von den Fischern mit langen Harken abgerissen. Auf diese Weise reicht die Ausbeutungsmöglichkeit bis zu 10 Fuß Tiefe.

Die Weiterbehandlung ähnelt der des Heues. Der *Chondrus* wird zum Trocknen ausgebreitet und häufig gewendet. Er bleicht dabei aus und wird strohfarbig, fast weiß. Die trocknenden Pflanzen müssen sorgfältig vor Regen geschützt werden, da das Regenwasser (Süßwasser) die wertvollsten Salze auswaschen würde. Nach etwa 4 Wochen wird die Ernte in Meerwasser abgewaschen und schnell in der Sonne wieder getrocknet. Dann ist der *Chondrus* handelsreif und wird in Fässern versandt. *Chondrus crispus* wird in 3 verschiedenen Sorten in den Handel gebracht, nämlich als *Carrageen naturale*, *C. depuratum* und *C. electum albissimum*. Nur das letzte wird in der Medizin verwandt. Dieses wird nach Gilg-Schürrhoff bereits seit 1831 medizinisch verwertet; 1837 gelangte es zu diesem Zweck nach Deutschland. Es dient seines Schleimgehaltes wegen als reizmilderndes Mittel bei Husten und anderen Erkrankungen der Atemwege und wird in der Homöopathie ziemlich häufig angewandt.

Wie bereits erwähnt, verwendet die Industrie den *Chondrus crispus* hauptsächlich wegen des großen Gelatinegehaltes. Das aus dem unteren Litoral oder dem Sublitoral stammende Material wird dabei dem aus dem oberen Litoral stammenden vorgezogen. Die ausgewaschene Gelatine dient als Appretur bei allen Arten von Geweben. Durch ein besonderes Verfahren wird sie hierzu so stark

eingedickt, daß sie eine kautschukartige Konsistenz erhält (S a u - v a g e a u). Mit bestimmten Geweben geht diese Masse eine enge Verbindung ein, es entsteht Kaliko. Hier tritt die weiche, biegsame Konsistenz der *Chondrus*-Gallerte besonders deutlich in Erscheinung.

Nach Perrot und Gat in wird die Gallerte auch dazu verwandt, in der Weberei den Kettenfaden der Stoffe während des Webens anzufeuchten. Er erhält dadurch eine hinreichende Geschmeidigkeit, so daß die Räume nicht mehr allzu feucht gehalten zu werden brauchen und die Arbeiter in einer gesunden Luft tätig sein können.

Eine weitere Anwendung findet die *Chondrus*-Gallerte zum Klären von trüben Flüssigkeiten, so z. B. auch zum Klären von Bier.

In der Kosmetik wird diese Gallerte zur Bereitung von Schönheitsmitteln, Schminke usw. verwandt. Man spricht ihr die Eigenschaft zu, die Haut weich und geschmeidig zu machen. Da sie beim Trocknen nicht hart und spröde wird, eignet sich *Chondrus*-Gallerte auch als Haarfixierungsmittel. Weiter dient sie als Zusatz zu Seifen, besonders Rasierseifen, da sie die Seife stark schäumend macht. Selbst zur Bereitung von Schuhputzmitteln wird sie herangezogen.

In der Lederindustrie verwendet man *Chondrus crispus* zum Räuchern des Leders.

Als Kautabakersatz dürfte der *Chondrus* aber wohl nur in Island beliebt sein. Er wird an der Sonne getrocknet, in Süßwasser ausgewaschen, gerollt und gekaut. An einigen Orten der isländischen Küste ist der *Chondrus* das bevorzugte Gewürz der Bauern.

Bei der gesamten Verwendung von *Chondrus crispus* ist es gleichgültig, welche Form gesammelt und verarbeitet wird. Wie bereits erwähnt, kommt es nur darauf an, ob er aus dem unteren Litoral bzw. Sublitoral oder aus dem oberen Litoral stammt. Der letzte wird fast als wertlos angesehen.

Eigene Untersuchungen.

Methodik.

Bei meinem Aufenthalt in Helgoland im Herbst 1934 und im Sommer 1936 habe ich alle Exemplare, die zur Besprechung der Helgoländer Formen in der vorliegenden Arbeit herangezogen worden sind, selbst gesammelt. Da viele Standorte nur schwierig zu erreichen waren, und ich ja nur die kurze Zeit der tiefen Ebbe zum Sammeln benutzen konnte, habe ich die Pflanzen nicht an Ort und Stelle aufbereitet, sondern in Seewasser zur Biologischen Anstalt gebracht und dort einige Stunden später dann fixiert. In eingehenden Versuchen hat sich herausgestellt, daß für meine Zwecke eine abgeänderte mittlere Flemmingsche Lösung am geeignetsten war; Flemming schwach und Gilson-Petrunkewitsch haben nicht befriedigt. Bei der mitt-

Der Formenkreis von Chondrus crispus und seine ökologische Bedingtheit. 145

leren Flemmingschen Lösung habe ich später den Eisessig fortgelassen und die Lösung aus 0,5 g Chromsäure und 100 ccm Seewasser hergestellt. Die Pflanzen vertrugen Fixierungen von $\frac{3}{4}$ —22 Stunden Dauer; eine Zeit von 24 Stunden erwies sich als zu lang. Als Optimum habe ich 4—15 Stunden festgestellt. Die fixierten Pflanzen wurden mit Seewasser ausgewaschen, bis kein gelblicher Schimmer mehr zu sehen war. Zum Konservieren habe ich eine Mischung von je einem Teil Glyzerin und 70 %igem Alkohol verwandt.

Große Schwierigkeiten hat mir im Anfang das Schneiden der Pflanzen gemacht. Ich habe die verschiedensten Sorten von Paraffin durchprobiert, auch versucht, durch Behandlung mit Terpentinöl und Xylol zu einem brauchbaren Ergebnis zu gelangen. Immer wieder zeigten sich dieselben Mängel. Bei der Paraffineinbettung war die Durchführung durch die Alkoholstufen bis 96 % unumgänglich. Die stark wasserhaltigen Pflanzen wurden aber dabei durch die Wasserentziehung ungewöhnlich hart und brüchig. Beim Schneiden sprangen sie entweder aus dem Block heraus, oder aber die Schnitte waren zerrissen und geschrumpft. Da auf jeden Fall die starke Wasserentziehung vermieden werden mußte, war auch eine Einbettung in Celloidin nicht angebracht. Versuche mit Glyzerin gelatine sind ebenfalls unbefriedigend ausgefallen.

Nach all diesen Fehlresultaten kam ich zur Seifeneinbettung: Ich habe kleine Thallusstücke minutenlang in nur 30 %igem Alkohol aufgeweicht. In einem Schälchen wurde etwas Seifenmasse von Hollborn flüssig gemacht und dann die Pflanzenstücke hineingebracht, die zu Boden sinken. Da es aber zweckmäßig ist, wenn sie von einer 3—4 mm starken Seifenschicht umgeben sind, habe ich die Schale nach dem Erkalten und Erhärten der Oberflächenschicht umgekehrt. Nach vollständigem Erstarren der Lösung läßt sich die Seife in Blöcken herausschneiden. Bei einigermaßen kühler und trockener Luft sind die Blöcke nach 24 Stunden so weit erhärtet, daß man sie schneiden und nun ohne Schwierigkeiten Schnitte von mindestens 7 μ erreichen kann. Zum Schneiden habe ich den Fuß des Blockes in Paraffin getaut und aufgeklebt.

Ein Mangel der Seifeneinbettung zeigte sich beim Schneiden nur insofern, als die Schnittbänder dazu neigten, sich stark zusammenzuschieben. Ich mußte sie deswegen sofort in destilliertes Wasser bringen. Am geeignetsten haben sich tiefe Uhrschälchen erwiesen. Die Seife löste sich im Wasser unschwierig auf, während Paraffinteilchen an der Oberfläche schwammen. Bei vorsichtigem Abgießen auch der Paraffinteilchen blieben die auf den Boden gesunkenen Objekte liegen. Sie wurden nochmals mit destilliertem Wasser ausgespült und gefärbt. Die Färbung erfolgte in üblicher Weise mit Gentianaviolett in wässriger Lösung. Die Objekte ließen sich mit einem feinen Pinsel in einem Glyzerintropfen gut auf den Objektträger bringen.

Die beschriebene Methode scheint mir die einzige zu sein, die hier zu brauchbaren Ergebnissen führt. Ich habe übrigens feststellen können, daß sich die Seifeneinbettung auch bei getrocknetem Material vorzüglich verwenden läßt. Die Herbarpflanzen werden in 30 %igem Alkohol aufgeweicht und dann in der oben beschriebenen Weise weiterbehandelt. Ich habe auf diese Art das ganze mir für diesen Zweck zur Verfügung stehende Herbarmaterial geschnitten und mikroskopisch untersucht; bei ca. 800 Objekten hatte ich kaum Fehlresultate zu verzeichnen.

Ich habe es für angebracht gehalten, auf die Methode näher einzugehen, da ich in der Literatur nur unzulängliche Hinweise gefunden habe, die sich übrigens in keinem Falle auf die Behandlung von Algenmaterial bezogen.

Einen Teil der in dieser Arbeit besprochenen Formen habe ich photographisch aufgenommen. Soweit ich Material zur Verfügung hatte, das aufgeweicht werden durfte, habe ich die Exemplare im Wasser aufgenommen. Um möglichst deutliche

Bilder zu bekommen, habe ich einen dunklen Untergrund gewählt und die Pflanzen stark angestrahlt. Aus der relativen Helligkeit der Pflanzen auf den Photographien darf deswegen nicht auf ihre natürliche Farbe geschlossen werden. Hinzu kommt, daß die meisten Exemplare durch das Trocknen schon viel von ihrer früheren Farbe verloren hatten. Soweit es sich bei den zu photographierenden Pflanzen um fremdes Herbarmaterial handelte, habe ich sie natürlich in gepreßtem Zustande auf weißem Papier aufgenommen.

Ökologischer Teil.

Einleitung.

Um die verschiedenen Formen von *Chondrus crispus* erklären zu können, war es notwendig, sie zunächst einmal an ihrem natürlichen Standort unter dem Einfluß der Umweltfaktoren zu beobachten. Zu diesem Zweck war ich im Herbst 1934 und im Juni 1936 auf Helgoland. Dieses Gebiet war für meine Untersuchungen besonders günstig, da ich dort an den verschiedenartigsten Standorten die größte Anzahl der überhaupt vorkommenden litoralen Formen von *Chondrus crispus* vorfand. Außerdem hatte ich in der Biologischen Anstalt Gelegenheit, die Pflanzen sogleich in frischem Zustande anatomisch und morphologisch zu untersuchen. Die Formen aus den sublitoralen Gebieten um Helgoland sind dagegen recht einförmig und jeweils auch nur spärlich vorhanden; ich habe sie daher lediglich zum Vergleich mit denen anderer Gebiete herangezogen.

Litorale Formen.

Eine Fülle verschiedenartiger Standorte birgt allein die Westseite Helgolands durch die Ausbildung einer bei Niedrigwasser frei-fallenden Abrasionsterrasse. Schichtköpfe, -flächen und -mulden, zahlreiche Priele und Tümpel, die durch die terrassenartige Lage verschieden lange Zeit freifallen und somit unterschiedlicher Lichtintensität und Austrocknung ausgesetzt sind, bieten mannigfache Lebensbedingungen (siehe Abb. 1 und Tafel IV, Fig. 1). Die der

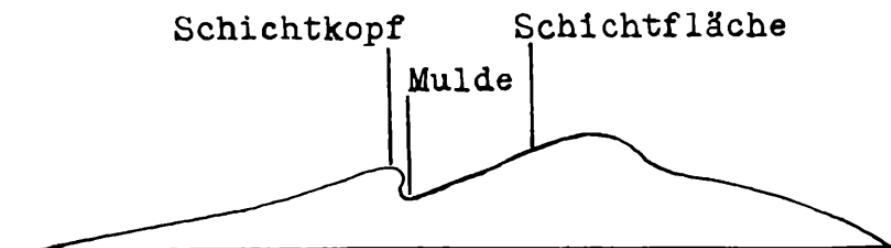


Abb. 1.

Schematischer Schnitt durch einen Teil der Abrasionsterrasse an der Westseite Helgolands.

Ostseite vorgelagerten sogenannten Dünenklippen und auch die Überreste des früheren Kriegshafens in Form von freifallenden Blöcken machen eine Untersuchung von *Chondrus crispus* an einer meist starker Brandung ausgesetzten Vegetationsstätte möglich.

Die Ostseite der Insel selbst zeigt nur spärlichen *Chondrus*-Bewuchs, da hier durch Schuttablagerung einerseits, weicheren Untergrund und starke Strömung mit Geröllwanderung anderseits die Pflanzenentwicklung stark gehemmt wird. An der Nordostspitze ist der Gezeitenstrom bedeutend stärker als an der Westseite, und so kommen dort wenn auch keine typischen Brandungsformen von *Chondrus crispus*, so doch von denen der Westseite abweichende Formen zur Ausbildung.

Die Zone des litoralen *Chondrus*-Bewuchses liegt fast an allen Seiten Helgolands in gleicher Höhe, und zwar erreicht sie meist ein Niveau von 50 cm über der mittleren Niedrigwasserlinie. Der Tidenhub beträgt bei Springtide 2,65 m und bei Nipp tide 1,84 m. Der mittlere Hochwasserstand beträgt 2,43 m.

Unterschiede der Temperatur und des Salzgehaltes des Wassers machen sich an den einzelnen Standorten weniger geltend, da die Schwankungen an allen Seiten der Insel im allgemeinen gleichbleiben; denn durch den Gezeitenstrom wird das Oberflächenwasser dauernd gemischt. Der Salzgehalt des Wassers beträgt an der Oberfläche im Durchschnitt ca. 32 ‰. Im Januar hat das Wasser ca. 33 ‰ Salzgehalt; von April bis August ist er meist 5 ‰ geringer (Reichard, Hydrographische Beobachtungen bei Helgoland in den Jahren 1893—1908). Auch der Bodensalzgehalt weist nur unbedeutende Schwankungen auf, er beträgt im Mittel ca. 32,96 ‰ (gemessen an 3 Stationen in 20, 27 und 40 m Tiefe). Bei den Temperaturunterschieden sind dagegen die Abweichungen der Lufttemperatur von der des Wassers wesentlich.

Mittlere Monatstemperaturen des Oberflächenwassers in den Jahren 1893—1907 (°C).

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
3,91	2,64	3,12	5,18	8,50	12,27	15,0	16,21	15,56	13,19	9,50	6,48

Mittlere Monatstemperaturen der Luft (Oberland) in den Jahren 1893—1907 (°C).

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1,56	1,34	3,09	5,85	9,68	13,4	15,43	15,68	14,07	10,4	6,64	3,41

10*

Dies mag in großen Zügen ein Bild der Mannigfaltigkeit der Helgoländer Standorte geben, wie es für unsere Zwecke zunächst ausreicht. Weitere Einzelheiten werden bei der Behandlung der einzelnen Formen gegeben.

Um möglichst viel Standortsmöglichkeiten zu erfassen und dem Formenreichtum von *Chondrus crispus* gerecht zu werden, habe ich noch lebende Pflanzen mit genauen Standortsangaben aus Plymouth, Port Erin, Varberg und Trondheim untersucht. Auch die Bedingungen dieser Standorte mögen zunächst hier im Zusammenhang kurz geschildert werden, um Abweichendes sogleich herauszustellen. Auf nähere Einzelheiten, soweit sie von Bedeutung sind, soll hier nicht eingegangen werden. Es muß auf später und auf das Standortsverzeichnis verwiesen werden.

Bei Plymouth ist der Tidenhub wesentlich höher als bei Helgoland. Der Springtidenhub beträgt dort (Krümmel) 4,7 m, bei Salcombe sogar 6,1 m (Seehandbuch). Der Salzgehalt an der Oberfläche erreicht über 35 ‰ (Schott in Petermanns Mitteilung.). Die Standorte innerhalb des Plymouthssound sind zum Teil mehr der Strömung der beiden in den Sund mündenden Flüsse, des Hamoaze und des Plym, zum Teil mehr der Gezeitenströmung ausgesetzt. Für die Isle of Man sind andere Standortsbedingungen gegeben. Krümmel gibt für Port Erin einen Tidenhub von 5,0 m an. Nach dem Seehandbuch beträgt der Oberflächensalzgehalt 34 ‰ und die Temperatur: Februar = 8°; Mai = 8—9°; August = 14°; November = 12° C. Der Gezeitenstrom ist ziemlich schwach.

Im Trondheim fjord finden wir nun ganz andere Verhältnisse vor. Da das Süßwasser der Flüsse an der Oberfläche ausfließt und das Meerwasser mit ca. 34 ‰ Salzgehalt erst in ca. 5 m Tiefe eintritt, befinden sich also die Exemplare aus dem Litoral in relativ salzarmem Wasser. Der mittlere Tidenhub beträgt bei Trondheim ca. 2,6 m (Schott).

Bei Varberg fehlt der Gezeitenstrom fast vollständig. Der Oberflächensalzgehalt beträgt nur noch ca. 26 ‰ (Jakobsen). Die meisten vorliegenden Pflanzen stammen aus kleinen seichten Tümpeln oberhalb des Meeresspiegels.

Bei der Verschiedenartigkeit der Standortsbedingungen und der Anpassung der Pflanzen an sie lassen sich verschiedene Faktoren unterscheiden, die mehr oder weniger großen Einfluß haben. Als Hauptfaktoren sind zu nennen:

Das Licht in seiner Intensität und der Dauer seiner Einwirkung, der Grad und die Dauer der Austrocknung bzw.

des Trockenliegens, die Wasserbewegung und die Beschaffenheit des Wassers in bezug auf den Salzgehalt und O₂-Gehalt und endlich in geringerem Grade auch die Wassertemperatur.

Das Substrat ist als wesentlicher Faktor nur insofern zu werten, als es ein Wachstum überhaupt ermöglicht. So findet sich *Chondrus crispus* niemals auf Sand oder rollenden Steinen. Er bevorzugt hauptsächlich hartes Gestein und fehlt daher auf den weichen Sandsteinschichten der Abrasionsterrasse bei Helgoland, wohingegen er die festen Teile der Schichtköpfe in großen Beständen besiedelt. Auch auf Blöcken aus Kalk, Kreide und Zement usw. ist *Chondrus*-Bewuchs häufig anzutreffen. Sogar Exemplare, die auf einer *Laminaria* sitzen, sind gar nicht so selten. Er fehlt dagegen auf rostendem Eisen, vermutlich, weil durch die ständige Wasserbewegung sich dauernd Rostteile ablösen.

Außer diesen ökologischen Faktoren können zudem noch Tierfraß und Parasitismus formativ mitwirken. Es kommt aber nun meist nicht ein einziger Faktor zur Auswirkung, sondern es ist ein ganzer Faktorenkomplex an der Gestaltung einer *Chondrus erisopus*-Form beteiligt. Doch lassen sich durch Vergleiche der Wirkungen verschieden zusammengesetzter Faktorenkomplexe die Einflüsse eines einzelnen Faktors oft gut feststellen.

Der Bewuchs einzelner Stellen mit *Chondrus crispus* ist im Laufe der Jahre nicht immer gleich. Manchmal findet man an einem Standort einen dichten *Chondrus*-Teppich, während im nächsten Jahr nicht ein Exemplar der Alge zu finden ist. Dergleichen Beobachtungen wurden sowohl an der nordamerikanischen Küste bei Otter Cliffs (Johnson and Scutch 1928, p. 195) als auch bei Trondheim (O. A. Høeg, brieflich) gemacht. An beiden Stellen war in den Jahren, in denen *Chondrus crispus* spärlich auftritt, *Gigartina* in reichlicher Menge vorhanden. Ein ebenso variables Vorkommen lässt sich wahrscheinlich noch an anderen Orten feststellen.

Wie sich die örtliche Verbreitung von *Chondrus crispus* ändert, so kann sich auch das Vorkommen seiner einzelnen Formen jährlich ändern, je nach dem Vorwiegen mancher Faktoren. Zum Beispiel fand ich die Helgoländer Westküste innerhalb von zwei Jahren von einer vollständig anderen Form besiedelt (Näheres vgl. unten).

1. Licht und Austrocknung.

Die auf die Formenbildung wirkenden Faktoren Licht und Austrocknung sind oft schwer zu trennen, denn in der Regel werden

beide gleichzeitig ihren Einfluß ausüben. Bei vollständiger Emergenz ist die Pflanze sowohl der Austrocknung wie dem vollen Licht ausgesetzt. Es kommen natürlich auch Fälle vor, in denen nur einer dieser Faktoren wirksam werden kann. *Chondrus crispus*, der in seichten Mulden oder Prielen wächst, die selten trocken fallen, ist selber auch nicht der Austrocknung ausgesetzt. Dennoch erhält er fast das volle Sonnen- bzw. Tageslicht, weil die ihn bedeckende Wasserschicht nur sehr dünn ist und das Licht in nur sehr geringem Maße absorbiert (nach Poole und Atkins absorbiert eine Wasserschicht von 1,5 m Stärke erst etwa ein Viertel des einfallenden Lichtes). Ebenso kommt es vor, daß nur die Basis in solchen Prielen, Mulden oder Pfützen nicht frei fällt. Solche Exemplare sind natürlich voll dem Lichte ausgesetzt, befinden sich jedoch unmittelbar über dem Wasser in einer verhältnismäßig feuchten Atmosphäre.

Ähnlich ist es bei dem Bewuchs der Schichtflächen mit *Chondrus crispus*; die Art wirkt hier wie ein Polster. Durch das dichte Zusammenstehen der einzelnen Pflanzen wird selbst bei längerem Freifallen noch soviel Feuchtigkeit zurückgehalten, daß die Austrocknung nie einen solchen Grad erreichen kann wie bei einzelstehenden Exemplaren, die auf einem Schichtkopf dem vollen Licht und dem meist westlichen Wind ausgesetzt sind. Wächst der *Chondrus crispus* nun an einer nördlichen Steilküste oder wird er von einem Felsen beschattet, so kann er der Austrocknung durch den Wind ausgesetzt sein, ohne jemals direkt von den Sonnenstrahlen getroffen zu werden.

Pflanzen, die auf dem höchsten Punkte eines freifallenden Schichtkopfes gedeihen, die also dem Licht und der Austrocknung am stärksten ausgesetzt sind, zeigen bedeutende Veränderungen: die Thallusspitzen sind mehr oder weniger stark gekraust und gewellt. Der Thallus selbst verbreitert sich schon vom Grunde an mehr oder weniger stark keilförmig. Die Verzweigungen sind kurz, gedreht und sparrig und sind nach allen Seiten gerichtet. Die Pflanzen erreichen nur eine Höhe von 4—5 cm. Ihre Konsistenz ist außerordentlich stark und als Reagenz gegen die Austrocknung anzusehen. Anatomisch zeigen diese Formen ein sehr typisches Bild. Die Rindschicht ist relativ breit, im Mark ist die Größe der Zellen gering und ihre Wand verhältnismäßig dick. Das Gewebe weist zudem mehr oder weniger große Lücken auf (f. *stellata*; Abb. 2; Tafel IV, Fig. 2). Solche Formen finden sich ziemlich häufig (vgl. Standortsliste Helgoland Nr. 4, 8, 10, 29, 30 und Standortsliste Trondheim Nr. 5 und 1).

Die Pflanzen, die auf der tiefer gelegenen Schichtfläche wachsen, zeigen gegenüber den vorigen einige durch die weniger starke Aus-

trocknung bedingte Unterschiede (vgl. Standortsliste Helgoland Nr. 3, 9, 14, 20, 31, 32, 34). So ist ihre Konsistenz weniger stark, ihr Wuchs etwas höher, auch ist die Verbreiterung des Thallus nicht so keilförmig. Die Verzweigung ist etwa die gleiche wie bei den auf einem Schichtkopf wachsenden Exemplaren (Tafel IV, Fig. 3).

Nicht alle freifallenden Pflanzen des *Chondrus crispus* müssen den formbildenden Faktoren Licht und Austrocknung ausgesetzt sein. Ist eine Pflanze z. B. von einem Algenbüschel, etwa von *Fucus* oder einer *Laminaria*, bedeckt, so erhält sie freifallend weder wesentliches Licht, noch wird ihr die Feuchtigkeit infolge des sie deckenden Algenbüschels entzogen. Bei Eintritt der Flut richtet sich die bedeckende Pflanze zwar allmählich auf, doch das Licht, das dann bis zum *Chondrus* dringt, ist in seiner Intensität durch die fortlaufend anwachsende Wasserschicht bereits geschwächt. Werden jedoch während des Freifallens einzelne Thallusspitzen nicht von anderen überdeckt, dann treten bei ihnen die gleichen Erscheinungen auf wie bei den völlig freifallenden Exemplaren. Da sie nun dem Licht und der Austrocknung ausgesetzt sind, wellen sich die Spitzen und können vollständig kraus werden, obwohl die Basis bzw. überhaupt der größte Teil der Pflanze bedeckt bleibt. Unter diesen Verhältnissen ähneln die solchermaßen von anderen Algen bedeckten Exemplare denen des unteren Litorals. Meines Erachtens könnte man sogar die Formen des Sublitorals zum Vergleich heranziehen.

Beide Formen, also die von Fremdalgen bedeckten und die des unteren Litorals, die vor grellem Licht und vor der Austrocknung geschützt sind, sind meist flach und nur in einer Ebene verzweigt (vgl. Standortsliste Helgoland Nr. 12, 17, 24, 25, 26, 29, 38, 46, 53, 61 und Isle of Man Nr. 2). In der Regel, d. h. wenn keine sonstigen formativen Faktoren wie Brandung usw. in Erscheinung treten, sind sie regelmäßig dichotom verzweigt (f. *typica*; vgl. Tafel V, Fig. 1). Die Thallusstärke ist an allen Teilen der Pflanzen gleich, nur die Basis hat einen geringeren Durchmesser. Die Konsistenz der Pflanze ist mäßig derb. Die Markzellen sind alle nahezu gleich groß (20—25 μ) und bilden ein beinahe lückenloses Gewebe. Im Querschnitt sind die Zellen ca. 20—25 μ , im Längsschnitt ca. 60—70 μ groß. Die Zellwände sind nicht besonders dick (2—4 μ). Die Rinde ist nicht stärker als ca. 30 μ , während das Mark eine Breite von 50 μ erreicht (Abb. 2).

Das Licht als alleiniger formativer Faktor wirkt sich stark auf das Wachstum der Pflanzen aus. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Chondri aus einer Pfütze bei Svarteskär (vgl. Standortsliste Varberg Nr. 3). Sie ist nur 20 cm tief und erhält über den bis 50 cm hohen

Rand von der See her dauernd frische Wasserzufuhr. Irgendeine Salzkonzentration ist also ausgeschlossen, eine Austrocknung ebenfalls. Da Gezeitenstrom und Brandung fehlen, bleibt als einziger formativer Faktor das Licht übrig. Es hat zwar eine in der Stärke sich kaum verändernde Wasserschicht von etwa 10 cm zu durchdringen, doch kann man hier von einer irgendwie ins Gewicht fallenden Lichtabsorption kaum sprechen. Der Wuchs dieser Pflanzen ist als ausgesprochen verkümmert zu bezeichnen, da Höhe und Breite äußerst gering sind (*f. nana*; Tafel V, Fig. 2). Daß für diese Form nicht der geringe Salzgehalt von 21,5—22,5% verantwortlich gemacht werden kann, ergibt sich aus dem Aussehen einiger Exemplare, die in 2 m Tiefe in der Nähe des Standortes Nr. 3 wuchsen und diesen Zergwuchs nicht aufweisen. Pflanzen von einem dem Stand-

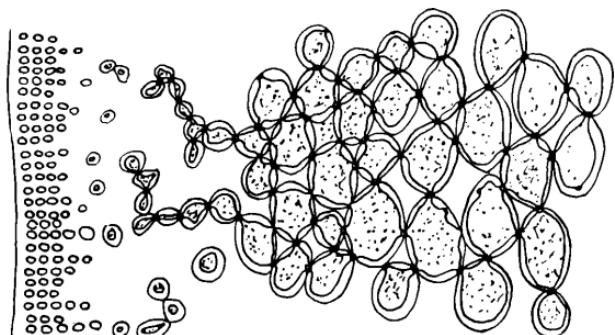


Abb. 2.
Chondrus crispus f. *typica*, Querschnitt durch den Thallus, ca. 520×

ort Nr. 3 sehr ähnlichen Platze bei Röde Skär (Standortsliste Varberg Nr. 5 und 6), der jedoch keine Frischwasserzufuhr erhält, sind etwas höher als die von Nr. 3. Der Grund dafür ist darin zu ersehen, daß die Chondri von einer doppelt bis dreifach so starken Wasserschicht bedeckt und so vor zu starker Bestrahlung geschützt sind (*f. abbreviata*; Tafel V, Fig. 3). Anatomisch zeigen die hier erwähnten Formen keine Veränderungen gegenüber der *f. typica*, die auf eine krankhafte Verkümmерung schließen ließen.

Auch bei dem wechselnden Tidenhub spielt das Licht für die Gestaltung der Formen eine Rolle. Pflanzen, die in gleicher Tidenhubhöhe wachsen (z. B. ein Viertel), werden bei Flut von einer verschiedenhoher Wasserschicht bedeckt. Bei Plymouth beträgt der Tidenhub z. B. etwa 5 m (genauer 5—6 m). Wenn also das Wasser nach der Ebbe um ein Viertel der Fluthöhe gestiegen ist, hat es die Pflanze, die in ein Viertel Tidenhubhöhe wächst, erreicht und steht nun 1,25 m

über Niedrigwasser. Demnach wird die Pflanze bei voller Flut von einer Wasserschicht von 3,75 m bedeckt. Entsprechend geringer ist diese Schicht bei einem Tidenhub von rund 2,5 m, wie er etwa für Helgoland gegeben ist (genauer 2—3 m). Hier steht die Pflanze bei einem Viertel Tidenhub in einer Höhe von 0,50 m über Niedrigwasser und wird bei voller Flut von einer Wasserschicht von nur 1,50 m bedeckt. Da nach Poole und Atkins die Lichtabsorption einer Wasserschicht von 1,5 m Stärke ein Viertel und bei einer solchen von 9 m Stärke schon drei Viertel beträgt, ist der Unterschied der auf die angeführten Standorte wirkenden Lichtintensitäten erheblich.

Entsprechend dieser veränderten wirksamen Lichtintensität sind die Formen von Plymouth von denen von Helgoland verschieden. Die meisten Chondri von Plymouth zeigen einen schon mehr sublitoralen Charakter oder ähneln zumindest den Formen des unteren Litorals von Helgoland (vgl. Standortsliste Plymouth Nr. 1, 3, 4 und Helgoland Nr. 66, 67, 68 — f. *genuina*; vgl. Tafel V, Fig. 4). Sie sind höher im Wuchs (7—9 cm), und ihre Verzweigungen sind breiter als die der litoralen *Chondrus*-Formen von Helgoland. Ein Unterschied zwischen den Pflanzen aus dem oberen Litoral von Helgoland und Plymouth ist weder in morphologischer noch in anatomischer Beziehung festzustellen. Bei den der Insolation frei ausgesetzten Exemplaren von Plymouth ist das räumliche Verzweigungssystem stark zusammengeballt, teilweise sogar in eine Kugelform zusammengedrängt. Die Zellgröße des Markes ist wie bei den Formen von Helgoland kleiner als bei den beschatteten Pflanzen.

Zusammenfassend ist über den Einfluß von Licht und Austrocknung als formative Faktoren nunmehr folgendes zu sagen:

Die Austrocknung verstärkt die Konsistenz, der Thallus zeigt eine fast lederartige, knorpelige Beschaffenheit, die Thallusenden sind stark gekraust. Wachstum als solches und anatomisches Gepräge werden, soweit bei Niedrigwasser die Austrocknung allein wirksam ist, nicht verändert.

Die Insolation hat von beiden Faktoren bei der Formenbildung die stärkere Wirkung. Das Wachstum wird in bezug auf die Höhe sehr gehemmt. Vor allem zeigt sich der Einfluß im anatomischen Bild (Abb. 3).

Mit der Formveränderung, die durch starke Lichtintensität bedingt ist, ist auch meist eine Farbveränderung verbunden. Je nach der Stärke des einwirkenden Lichts tritt eine Verfärbung der in größeren Tiefen rotvioletten Farbe über Hellbraun nach Grün ein. Die Ursache ist in chemischen Vorgängen zu sehen. Das das

Chlorophyll verdeckende Phycoerythrin wird durch den Einfluß des Lichts in den Chromatophoren zum Verschwinden gebracht. S t a h l sieht in dem Erblassen und Ergrünen eine Anpassung an hohe Temperaturen. Er hat durch Messungen festgestellt, daß Rotalgenpolster unter dem Einfluß starker Insolation eine höhere Temperatur aufweisen als das sie umgebende Wasser. Er nimmt deswegen an, daß die Verfärbung nicht nur auf Grund der Insolation, sondern hauptsächlich auf Grund der damit verbundenen Erwärmung eintritt. Diesem Gedanken kann ich mich nicht anschließen. Denn wenn man ein *Chondrus*-Büschen, das außen vollständig hellgrün aussieht, nur ein wenig auseinanderbiegt, so erscheint es innen und an der Basis schön rot gefärbt. Der Temperaturunterschied zwischen der

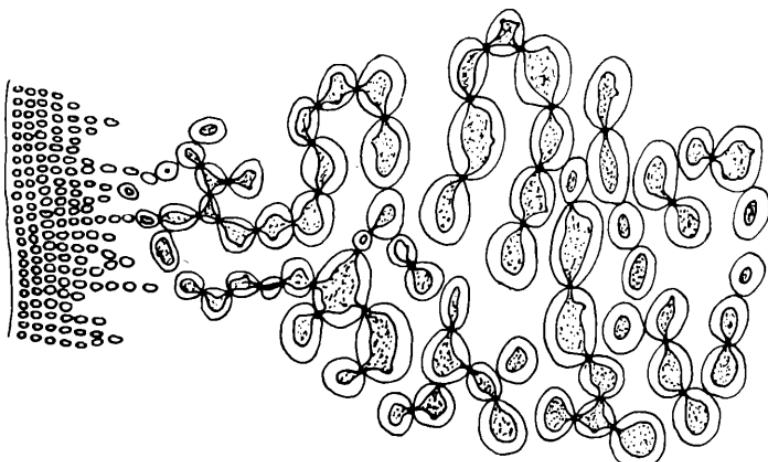


Abb. 3.

Chondrus crispus f. *stellata*, Querschnitt durch den Thallus, ca. 520×.

Oberfläche und dem Innern der nur wenig tiefen Büschel kann aber keinesfalls derart groß sein, daß er außen eine vollkommene Verfärbung hervorruft, während er im Innern überhaupt keinen Einfluß hat.

Wenn ein *Chondrus* unter dem Einfluß des Lichtes beginnt, sich grün zu färben, so braucht er deswegen nicht in allen Teilen zu ergrünen. Pflanzen z. B., die nicht vollständig freifallen, verfärbten sich nur an den Thallusspitzen. Die Basalteile, die vom Wasser bedeckt bleiben, bleiben rot bis bräunlich. So kann man an einer einzigen Pflanze eine ganze Farbenskala von Rotviolett bis zum reinsten Hellgrün finden.

Eine andere Wirkung, die das Licht bei *Chondrus crispus* hervorruft, ist das Irisieren der roten Pflanzen bei starkem Licht. Hebt man ein bedeckendes *Fucus*-Büschen hoch, so irisert der *Chondrus*

in blauen Farbtönen. Nach Berthold handelt es sich hier um ein echtes Irisieren und keineswegs um Fluoreszenzerscheinungen, d. h. es wird nur empfangenes Licht zurückgeworfen, nicht aber eigenes Licht ausgestrahlt. Berthold beschreibt die irisierenden Körper als Platten, die in der Hauptsache aus Stoffen proteinartiger Natur bestehen, deren eigenartige Molekularstruktur die Reflexwirkungen hervorruft. Es könnte dabei vorkommen, daß das Licht insgesamt oder auch nur einige Strahlenarten reflektiert werden, denen der Eintritt in das Innere der Pflanze verwehrt werden soll. Die beschriebenen Platten „fungierten als Vorhänge, welche bei intensiver Beleuchtung vor der freien Außenfläche der Zellen aufgezogen würden“ Ich möchte mich der Ansicht Bertholds, daß es sich bei dem Irisieren ausschließlich um einen Lichtschutz handelt, anschließen. Wenn ich auf die funktionsstörenden Wirkungen des Lichtes auch nicht näher eingehen möchte, so will ich doch hier darauf hinweisen, daß nach Montfort die dem Licht voll ausgesetzten Rotalgen schwächer assimilieren als die aus größeren Tiefen. Daraus geht hervor, daß der Einfluß des Lichtes schädigend wirkt. Um eben dieser Schädigung zu entgehen, reflektiert die noch rotviolette Pflanze, wenn sie plötzlich intensivem Licht ausgesetzt wird, die ihr schädlichen Strahlenarten.

Wie Rosenvine habe auch ich an freifallenden, der Sonne ausgesetzten Exemplaren von *Chondrus crispus* feine, farblose Haare gefunden. Der Zweck dieser Haare ist sehr umstritten. Ich möchte mich auch hier der Meinung Bertholds und Rosenvines anschließen, die in dem Auftreten der Haare einen Lichtschutz erblicken. Die Richtigkeit dieser Annahme wird durch den Umstand unterstrichen, daß die Haare an Exemplaren aus größerer Tiefe nicht auftreten.

2. Temperatur.

Für die Formen des Litorals ist in enger Verbindung mit dem Licht anscheinend auch die Temperatur von einiger Bedeutung, und zwar besonders bei Niedrigwasser, d. h. solange die Pflanzen der Luft ausgesetzt sind. Die Wassertemperatur ist im Verbreitungsgebiet des *Chondrus crispus* allerdings keinen extremen Schwankungen unterworfen. Es besteht aber durchaus die Möglichkeit, daß im Sommer bei einer Wasserwärme von vielleicht 15° eine Lufttemperatur von annähernd 30° herrscht. Und umgekehrt kann im Winter sehr wohl ein Nord- oder Ostwind die Luft plötzlich auf -20° und darunter abkühlen, während die Wassertemperatur noch einige wenige Grade über Null beträgt. Ob nun im Sommer für die Formenbildung die

starke Lichtintensität der maßgebende Faktor ist oder die hohe Temperatur, läßt sich schwer feststellen.

Andererseits ist von Kylin bewiesen worden, daß die Kälte auf *Chondrus crispus* keinen großen Einfluß ausübt. Er hat bei seinen Versuchen festgestellt, daß die Alge, nachdem sie 10 Stunden einer Temperatur von $-10,7^{\circ}$ ausgesetzt war, noch lebensfähig war. Kylin ging noch weiter und brachte den *Chondrus* in eine Temperatur von $-16,8^{\circ}$. Die Pflanzen hielten diese Kälte 6 Stunden aus und waren erst nach 10 Stunden abgestorben. Dieses auffällige Verhalten gegenüber so niedrigen Temperaturen braucht nicht zu verwundern, wenn man das Verhalten von *Chondrus crispus* gegenüber starkem Salzgehalt in Parallele zieht. Denn beides, große Kälte und starker Salzgehalt, üben eine plasmolysierende Wirkung aus. Wie im folgenden dargelegt wird, verträgt *Chondrus crispus* plötzliche starke Salzgehaltssteigerungen ohne weiteres. Die Untersuchungen Kylins bezüglich des Verhaltens gegenüber Kälte unterstreichen deswegen die Richtigkeit der Ergebnisse bezüglich des Verhaltens gegenüber dem Salzgehalt.

3. Salzgehalt.

Der Salzgehalt des Wassers beeinflußt die Formenbildung des *Chondrus crispus* in hohem Maße. Da dieser Faktor sowohl für das Litoral wie für das Sublitoral ausschlaggebend ist, will ich ihn bei den Ergebnissen (siehe unten) der Untersuchungen an sublitoralen Formen aus den dänischen Gewässern besonders ausführlich behandeln. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die litoralen Formen gegenüber den sublitoralen erheblich größeren plötzlichen Schwankungen des Salzgehaltes ausgesetzt sind, denn während für die sublitoralen Formen nur der durch die Gezeitenströme sich ändernde Salzgehalt in Frage kommt, tritt bei den litoralen Formen als verstärkender Faktor zunächst die Verdunstung hinzu. Besonders im Sommer sind die Pflanzen während der Ebbe vollständig mit einer feinen Salzkruste bedeckt. Weiterhin sind diese Exemplare aber während des Niedrigwassers dem Regen ausgesetzt, der besonders bei großer Stärke eine auslaugende Wirkung auszuüben vermag.

Diesen beiden Extremen gegenüber, ganz oder fast ganz salzlosem Wasser und solchem mit stärkster Salzkonzentration (z. B. in einem der Sonne ausgesetzten Tümpel), scheint *Chondrus crispus* jedoch unempfindlich zu sein. So schreibt Gomont, daß er normalen *Chondrus*-Bewuchs in Flußmündungen sogar noch an solchen Stellen gefunden hat, die bei Ebbe von Süßwasser überspült werden.

4. Wasserbewegung.

Von großer Bedeutung für die Formgestaltung von *Chondrus crispus* ist weiter die Stärke der Wasserbewegung am Standort. Es ist ein großer Unterschied, ob die Pflanze auf dem höchsten Schichtkopf dem vollen Wellenschlag ausgesetzt ist oder ob sie durch einen größeren Stein oder vorgelagerten Schichtkopf vor ihm geschützt ist. Diese Verschiedenheit der Standorte wirkt sich besonders bei den freistehenden Formen aus. Es finden sich unter diesen alle Übergänge bis zu typischen Brandungsformen. Pflanzen, die einen solchen Typ darstellen, habe ich auf einem der freifallenden Blöcke des Helgoländer Kriegshafens, auch auf den Seehundsklippen gefunden (vgl. Standortsliste Helgoland Nr. 42, 45, 56, 57, 59, 60). Beide Standorte sind starker Brandung ausgesetzt.

Solche Pflanzen zeichnen sich durch eine besonders feste Konsistenz aus, doch habe ich Verstärkungsleisten, wie sie bei *Phyllophora* unter ähnlichen Bedingungen an anderen Standorten auftreten, nicht feststellen können. Die Basis ist stielrund und hat einen größeren Durchmesser als die solcher Formen, die zwar frei-fallen, aber dann von einem *Fucus*-Büschen und anderen Algen bedeckt werden. Anatomisch zeigen diese Formen nichts Besonderes gegenüber anderen freistehenden Exemplaren. Es machen sich eben die direkte Insolation und die Austrocknung bemerkbar. Morphologisch ist dagegen die starke räumliche Verzweigung interessant. Es finden sich nicht nur sehr zahlreiche Prolifikationen, sondern das ganze Verzweigungssystem überhaupt ist reichlich ausgebildet, doch sind die ganzen Pflanzen selbst stark zusammengeballt und erscheinen meist als kleine Kugeln. Die Entwicklung in Höhe und Breite ist demgemäß nur gering, oft erheben sich solche Formen nur 2 cm über den Boden (f. *densa*; vgl. Tafel V, Fig. 5).

Der Grund des anscheinend geminderten Wachstums ist leicht zu finden. Würden die in den „Kugeln“ zusammengeballten Verzweigungen nach Art der anderen Formen frei im Wasser fluten, so könnten sie dem Wellenschlag nicht standhalten und würden abgerissen werden, wenn nicht sogar die ganze Pflanze ihren Halt verlieren würde. Daß es sich bei diesen kleinen Formen aber nicht um verkümmertes Wachstum an sich, sondern tatsächlich um eine Anpassung an die besonderen Verhältnisse des Standortes handelt, geht daraus hervor, daß die an anderen Formen zu findenden Verzweigungen als solche ebenfalls vorhanden sind. Der Unterschied besteht darin, daß bei den Brandungsformen die einzelnen Verzweigungen nur kurz sind, aber dafür zahlreicher auftreten.

Übergänge zu solchen ausgesprochenen Brandungsformen habe ich am Standort Nr. 1 der Helgoländer Standortsliste gefunden. Die Brandung an der Mauer der Westküste ist hier so stark, daß sich die Wasserbewegung noch in etwa einer Entfernung von 10 m seewärts auswirkt. Hier ist der Wellenschlag nicht mehr so stark und nimmt an Heftigkeit entsprechend der Entfernung von der Mauer immer mehr ab. So habe ich in dieser 10-m-Zone sowohl Pflanzen gefunden, die die ersten Ansätze der kugelförmigen Verzweigung aufweisen, wie auch solche, die ebenso wie die oben beschriebenen ausgebildet sind. Diese haben an solchen Stellen gestanden, die dem gleichen heftigen Wellenschlag unterliegen, wie er unmittelbar an der Mauer wirksam ist (vgl. Tafel VI, Fig. 1).

Ich vermute, daß die *f. aegagropila* Rosenv. ebenfalls durch den Einfluß der Wasserbewegung ihre kugelartige Form erhalten hat. Allerdings wurde sie in relativ ruhigem Wasser bei Frederikshaven entdeckt. Aber sie war am Fundort nicht festgewachsen, und so besteht die Möglichkeit, daß es sich um eine typische Migrationsform handelt, die durch eine rollende Bewegung zustande kam. Leider ist diese Form nur in einem einzigen Exemplar vertreten (Rosenvinge 1909, p. 508, Fig. 473).

Außer der bezeichnenden Verzweigung der Brandungsformen macht sich bei ihnen auch ein Einfluß des starken Wellenschlages auf die „Fraktifikation“ bemerkbar, denn gerade diese Formen sind oft geradezu übersät mit Karpo- und Tetrasporangien.

Bei den nicht mehr freifallenden Formen des obersten Sublitorals macht sich die Wasserbewegung auf etwas andere Weise formativ geltend. Die Pflanzen sind nicht gekraust, sondern an ihren Rändern meist dicht mit Prolifikationen besetzt und nahezu in einer Ebene verzweigt. Entwickelt die Pflanze Fortpflanzungsorgane, so sind diese auch in den Prolifikationen zu finden. Außer der großen Anzahl von Prolifikationen findet sich meist auch eine Störung der dichotomischen Verzweigung des Thallus (*f. prolifera*; Tafel VI, Fig. 2 und 4).

Eine andersartige morphologische Gestaltung durch die Wasserbewegung erfahren die Pflanzen aus den Gebieten mit hohem Tidenhub. So haben die Exemplare aus seichten Tümpeln bei Port St. Mary (Standortsliste Isle of Man Nr. 1; Tafel VI, Abb. 3), die Wind und Wellenschlag sehr ausgesetzt sind, nahezu fadenförmige Thalli. Ich möchte annehmen, daß auch die Formen der französischen Nordküste, besonders bei Cherbourg, auf solche Standortsbedingungen zurückzuführen sind (*f. corymbosa*, *f. angustifrons*).

5. Versandung.

Als ich im Juni 1936 zum zweiten Male in Helgoland war, habe ich in großer Anzahl Formen von *Chondrus crispus* gefunden, von denen ich im Herbst 1934 auch nicht ein einziges Exemplar entdeckt hatte. Die Pflanzen sind in anomaler Breite und Höhe entwickelt, wobei der Thallus nur papierdünn ist. Die dichotomische Verzweigung ist nicht mehr zu erkennen; vielmehr besteht die ganze Pflanze meist aus mehr oder weniger großen Lappen mit zahlreichen Prolifikationen. Die Konsistenz ist nur schwach. Die Basalteile sind schwach und besitzen einen geringen Durchmesser (f. *dilatata*; Tafel VI, Fig. 5 und 6).

Die Basis dieser Pflanzen, die ich hauptsächlich an der Westseite von Helgoland und an den Buhnen der Düne gefunden habe (siehe Standortsliste Helgoland Nr. 15, 19, 21, 48, 49), war völlig vom Sand bedeckt. Dicht benachbarte Pflanzen, die von einem *Fucus*-Büschen beschattet waren, zeigten diese auffallenden Erscheinungen nicht; hier hatte das *Fucus*-Büschen den Sand vom *Chondrus* ferngehalten. Da andere Faktoren für die beschriebene Verformung nicht von Einfluß sein können, so bleibt nur die Versandung des Standortes bzw. der Basalteile als Ursache übrig. Cotton hat übrigens ganz ähnliche Formen in versandeten Tümpeln von Clare Island gefunden. Damit dürfte bewiesen sein, daß tatsächlich dem Sand bzw. der Versandung der Basalteile des *Chondrus crispus* ein formgebender Einfluß zuzuschreiben ist.

6. Tierfraß.

Auch der Tierfraß kann auf die äußere Erscheinung des *Chondrus crispus* einwirken. Es kommen hier vor allem Verletzungen durch die Schnecke *Lacuna*¹⁾ und die Assel *Idothea* in Frage. Kunze stellt sich allerdings auf Grund von Laboratoriumsversuchen auf den Standpunkt, daß die häufigen Regenerate und Beschädigungen des *Chondrus crispus* im Meer nicht auf Asselfraß zurückzuführen seien. Jedenfalls entsprechen die tiefen abgerundeten Fraßstellen, die ich am *Chondrus* auf den freistehenden Blöcken des Kriegsschiffhafens und an der Westseite von Helgoland gefunden habe (siehe Standortsliste Helgoland Nr. 56, 57, 58, 59, 60), genau denen, die Kunze an *Laminaria*, an der sie durch die Schnecke *Lacuna* hervorgerufen wurden, beschreibt. Meist werden die jungen Spitzen angefressen. An den Wundstellen entstehen Prolifikationen, und

¹⁾ Wohl auch *Litorina litorea*.

zwar sind diese oft so zahlreich und stehen so dicht, daß die Pflanzen Thalli aufweisen, die an ihren Enden wie kleine Büschel aussehen. Die Formen, bei denen die Verbildung noch nicht so weit fortgeschritten ist, sind übrigens hin und wieder in den Herbarien als „*forma genuina*“ bestimmt zu finden. Es ist auffällig, daß besonders solche Exemplare stark von Tierfraß befallen werden, die eine vermehrte Anzahl von Karpo- und Tetrasporen tragen. Demgemäß tritt der Tierfraß besonders bei den Brandungsformen auf, die, wie oben erwähnt, mehr Karpo- und Tetrasporen bilden als andere Exemplare. Es liegt der Gedanke nahe, daß diese Pflanzen deswegen bevorzugt werden, weil sie als Träger von Fortpflanzungsorganen Reservestoffe besitzen bzw. mobilisiert haben. Es ist augenscheinlich, daß diese Formen durch die Entziehung von Aufbaustoffen durch den Tierfraß geschädigt werden. Am augenfälligsten tritt dies bei der Größe der „*Sori*“ hervor, die im Umfang kleiner sind als bei unverletzten Formen (Herb. K ü t z i n g und Tafel VII, Fig. 1).

Sublitorale Formen.

Die Formen der dänischen Gewässer.

Bei der Untersuchung der Beziehungen der sublitoralen *Chondrus*-Formen zu ihren Umweltfaktoren habe ich mich vor allem auf Material aus den dänischen Gewässern gestützt. Einmal weisen diese Gewässer die verschiedensten Vegetationsbedingungen, vor allem einen verschieden hohen Salzgehalt auf. Dann habe ich aber auch gerade für dieses Gebiet besonders geeignetes Material gefunden, das Rosenvinge mit eigenem Boot und Jørgensen (mit D bezeichnete Exemplare) an Bord der „*Dana*“ gesammelt haben. Dieses Material zeichnet sich dadurch aus, daß es zum größten Teil mit genauen Angaben über den Standort, dessen Tiefe und geographische Lage usw. versehen ist. Bei einer Anzahl von Exemplaren fehlt zwar die Basis, und ihr Standort wird dadurch fraglich. Da Rosenvinge aber die jeweilige Assoziation angibt, kann man oft ohne weiteres annehmen, daß die Pflanze nur durch die Dredge losgerissen worden ist. Solche Exemplare also, die zudem in ihrem Habitus denen ähnlicher Standorte gleichen, habe ich zur Untersuchung mit herangezogen. Das ganze Material umfaßt ca. 60 Formen. Die von Rosenvinge stammenden Bezeichnungen für die Exemplare und Standorte habe ich beibehalten. Ein großer Teil der Standorte ist nach der Karte von Rosenvinge in die beigefügte Karte eingezeichnet. Die übrigen Standorte, meist

jüngeren Datums, habe ich auf Grund der Angaben über die geographische Breite und Länge nachgetragen.

Um sich ein Bild von der Verschiedenartigkeit aller dieser Standorte, und zwar allein schon in bezug auf einen einzigen Faktor, den Salzgehalt, machen zu können, sei daran erinnert, daß durch den verschiedenen Salzgehalt des Nordsee- und des Ostseewassers die dänischen Gewässer zu einem Mischbecken geworden sind, in dem je nach der Strömung die beiden Wassermassen verschieden tief gelagert sind.

Um nun die Mannigfaltigkeit der Formen von *Chondrus crispus* durch die Verschiedenartigkeit der Standorte erklären zu können, war es vor allem notwendig, die Charakteristik der einzelnen Standorte genau zu kennen. Wichtig sind hierbei für das Sublitoral der Salzgehalt des Wassers, seine Temperatur und seine Bewegung.

Ich habe gefunden, daß für die Kenntnis des Salzgehaltes und der Temperatur der dänischen Gewässer die Karten von Jakobsen den besten Aufschluß geben. Sie sind auf Grund von jahrelangen täglichen Beobachtungen entstanden und stellen die Höhe des Salzgehaltes und der Temperatur in 0, 10 und 20 m Tiefe in den Monaten Februar, Mai, August und November graphisch dar. Dementsprechende annähernde Werte (vgl. Standorttabelle!) habe ich für die Standorte von *Chondrus crispus* diesen Karten entnommen. Ferner habe ich zur Feststellung solcher Werte für den Kleinen Belt die Aufzeichnungen von Meyer herangezogen. Zur Ermittlung anderer, möglicherweise die Formenbildung des *Chondrus* beeinflussender Faktoren war die Kenntnis der geographischen Lage, der Stromrichtung und -stärke usw. notwendig. Hierüber habe ich die Deutsche Seewarte zu Rate gezogen, die in ihren Seehandbüchern oft eine sehr eingehende Beschreibung der verschiedenen Standorte gibt. Stromtabellen, d. h. Mittelwerte für Stromstärke und Windrichtung sind leider nur für wenige Punkte in den dänischen Gewässern angegeben. Auch sonst findet man sie in der Literatur selten verzeichnet. Doch kann man aus den Beschreibungen der allgemeinen Stromverhältnisse ziemlich genau auf die Verhältnisse an den einzelnen Standorten schließen.

Von allen möglichen Faktoren ist der Salzgehalt im dänischen Sublitoral am stärksten wirksam, wie an den nachstehenden Beobachtungen dargetan werden soll. Der von der Nordsee her durch das Kattegatt, die beiden Belte und den Sund sich vermindernde Salzgehalt läßt sich fast stufenweise in seiner Wirkung auf die *Chondrus*-Formen verfolgen. Es lassen sich für die dadurch bedingten Formen aber keine horizontalen Grenzen ziehen, denn wie schon aus der Beschreibung der allgemeinen hydrographischen Verhältnisse hervorgeht, ist der Salzgehalt in den verschiedenen Tiefen auch verschieden hoch. So einflußreich der Salzgehalt als formbildender Faktor auch ist, so lassen sich doch nicht schematisch für jeden Grad bestimmte Formen feststellen, denn niemals werden etwa alle anderen für die Verformung maßgebenden Faktoren so weit aus-

geschaltet sein, als daß sie hier nicht auch mitwirkten. Mögen auch diese Faktoren einzeln in ihrer Wirkung unbedeutend sein, so ist ihr Einfluß im Komplex mit den übrigen doch deutlich feststellbar. Ich will nun versuchen, auch unter Berücksichtigung dieser Faktoren eine Begründung für die verschiedene Formbildung der einzelnen Pflanzen des oben beschriebenen Materials zu geben.

Im nördlichen Kattegatt wirkt sich der Salzgehalt bzw. seine Verschiedenheit auf die Formbildung von *Chondrus crispus* kaum aus, denn in diesem Gebiet findet ein lebhafter Austausch zwischen der unteren und oberen Strömung statt. Auch



Abb. 4.

Chondrus crispus
vom Standort D 1 der däni-
schen Gewässer (westlich
Borchers Bank, Jørgensen
n. D. 2891); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

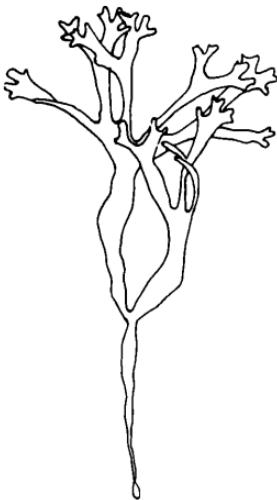


Abb. 4 a.

Chondrus crispus
vom Standort FE (west-
nordwestl. Borchers Bank,
Rosenvinge n. 2769);
 $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

wird das Nordseewasser nicht so stark entsalzt, als daß sich der Einfluß eines geringeren Salzgehaltes auf die Pflanzen auswirken könnte. Rosenvinge gibt zwar als typische Form unterhalb 10 m Tiefe ein Exemplar vom Standort U B an und nennt sie f. *membranacea*. Sie ist sehr schmal, ihre Verzweigungen sind stark verkümmert und unregelmäßig. Die Erscheinung dieser Pflanze ist aber wohl auf irgendwelche ungünstigen Verhältnisse, die sich heute nicht mehr feststellen lassen, zurückzuführen. Alle übrigen Pflanzen desselben Standortes U B zeigen vollständig normal ausgebildete Thalli. Die Formen von den Standorten U C, D₁, T G und G M sind im wesentlichen durch starke Strömung entstanden (Abb. 4). Wie aus den Seehandbüchern hervorgeht, ist die Stromstärke hier

sehr bedeutend; sie kann in den tiefen Rinnen Geschwindigkeiten bis zu 2—3 m/sec erreichen. Die Pflanzen weisen zum Teil zahlreiche Prolifikationen auf und sind auch schmäler als z. B. die Pflanzen von F E, F F und f G, die das Gepräge der normalen Nordseeformen haben (Abb. 4 a).

In der Laesörinne herrscht der Nordstrom vor, und der Südstrom verläuft sich in der tiefen Rinne. Infolgedessen ist der Salzgehalt an den Standorten X B und D₃ geringer als an den eben genannten. Er schwankt zwischen 24 ‰ und 28,5 ‰. Die Thalli sind hier etwas schmäler.

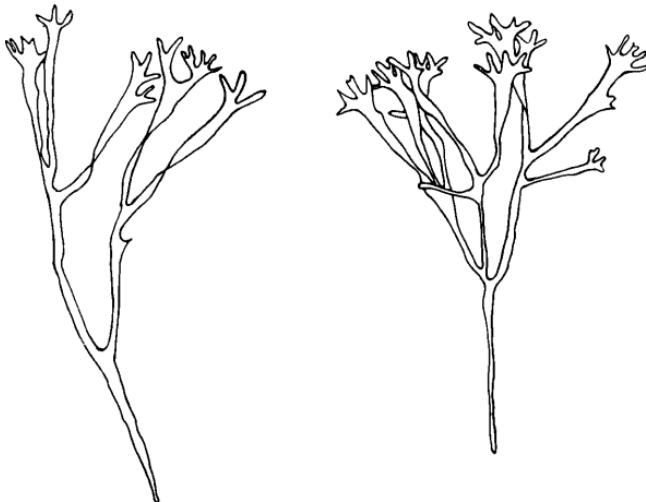


Abb. 5.

Chondrus crispus vom Standort GJ (nordwestlich Helsingör, Rosenvinge n. 3028); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

Die Formen von f H und J O bei Fladen zeigen noch keine Veränderung, die auf eine Verminderung des Salzgehaltes zurückzuführen wäre.

Bei Store Middelgrund (Standort D₂ und H Y) treffen Strömungen aus allen Richtungen zusammen. Es ist ein auch für den Ozeanographen sehr kompliziertes Gebiet (Schubert-Defant), charakterisiert durch ständig wechselnde Strömungsrichtungen, wobei einmal der Nordstrom, ein anderes Mal der Südstrom vorherrscht. Die Trennung der zahlreichen dort wirksam werdenden Faktoren ist daher äußerst schwierig. Unmöglich ist es, die mannigfaltigen, an einem Standort wachsenden Formen als durch bestimmte einzelne Faktoren bedingt zu erklären.

Dagegen ist an der Stelle G J schon bei allen Exemplaren eine Verschmälerung des Thallus festzustellen (Abb. 5). Der Salz-

gehalt ist hier allerdings auch bedeutend niedriger als an den vorgenannten Stellen. Er beträgt nur noch 14,7—21,5 % (im Mai z. B. sogar nur 13 %). Eine Verkümmерung hat dieser geringe Salzgehalt aber noch nicht zur Folge; die Pflanzen sind regelmäßig verzweigt.

Ganz ähnlich verhalten sich die Exemplare des Standortes O O. Die Pflanzen von R L sind infolge der hier herrschenden größeren Tiefe von 15 m einem noch höheren Salzgehalt ausgesetzt und deshalb etwas breiter als die vorigen.

Einen sehr unregelmäßig verzweigten und mit zahlreichen Prolifikationen versehenen Thallus haben die Pflanzen, die bei

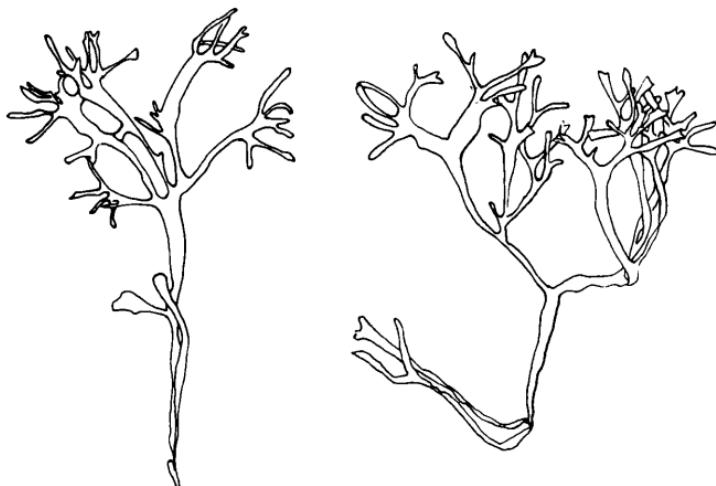


Abb. 6.

Chondrus crispus vom Standort OS (Hastens Grund, Rosenvinge n. 4528); $\frac{3}{5}$ nat. GröÙe.

Hastens Grund am Standort O S im südlichen Kattegatt in 13 bis 14 m Tiefe standen (Abb. 6). Für dieses Gebiet ist ein stark wechselnder Salzgehalt charakteristisch (0—20 m, Februar 13,0 bis 28,5 %, Mai 21—30,5 %, August 19—30 %, November 22 bis 28,5 %). Obwohl der Salzgehalt noch relativ hoch ist, macht sich dieser Wechsel für eine regelmäßige Thallusentwicklung dennoch ungünstig bemerkbar.

Etwas südlicher am Sjaellands Reff macht sich der Einfluß stärker verringerten Salzgehaltes geltend. In einer Tiefe von 0—10 m zeigen sich Schwankungen von 10,5—22 % im Jahr. Die Thalli der Exemplare dieses Standortes (G G) haben nur eine Breite von ca. 1—2 mm (Abb. 7). Zu berücksichtigen ist dabei auch noch, daß die Pflanzen in stark bewegtem Wasser stehen.

Denn auf dem M e l l e n - R e f f entsteht bei geringster Brise Brandung, bei windstillem Wetter aber Stromkabbelung. Infolgedessen sind wohl auch die Verzweigungen leicht gedreht (soweit sich das an getrocknetem Material feststellen lässt).

Die Standorte M Y, F S, f N₃, M G und M P bieten in bezug auf Salzgehalt (Februar/Mai 20—30 ‰ in 10 m Tiefe), Temperatur, Lichtintensität und Strömung annähernd gleiche Vegetationsbedingungen. Es findet dort ein starker Wechsel zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser statt, der wohl durch die ständig aus- und ein-

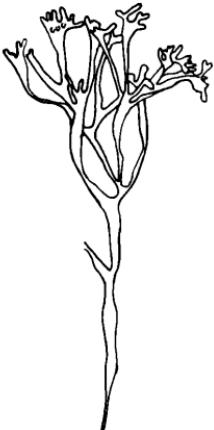


Abb. 7.

Chondrus crispus
vom Standort GG
(nordwestlich Ny-
köbing, Rosenvinge
n. 3025); $\frac{3}{5}$ nat. Gr.

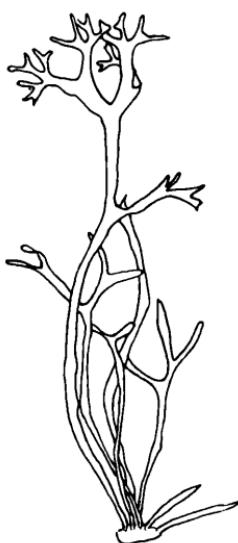


Abb. 8.

Chondrus crispus vom Standort MQ (südlich der
Insel Samsö, Rosenvinge n. 4006); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

gehenden Strömungen zwischen den zahlreichen Bänken hervorgerufen wird. Die Formen sind daher unregelmäßig verzweigt und wegen des relativ hohen Salzgehaltes noch verhältnismäßig breit (Abb. 8).

Betrachtet man nun die Pflanzen aus dem Großen Belt, so kann man schon eine wesentliche Beeinflussung, eventuell selbst Schädigung der Formbildung durch den geringeren Salzgehalt feststellen. Die Formveränderung verläuft jedoch nicht gleichmäßig, weil auch die hydrographischen Verhältnisse des Großen Beltes eine große Verschiedenartigkeit zeigen. Jakobsen charakterisiert sie folgendermaßen: „Der Salzgehalt der Oberfläche ist sehr schwankend, je nachdem, ob das Ostseewasser oder das aus dem Kattegatt vor-

herrscht. Bei Spogrø kommt somit dann und wann ein Salzgehalt von 10 bzw. 20 ‰ vor. Das salzige Bodenwasser aus dem südlichen Kattegatt erstreckt sich auch durch den Großen Belt, doch vermischt sich dieses Wasser stark mit der Oberflächenschicht.“

Die Standorte I und g S des Großen Beltes sind noch ähnlich beschaffen wie die in den Gewässern um Samsö. Der Salzgehalt beträgt hier in 0—10 m Tiefe im Minimum 13 ‰ und 19 ‰ im Maximum. Erst bei dem Standort G Y macht sich der relativ geringe Salzgehalt geltend. *Chondrus crispus* ist an dieser Stelle sehr schmal und niedrig, die Verzweigungen sind zum Teil peitschen-

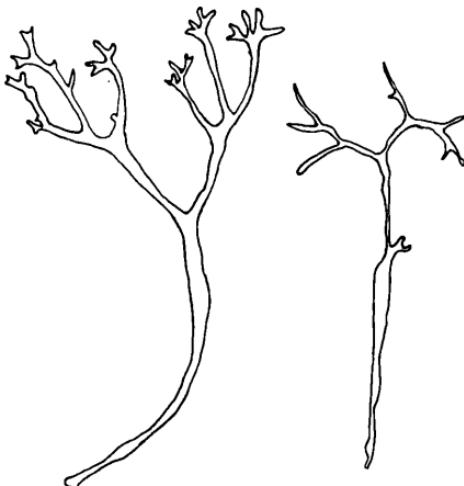


Abb. 9.

Chondrus crispus vom Standort gG (nördlich Langelland, Rosenvinge n. 10419); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

artig gewunden. Zwischen Knudshoved und Slipshavn (g C) erreichen die Formen zwar noch eine Höhe von 10—11 cm, weisen aber zum Teil zahlreiche Prolifikationen auf und sind in der Breite sehr verschieden (Abb. 9). Diese Formbildung ist zweifellos mit auf den starken Neerstrom zurückzuführen, der an diesem Küstenstreifen besonders wirksam ist. Die Standorte X S, g E und f Z sind unsicher, da den Pflanzen die Basis fehlt und sie also ebenso gut von einem anderen Standort stammen, wie sie auch angetrieben sein können. Doch zeigen sie eine den Pflanzen von G Y ähnliche Ausbildung des Thallus.

An der Nordseite von Egholm, am Standort G Z, wurden am 1. Mai nur 12 ‰ Salzgehalt an der Oberfläche gemessen. Er steigt aber auch in 10 m Tiefe nicht über 18 ‰ an. Die Thalli der von

dort stammenden Pflanzen haben dementsprechend auch nur eine Breite von etwa 1 mm. Ein Exemplar vom Vengeance Grund (DN) ist dagegen erheblich höher und breiter, obwohl sein Standort der Ostsee näher liegt (Abb. 10). Doch durch die größere Tiefe (12 m) ist der Salzgehalt um ca. 2 % höher als am Standort G Z, und diese relativ geringe Abweichung bewirkt allein schon einen solchen Unterschied der Pflanzen dieser beiden Standorte. Ein ähnliches Beispiel bieten die Pflanzen von f S aus 11,5 m Tiefe und U L aus 20 m Tiefe. Bei f S, am südlichen Teil von Langeland, schwankt der Salzgehalt in 10 m Tiefe zwischen 14 und 17 %. Die Formen sind daher schmal

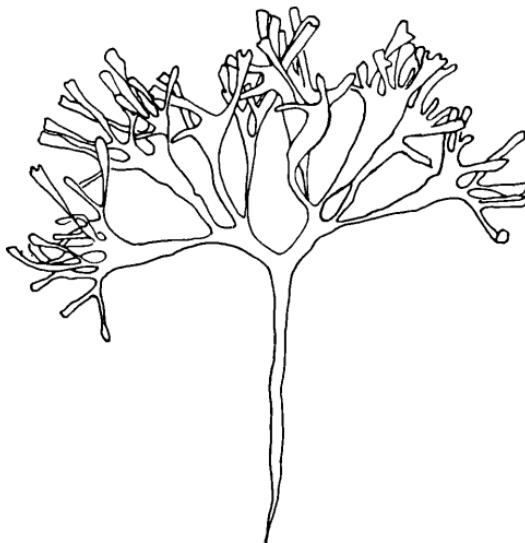


Abb. 10.

Chondrus crispus vom Standort DN (nordnordöstlich Langeland, Rosenvinge n. 2488);
 $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

und unregelmäßig verzweigt (Abb. 11). Bei Øjet (Markelsdorf Huk) (UL) hat in dem Feuerbelt, der sonst stark entsalzt ist, das Wasser der unteren Schichten in 20 m Tiefe noch einen Salzgehalt von 18,5—22,5 %. Die Pflanzen sind also trotz der südlichen Lage infolge des noch relativ hohen Salzgehaltes verhältnismäßig breit (Abb. 12).

Dieselben Formveränderungen auf Grund des allmählich salzärmer werdenden Kattegattwassers zeigen sich im Kleinen Belt und im Sund.

So wie im Eingang zum Großen Belt sind auch am nördlichen Ende des Kleinen Beltes die Chondri der Standorte D J, F Z, II und III noch durchweg den aus den Gewässern um Samsö stam-

menden ähnlich. Erst bei UX, wo der Salzgehalt in 10 m Tiefe meist 10—17 ‰ beträgt, zeichnen sich die Pflanzen durch einen

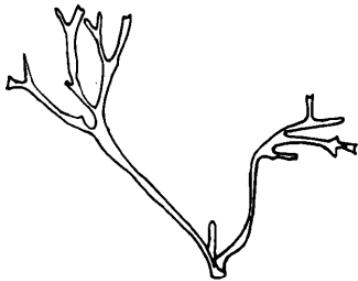


Abb. 11.

Chondrus crispus vom Standort fS
(im Süden von Langeland, Rosenvinge n. 10 260); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

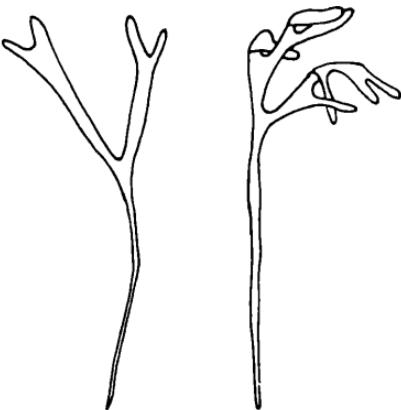


Abb. 12.

Chondrus crispus vom Standort UL
(südlich Nakskow, Rosenvinge
n. 5797); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

sehr schmalen Thallus mit zum Teil langen, fast stielrunden Verzweigungen aus (Abb. 13). Die Ähnlichkeit mit den lose treibenden



Abb. 13.

Chondrus crispus vom Standort UX (nordwestlich Arö, Rosenvinge n. 5958);
 $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

Formen der Ostsee ist sehr groß. So ist es durchaus denkbar, daß eine Pflanze vom Standort CG, von der es ungewiß ist, ob sie festgewachsen oder losgerissen war, für diesen Standort typisch ist.

Denn auch ein Exemplar von Sonderskov (b Y) zeigt eine ähnliche bogige, peitschenförmige Verzweigung (Abb. 14). Im Sund fand sich übrigens ein ähnliches losgerissenenes Exemplar vom Standort P X.

Im Sund bestehen teilweise günstigere Bedingungen. So kann man z. B. annehmen, daß südlich von Staffans Flack am Standort T F₁ in 12—13 m Tiefe der Salzgehalt relativ hoch ist. In 10—20 m Tiefe beträgt er im Februar 16—25 %, im Mai 16,5 bis 28 %, im August 15,5 %, und im November 17—25 %. Die hier gedeihenden Pflanzen sind verhältnismäßig breit und mehr oder weniger regelmäßig dichotomisch verzweigt. Doch lassen die einzelnen Verzweigungen die

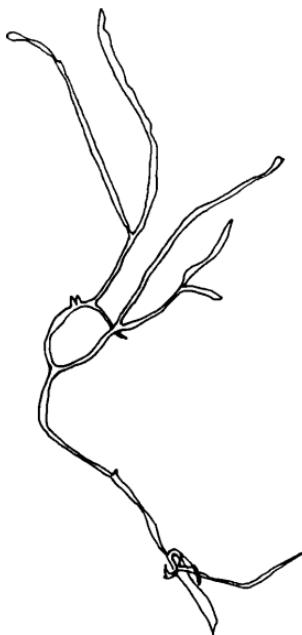


Abb. 14.

Chondrus crispus vom Standort bY (im Süden der Insel Als, Rosenvinge n. 8950); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

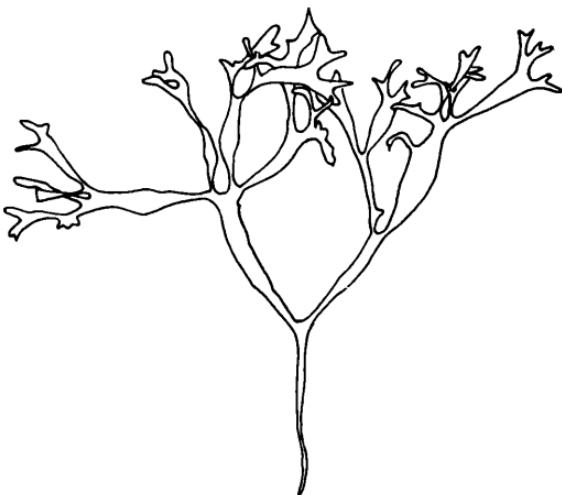


Abb. 15.

Chondrus crispus vom Standort TF₁ (südlich Helsingborg, Rosenvinge n. 5285); $\frac{3}{5}$ nat. Größe.

lineare Ausbildung vermissen, sie zeigen vielmehr blattartige Verbreiterungen (Abb. 15). Vom Standort Q D ist nur ein losgerissenenes Exemplar vorhanden, vom südlicheren Standort Kriegers Flack fehlen leider Pflanzen völlig.

1. Salzgehalt.

An den oben beschriebenen Beispielen zeigt sich, wie groß bei *Chondrus crispus* die Spannweite zwischen Optimum und Minimum in bezug auf das Salzgehaltsbedürfnis ist. Wenn auch in mannigfaltiger Weise verändert, so sind *Chondrus*-Formen doch noch bei einem Salzgehalt von 14,5—16,5 % voll lebensfähig. Sie vertragen

dabei sogar zeitweise eine Konzentration von ca. 13 ‰, einen Promillesatz, wie er im April bei Egholm im Großen Belt in ungefähr 6,5 m Tiefe (G Z) vorkommt. Für die Standorte U X und f S gelten ähnliche minimale Salzgehalte. An den Exemplaren dieser Standorte zeigen sich alle möglichen Reduktionserscheinungen, die durch den geringen Salzgehalt hervorgerufen sind. Die zahlreichen Zwischenformen vom Optimum bis zu diesem Minimum lassen sich aber nun nicht immer etwa ganz genau nach den Prozenten des Salzgehaltes abstufen. Es ist vielmehr festzustellen, daß sich im Kattegatt ein Unterschied von 2 ‰ und mehr an den Pflanzen nicht bemerkbar macht. Im Großen Belt dagegen, wo der Salzgehalt bereits auf 17—18 ‰ gesunken ist, wirken schon geringe Unterschiede von 1—2 ‰ oder gar noch weniger formverändernd. Je mehr sich also der Salzgehalt dem Minimum nähert, um so geringere Unterschiede genügen, starke Formveränderungen hervorzurufen.

Obwohl ich die Einflüsse des Salzgehaltes in der Kombination mit anderen Faktoren an einzelnen Beispielen schon beschrieben habe, will ich sie an dieser Stelle noch einmal kurz zusammenfassen. Als wesentlichste Erscheinung ist die deutliche Verschmälerung des Thallus bis auf 1 mm zu verzeichnen. Die Verzweigung wird mit abnehmendem Salzgehalt unregelmäßiger; teilweise werden einzelne Verzweigungen übermäßig verlängert, während andere ihr Wachstum ganz einstellen. Manche Sprosse wachsen zu langen, oft zylindrisch runden, unverzweigten und kurvenartig gebogenen Gebilden aus. Sie sind den Formen ähnlich, die von der Haftscheibe losgelöst, in den Buchten der Ostsee angetrieben werden (f. *incurvata*).

Weisen die Pflanzen solche Überverlängerungen nicht auf, so macht sich der Einfluß geringen Salzgehaltes in einer Hemmung des Längenwachstums geltend. Die Formen sind dann verhältnismäßig niedrig.

Das Alter der *Chondrus crispus*-Formen wird durch geringen Salzgehalt des Meerwassers offenbar nicht beeinflußt. Eine Einschränkung ist allerdings insofern zu machen, als sich das Alter an den stark verkümmerten Pflanzen oft nur schwer feststellen läßt.

Anatomisch waren ebenfalls an Pflanzen aus ganz verschiedenen Salzkonzentrationen keine nennenswerten Unterschiede zu verzeichnen. Sowohl Quer- wie Längsschnitte aller unverletzten Exemplare zeigten dasselbe Bild. Es unterscheidet sich in keiner Weise von dem der sublitoralen Pflanzen Helgolands (Abb. 16).

Dagegen wird die „Fruktifikation“ durch den Salzgehalt wesentlich beeinflußt. Die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane ist bei weitem empfindlicher gegen Salzgehaltsverminderung als die rein

vegetative. An den Eingängen zum Kleinen und Großen Belt (F Z und M P des Standortsverzeichnisses) sind die südlichsten Fundorte in den dänischen Gewässern, an denen die Pflanzen noch fruktifizieren. Die Chondri des Standortes M P entwickeln in normaler Weise Karposporen. Bei einem Exemplar von F Z ist nur noch ein ungewöhnlich großes Karposporangium zur Ausbildung gekommen. Der Salzgehalt beträgt im Mittel bei diesen Standorten immer noch über 21 %_{oo}, nur zeitweise kann er 19 %_{oo} betragen.

Aber nicht nur auf die Entwicklung von Fortpflanzungsorganen überhaupt, sondern auch auf die Zeit, in der sie entwickelt werden, läßt sich eine Einwirkung des Salzgehaltes feststellen. Im Kattegatt, wo noch ein relativ hoher Salzgehalt zu verzeichnen ist, fällt die „Fruktifikation“ in den späten Herbst und findet noch im Januar

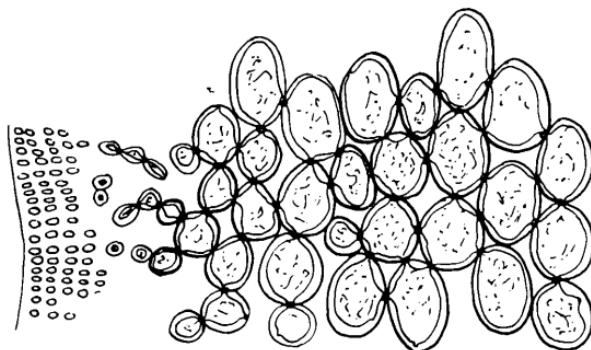


Abb. 16.

Chondrus crispus, Pflanze aus dem Sublitoral, Querschnitt durch den Thallus, ca. 520×.

statt, und zwar gilt dies für Tiefen bis zu 15 m. Aus 17—19 m Tiefe liegen fertile Pflanzen vor, die im Mai mit Karpo- oder Tetrasporen gesammelt wurden. Es ist anzunehmen, daß in dieser Tiefe die Entwicklung, ungehemmt durch zu geringen Salzgehalt, auch unabhängig von der Jahreszeit vor sich geht.

Bei den Pflanzen von den Standorten mit relativ niedrigem Salzgehalt ist die Zeit der „Fruktifikation“ unregelmäßig. Es kommen sowohl im April als auch im Juli und September Karpo- und Tetrasporen zur Entwicklung.

2. Temperatur.

Eine Temperaturabnahme oder -zunahme ist zwischen dem Norden und Süden des Gebietes, in dem wir *Chondrus crispus* antreffen, kaum zu verzeichnen. Nur im Februar ist die Temperatur in 20 m Tiefe im Kattegatt höher als in den Belten und im Sund.

Auch die Temperaturunterschiede zwischen 5 und 15 m Tiefe sind sehr gering, sie betragen meist nur 1° C. Allein im August bzw. Februar zeigen sich etwas größere Temperaturunterschiede im weniger salzhaltigen Wasser des südlicheren Teiles der dänischen Gewässer und des Kattegatts. In 20 m Tiefe treten hier dann Unterschiede von 2—3° bzw. 2,5—4,5° C auf, wobei das Kattegatt die höhere Temperatur aufweist. Aber diese geringen Abweichungen wirken sich anscheinend nicht irgendwie hemmend auf die Formen des *Chondrus crispus* aus. Im übrigen ist auch, wie schon oben erwähnt, ihre Kälteresistenz sehr groß.

3. Lichtintensität.

Wie ich bereits oben dargelegt habe, spielt das Licht als formativer Faktor im Litoral eine große Rolle. Die Unterschiede zwischen den dem Licht ausgesetzten Pflanzen und solchen, die nur wenig Licht erhalten, sind recht erheblich. Ähnliche Unterschiede findet man auch noch bei Exemplaren, die im Sublitoral in Tiefen von 0—3 m stehen. Unterhalb dieser Grenze ist der Einfluß des Lichtes auf die Formbildung jedoch schon ziemlich schwach geworden; Pflanzen aus 3—10 m Tiefe werden durch das Licht in ihrer Form kaum mehr verändert. Die sichtbarsten Unterschiede sind meist durch den verschieden hohen Salzgehalt der Wasserschichten nach unten zu bedingt. Doch läßt sich immerhin bei gleichem Salzgehalt und allerdings bedeutenden Tiefendifferenzen (Bedingungen, wie sie z. B. im Kattegatt für die Standorte f G und T X gegeben sind) ein Unterschied am Thallus der Pflanzen feststellen. Ein junges Exemplar von f G aus 15 m Tiefe hat am ganzen Thallus leicht gewellte Ränder; auch ist die Verzweigung unregelmäßig. Dagegen besitzt eine junge Pflanze von T X aus 7,5—9,5 m Tiefe einen glattrandigen Thallus mit dichotomischer Verzweigung. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch an zahlreichen älteren Exemplaren. Daß für eine Unregelmäßigkeit der Verzweigung und auch des Thallusrandes keineswegs ein starker Bryozoenbewuchs verantwortlich zu machen ist, zeigt ein Exemplar vom Standort J O aus 10,5—11,5 m Tiefe, das 15 cm hoch und dichotomisch verzweigt ist. Ein relativ unbedeutender Unterschied ist auch bei den Pflanzen aus 2—7 m Tiefe und bei denen aus 8—14 m Tiefe in bezug auf ihre Wuchshöhe zu finden; die letztgenannten sind im Durchschnitt 2—3 cm höher. Die Formen aus 15—20 m Tiefe sind dagegen im allgemeinen wieder etwas niedriger.

Keinen Einfluß auf die „Fruktifikation“ hat die Tiefe insofern, als die Pflanzen vollkommen normal Karpo- und Tetrasporen bilden.

4. S t r ö m u n g e n.

Wie im Litoral die Brandung, so spielt im Sublitoral die Strömung als formativer Faktor eine ähnliche Rolle. Für alle Exemplare, die starker Strömung ausgesetzt sind, ist die Bildung mehr oder weniger zahlreicher Prolifikationen bezeichnend. Die Dichotomie der Verzweigung wird gestört. Der Thallus ist etwas schmäler als bei den Pflanzen, die in normal bewegtem Wasser stehen, sonst aber den gleichen Lebensbedingungen unterliegen. Die Verdickung der Basis bei den einer Strömung ausgesetzten sublitoralen Formen ist nicht so stark wie bei den litoralen Pflanzen, die etwa in starker Brandung stehen. Schließlich wird in der Tiefe eine Strömung wohl auch kaum jemals eine so heftige Wasserbewegung aufweisen wie die Brandung. Versteifungsleisten, wie sie sich bei *Phyllophora* finden, lassen sich hier nicht feststellen.

Sichtbar ungünstig wirkt sich auf das Wachstum der Chondri der Neerstrom aus, der so oft an den Küsten der dänischen Gewässer, in den Belten und im Sund auftritt. Die Verkümmерung der Exemplare vom Standort g C der Standortsliste ist zum größten Teil wohl auf die Einwirkung dieser Strömung zurückzuführen.

Migrationsformen.

In Anlehnung an Schillers Begriff (Über Algentransport und Migrationsformen im Meere) möchte ich die vom Standort losgelösten und meist in Buchten angetriebenen Formen (f. *incurvata* und f. *uncinata*) als Migrationsformen bezeichnen. Meines Erachtens entstehen sie durch Anpassung an ihre neuen Lebensbedingungen. Als formative Faktoren sind im wesentlichen die wechselnde Beleuchtung, Strömung und der variierende Salzgehalt zu nennen. Besonders den letztgenannten Faktor halte ich für ausschlaggebend. Denn es ist auffallend, daß diese Migrationsformen fast ausschließlich in den Belten und vor allem in der westlichen Ostsee zu finden sind. Wie ich schon bei den Ausführungen über die formativen Wirkungen des Salzgehaltes erwähnt habe, verlängern und verschmälern sich die Exemplare bei verringertem Salzgehalt. Dieselbe Feststellung kann man auch an den Migrationsformen machen, und zwar sind diese Merkmale noch in erheblich verstärktem Maße bei ihnen zu verzeichnen. Die Thalli sind übermäßig verlängert und oft fadenförmig, nahezu stielrund. Eine wohl auf die Strömung zurückzuführende Wirkung ist die bei ihnen überreichliche, vor allem aber unregelmäßige Verzweigung. Schiller führt eine reiche vegetative Entwicklung auf den Mangel an Fortpflanzungsorganen zurück. Fertile Migrationsformen sind bisher nicht gefunden worden.

Die Anatomie des Thallus zeigt ein durchaus gut entwickeltes Gewebe und unterscheidet sich durch relativ große Markzellen von der anderer Formen. Rosenvinge nimmt an, daß diese losgelösten Formen sich vegetativ nicht weiter entwickeln können; er führt die sichtbaren Formveränderungen auf die Callusbildung an der Lösungsstelle zurück.

Systematischer Teil.

A b k ü r z u n g e n d e r b e n u t z t e n S a m m l u n g e n :

Berlin-Dahlem (Botanisches Museum)	= B	Kopenhagen (Botanisches Museum)	= Ko
Edinburgh	= E	Stockholm (Botanische Abteilung des Reichsmuseums)	= St
Hamburg	= H	Upsala	= U
Helgoland	= He	Weber van Bosse (jetzt im Rijks-herbarium Leiden)	
Kew	= Ke		
Kiel	= K		W

Chondrus crispus (L.) Stackh.

Chondrus crispus (L.) Stackhouse, Nereis brit. (1795)¹⁾, 63, tab. 12.

Fucus crispus L., Mantissa (1753), 134; Turner, Syn. Fuc. II (1802), 226 β, γ, δ, η, ι; Hist. Plant. 4 (1819), 44 β, γ, δ, η, ι; Engl. Botany (1802), t. 2285; Wahlenberg, Fl. Lappon (1812), 497.

Sphaerococcus crispus Agardh, Spec. Alg. (1822), 256 (α, β, γ, δ, ε, η, α, ι); Syst. Alg. (1824), 249 (exkl. Varietäten).

Fucus ceranoides Gmelin, Hist. Fuc. (1768), 115 (α, β, γ), tab. 7, fig. 1; Lightfoot, Fl. Scot. (1777), 913 (α, β); Hudson, Fl. Anglicæ (1778), 583 (α, β, δ); Roth, Tent. Fl. Germ. III (1800), 450; Goodenough et Woodward, Linn. Trans. III (1797), 169 (α, β, γ, δ); Esper, Icon. Fuc. (1800), tab. 98, fig. 1, 2 und 3.

F. membranifolius Withering, Veg. of Gr. Britain IV (1776), 106.

F. filiformis Hudson, Fl. Angl. (1778), 585.

F. lacerus Stackh., Nereis brit. (1795), tab. 12.

F. stellatus Stackh., l. c., tab. 11.

F. polymorphus Lamouroux, Diss. (1805), fig. 1—11, 23—36.

Chondrus polymorphus Lamour., Ess. (1813), 39.

Ch. incurvatus Kützing, Phyc. gener. (1843), 397, t. 73, fig. II; Tab. Phyc. 17 (1867), 14, t. 50; Spec. Alg. (1849), 735.

F r o n d e s membranaceæ aut cartilagineæ, compressæ aut subteriusculæ, basi e disco gregarie erectæ, 2—25 cm altae, saepe

¹⁾ Über das Erscheinungsjahr finden sich verschiedene Angaben, u. a. auch 1801. Das Vorsatzblatt im Exemplar des Botanischen Museums in Berlin-Dahlem trägt als einziges erkennbares Datum die oben genannte Jahreszahl.

e stipite filiformi cuneatim dilatatae vel lineares vel latae vel angustae surgentes. Thalli ca. 2—6 cm supra basin ± regulariter dichotomo-divisi, saepe furcationibus densissimis aut e basi fere irregulariter dilatati. Segmenta angusta, linearia aut cuneiformia, aequalia aut usque ad lobos latos dilatata. Margines nudi aut cum proliferationibus saepe numerosissimis vestiti. Apices obtusi aut apiculati, crenati aut late rotundati nunc plani nunc crispati. Antheridia macula albida in segmentis terminalibus formantia. Cystocarpia soros ovales usque ad ca. 2 mm longos, ambitu distincto efficientia, segmentis terminalibus immersa, plerumque in una pagina suprominentia. Tetrasporangia ibidem maculas ovales ambitu minus distincto et plerumque minores conformantia. — Color thallorum livide purpurus, violaceus, subfuscus vel virens. Thalli stratis duobus contexti. In strato medio cellulæ cylindricæ 20—75 μ longæ et 10—30 μ latae anastomantes. Cellulæ corticales minores in filis verticalibus dispositæ.

(Frondes sine disco radicali membranaceæ aut cartagineæ, filiforme incurvatae usque ad 25 cm longæ, semper steriles.)

Bestimmungsschlüssel der Formen.

A. Thalli fadenförmig, schmal und hoch:

a) Thalli ± regelmäßig dichotomisch verzweigt:

aa) Thallusenden stumpflich:

a) Thallusenden ebenso breit wie der übrige Thallus:

I. Thallus gespreizt dichotomisch verzweigt:

1. Thallus bis 3 mm breit f. *aqualis*.

2. Thallus bis 2 mm breit f. *angustifrons*.

II. Thallus dichtbüschelig dichotomisch verzweigt f. *corymbosa*.

β) Thallusenden schmäler als der übrige Thallus f. *lacera*.

bb) Thallusenden spitz f. *filiformis*.

b) Thalli ± unregelmäßig verzweigt:

aa) Verzweigungen meist keilförmig verbreitert:

a) Thallus festsitzend f. *polychotoma*.

β) Thallus losgelöst f. *incurvata*.

bb) Verzweigungen nicht verbreitert:

a) Thallus festsitzend:

I. 2—4 cm hoch f. *nana*.

II. 4—8 cm hoch f. *abbreviata*.

III. 8—14 cm hoch f. *membranacea*.

β) Thallus losgelöst f. *uncinata*.

B. Thalli breit und niedrig:

a) Thalli ± regelmäßig dichotomisch verzweigt:

aa) Verzweigungen gleichmäßig breit:

a) Verzweigungen über 5 mm breit:

I. Thallusenden breit abgerundet

f. *plana*.

II. Thallusenden gekerbt oder verschmälert

f. *genuina*.

β) Thallus weniger als 5 mm breit:

I. Thallusränder ohne Prolifikationen

f. *typica*.

II. Thallusränder mit Prolifikationen

f. *prolifera*.

bb) Verzweigungen keilförmig verbreitert:

a) Verzweigungen bis 5 mm verbreitert

f. *palmata*.

β) Verzweigungen bis 30 mm verbreitert

f. *dilatata*.

b) Thalli ± unregelmäßig verzweigt:

aa) Kurze räumliche Verzweigungen:

a) Vorwiegend an den Thallusenden f. *stellata*.

β) An den Thallusrändern und an der Spitze

I. Thallus festsitzend f. *densa*.

II. Thallus losgelöst f. *aegagropila*.

c) Thalli kaum verzweigt, breite Lappen bildend:

aa) Aus stielartigem Teile verbreitert f. *ciliata*.

bb) Unmittelbar über der Basis verbreitert f. *undulata*.

f. ***typica*** (Lyngb.) Kylin.

Chondrus crispus var. *a typica* Lyngbye, Tent. hydr. Dan. (1819), 15, tab. 5 A.

Ch. crispus f. *latifrons* Le Jolis, p. p., Liste des Alg. marines de Cherbourg (1880), 134.

Ch. crispus intermedius Mazza, Nuova Notarisia (1906), 83—84.

Ch. crispus f. *typica* Kylin, Algenflora schwed. Westküste (1907), 123.

Ch. crispus f. *typica* Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504.

Frons membranacea aut cartilaginea, usque ad 12 cm alta. Thallus supra basin ± cuneatim dilatatus, divisus et dein ± regulariter dichotomo-ramosus. Segmenta plana, margines plerumque sine proliferationibus, apices obtusi aut crenati.

Geographische Verbreitung. Frankreich, England, Schottland, Deutsche Bucht der Nordsee, Dänemark, Island und Färöer, Norwegen, Schweden.

Frankreich: Cherbourg: Duvernoy (B)!, Le Jolis n. 164 (B) und n. 2139 (B)!, Havre: Noerdlinger (B)!, Manche: Hohenacker Meeresalg. (B)!

Großbritannien: Zwischen Beachy und Hastings: Valérie la Corrée (B)!, Lynmouth, Sidmouth: Wyatt (K)!, Dover: Bauer (B)!, Weymouth: Leg. ? (B)!, A. Leipner (K)!, Plymouth: Mar. Biolog. Ass. (B)!, Port Erin: Mar. Biolog. Ass. (B)!, Firth of Forth: Greville Coll. (E)!, Whitehills: Richardsen (E)!

Dänemark: Kölpen: Rosenvinge n. 10161 (Ko)!, Nyköbing: Rosenvinge (Ko)!, Hals: Rosenvinge (Ko)!, Frederikshavn: Rosenvinge n. 7455 (Ko)!

Schweden: Stromö Landegarde: Simmons n. 564 (St)!, Stromö Thorshaven: Simmons n. 551 (St)!, Børgesen n. 102 (Ko)!, Jónsson n. 337 (Ko)!, Kunö Haralsund: Jónsson n. 265 (Ko)!, Varberg: Hylmö (B)!, Kristineberg: Strömfelt (St)!, Vaderörne: Kylin (U)!, Sandegjaerde: Børgesen n. 225 (Ko)!

Norwegen: Trondheim: Hoeg (B)!, Gjaesvaer: Kjellman (U)!, Eyrarbakki: Strömfelt (St)!

Deutsches Reich: Helgoland: Schiller (B)!, M. Thomas (B)!, Föhr: Fröhlich (K)!

Die f. *typica* ist im unteren Litoral und oberen Sublitoral bis ca. 2 m Tiefe überall gemein. Unter *Fucus serratus* geht sie etwas höher im Litoral hinauf, das sich in den verschiedenen Gegenden auf Grund abweichenden Tidenhubs in der vertikalen Ausdehnung ändert und daher schwer festzulegen ist.

Die f. *typica* ist ziemlich stark variabel und bildet oft Übergänge zu anderen Formen. Danach ist es verständlich, daß die oben genannten Synonyme dieser Form nicht völlig gleichwertig sind. So ist die f. *typica* Kylin meist mit Prolifikationen versehen und gleicht stark der f. *prolifera* Kjellm. Ebenso proliferieren auch die Exemplare, die Rosenvinge als f. *typica* bestimmt hat; sie bilden wegen ihrer Breite und unregelmäßigen Verzweigung eher einen Übergang zur f. *ciliata*. Für die Form, die Lyngbye als var. a von *Chondrus crispus* beschreibt und in einer Abbildung darstellt, erscheint mir die Benennung f. *typica* am meisten zutreffend zu sein. Von dieser Form ergeben sich dann nach den ökologischen Verhältnissen der verschiedenen Verbreitungsgebiete Modifikationen, wie ich sie oben beschrieben habe (Tafel V, Fig. 1).

f. palmata Kjellm. msc. in Herb. Upsala.

Frons membranacea ad cartilaginea, usque ad 6 cm alta. Thallus supra basin linearis, dein polychotomo-ramosus. Segmenta usque ad 5 mm cuneatim dilatata; apice ramulis numerosissimis palmatim divisa, plerumque non iterum divisus, angustis et usque ad 6 mm elongatis.

Geographische Verbreitung: Schottland, Dänemark, Färöer, Westküste Schwedens, Norwegen.

Großbritannien: Coldingfjord: Leg. ?, August 1825 (K)!; **Dänemark:** Eyrarbakki: Strömfelt, 3. und 8. September 1883 (St)!; S. Arildsläge: H. S., 29. Juli 1881 (St)!; Strömstad: Wahlenberg, 11. Juni 1810 (St); Frederikshavn: Blgh. (St)!; Gjerrildbucht: Rosenvinge (Ko)!; **Schweden:** Varberg: Hylmö (B)!; **Norwegen:** Trondheim: Hoeg (B)!.

Die f. *palmata* ist mehr oder weniger auf das Litoral beschränkt; sie kommt sowohl freistehend als auch unter *Fucus serratus* vor. Ihr hauptsächliches Vorkommen ist an der Küste Norwegens und an der westlichen Küste Schwedens.

Die f. *palmata* unterscheidet sich von den übrigen Formen, wie von f. *typica* und f. *prolifera*, durch ihre charakteristische, keilförmig verbreiterte Ausbildung der Verzweigungen, die bei den eben genannten nur leicht verbreitert sind. Je nach ihren Standortsbedingungen kann die f. *palmata* auch Übergänge zur f. *abbreviata* bilden. Eine große Ähnlichkeit besitzt sie mit der sublitoralen f. *polychotoma* und kann als Miniaturform dieser bezeichnet werden (Tafel VII, Fig. 3).

f. abbreviata Kjellm. in Kylin.

Chondrus crispus f. *abbreviata* Kylin, Algenflora schwed. Westküste (1907), 123.

Ch. crispus f. *abbreviata* Rosenvinge, Marine Algae of Denmark I (1909), 504.

Frons membranacea aut cartilaginea, 4—8 cm alta. Thallus e basi usque ad apicem 1—3 mm latus, regulariter vel plerumque irregulariter dichotomo-ramosus. Segmenta plana aut crispata, linearia vel cuneiformia; apices obtusi aut crenati.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England, Deutsche Nordsee, Schottland, Dänemark, Norwegen, Westküste Schwedens, Finnland.

Frankreich: Granville: Leg. ? (St)!.

G r o ß b r i t a n n i e n: Plymouth: Wollny (K)!; Leuwarden: Hinxt (B)!; Plymouth: Mar. Biolog. Ass. (B)!; Firth of Forth: Greville Coll. (E)!; Port Erin: Mar. Biolog. Stat. (B)!.

D ä n e m a r k: Gilleleje: Rosenvinge (Ko)!; Grenaa Havn: Rosenvinge (Ko)!; Säby Havn: Rosenvinge (Ko)!; Jegens Rev: Rosenvinge (Ko)!; Lemvig Havn: Rosenvinge (Ko)!; Nyköbing: Rosenvinge (Ko)!; Lögstör: Rosenvinge (Ko)!.

N o r w e g e n: Gjaesvaer: Kjellman, 26. August 1876 (U)!; Altenfjord: Kjellman, 6. August 1876 (U)!; Trondheim: Hoeg (B)!; Nordkoster: Kjellman, 25. Mai 1870 (U)!; Lunddal: Nilson Ringius (St)!.

S c h w e d e n: Vaderörerne: Kylin (St)!; Varberg: N. C. Lagerheim, August 1842 (St)!; Hylmö (B)!.

D e u t s c h e B u c h t: Helgoland: M. Thomas (B)!.

R u ß l a n d: Murmanisches Meer: W. Arnoldi (Ko)!.

Die f. *abbreviata* gehört ausschließlich dem Litoral an. Sie findet sich oft unter *Fucus serratus*, kommt aber auch freistehend vor, wobei sie dann nicht nur in einer Ebene, sondern räumlich verzweigt ist. An der schwedischen Westküste ist sie gemein und kommt nach Kylin's Beobachtungen am häufigsten in der *Fucus serratus*-*Asco-phylum*-Formation vor, die meist an geschützten und schwächer exponierten Punkten auftritt. Mit dieser geht sie bis in 0,5 m, vereinzelt auch bis in 2 m Tiefe hinunter. Sie bevorzugt besonders die Stellen, wo die Formation lichter wird. Bei Helgoland ist sie oft in dichten, polsterartigen Beständen der f. *stellata* zu finden.

Die f. *abbreviata* ist sehr variabel und umfaßt sowohl winzige Zwergformen von 2 cm Höhe als auch Pflanzen von 8 cm Höhe und 3 mm Breite. (Tafel V, Fig. 3.) Die letzten bilden bereits Übergänge zur f. *typica*. Rosenvinge gibt nur eine Höchstgrenze für Höhe und Breite der Pflanzen an. Meistens sind die niedrigsten Exemplare von 2—3 cm in ihrem Vorkommen als auch in der Ausbildung des Thallus von den höheren und breiteren der f. *abbreviata* verschieden. Ich möchte diese Individuen deshalb nicht mehr zur f. *abbreviata* rechnen, sondern sie auf Grund ihrer Winzigkeit als f. *nana* bezeichnen.

f. *nana* M. Thomas n. f.

Frons membranacea aut cartilaginea, usque ad 3,5 cm alta. Thallus plerumque irregulariter dichotomo-ramosus, ad 1 mm latus, ramis linearibus aut cuneiformibus apice sub-acuminatis.

G e o g r a p h i s c h e V e r b r e i t u n g: Westküste Schwedens, Nordamerika.

Varberg in Schweden: Hylmö (B)!; Otter Cliffs: (ex Johnson).

Die f. *nana* ist vorwiegend in den Gebieten ohne ausgesprochene Gezeiten dicht unter dem Wasserspiegel zu finden, wo sie meist ungeschützt der starken Lichtintensität ausgesetzt ist.

Die f. *nana* unterscheidet sich von der f. *abbreviata* durch einen noch niedrigeren und schmäleren Thallus. Die Pflänzchen werden nur bis 3,5 cm hoch, und ihre Verzweigungen messen nicht mehr als 1 mm Breite. Die f. *nana* ist meist nur in einer Ebene verzweigt, und zwar mehr oder weniger regelmäßig dichotom. Der Gedanke liegt nahe, eine solche Form als krankhaft zu bezeichnen. Bei der anatomischen Untersuchung lässt sich jedoch ein vollkommen normal entwickeltes Gewebe feststellen. Das Markgewebe wie auch die Rindenschicht gleichen hinsichtlich ihrer Zellgröße denen der übrigen freistehenden Formen des Litorals. Nur die Sporangien sind im Umfang etwas kleiner (Tafel V, Fig. 2).

f. *stellata* (Good. et Woodward) Rosenvinge.

Fucus crispus var. γ *stellatus* Good. et Woodward, Linn. Trans. 3 (1797), 169.

F. stellatus Stackhouse, Ner. Brit. (1795), 53, t. 12.

F. crispus var. γ *stellatus* Turner, Syn. Fuc. 2 (1802), 226.

Chondrus crispus var. β *stellatus* Lyngb., Tent. hydr. Dan. (1819), 15.

F. crispus var. γ *stellatus* Turner, Hist. Fuc. 4 (1819), 44.

Sphaerococcus crispus γ var. *stellatus* Agardh, Spec. Alg. (1822), 259.

Ch. crispus f. *stellata* Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504..

Frons cartilaginea, usque ad 5 cm alta, stipite subteretiusculo saepe cuneatim et usque ad 6 mm dilatato, ca. $\frac{3}{4}$ thalli alto; dein thallus plerumque irregulariter dichotomo-ramosus. Segmenta numerosissima, brevia, torta et crispa.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England, Schottland, Deutsche Nordsee, Dänemark, Norwegen.

Frankreich: Cherbourg: Ex Herb. Braun (B)!.

Großbritannien: Weymouth: Juni 1799 (Ke)!; Edinburgh: n. 35, 12. Mai 1873 (B)!; Whitehills: Richardsen (E)!.

Dänemark: Stromö, Thorshavn: H. G. Simmons (St)! (E)!; Stromö: C. A. Feilberg, E. Rostrup (St)!; Hirshals Ost: Rosenvinge n. 60504 (Ko)!; Skagens Havn: Rosenvinge n. 8292 (Ko)!; Frederikshavn: Rosenvinge n. 7207 (Ko)! und n. 10665 (Ko)!; Kölpen: Rosenvinge n. 10472 (Ko)!, R. H. Stamm n. 9670 (Ko)!.

Deutsches Reich: Helgoland: O. C. Schmidt n. 241 (B)!, Kützing (B)!, Magnus (B)!, M. Thomas (B)!, Föhr: Ex Herb. Lucas (K)!,

Norwegen: Trondheim: Hoeg (B)!

Die f. *stellata* ist meist in der Höhe von 30 cm über Niedrigwasser freistehend zu finden. Dort kann sie sogar formationsbildend werden. So bedeckt sie z. B. in Helgoland in ausgedehnten Polstern, nur ab und zu von einem kleinen *Fucus serratus*-Bestand unterbrochen, die freifallenden Klippen der Westseite.

Die f. *stellata* ist in ihrer Thallusbildung so typisch, daß sie schon seit Gmelin, der sie zwar in seiner Diagnose als f. *stellata* erkannt, doch nicht benannt hat, von den übrigen Formen unterschieden wird. Eine so sparrige, krause Verzweigung am oberen Ende eines meist keilförmig verbreiterten Thallus tritt sonst nur noch bei der f. *densa* auf. Doch bei der letzten ist diese Thallusausbildung in bedeutend verstärktem Maße zu verzeichnen, so daß beide Formen sich meist deutlich unterscheiden lassen (Tafel IV, Fig. 2).

f. *densa* Rosenvinge,

Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504.

Frons coriacea, 3—5 cm alta. Basis teretiuscula ca. 1—2 mm crassa. Stipes cuneatim dilatatus. Thallus ramis numerosissimis et proliferationibus, saepe globum conformans.

Geographische Verbreitung: Schottland, Deutsche Nordsee, Dänemark, Schweden.

Großbritannien: Edinburgh: n. 35, 12. 5. 1873 (B)!; Firth of Forth: Aberdeen (ex Menzies' Herb.) (E)!; Deutsches Reich: Helgoland: M. Thomas (B)!; Dänemark: Limfjord: Rosenvinge (Ko)!; Frederikshavn: Rosenvinge (Ko)! Schweden: Arild (ex Levring¹)!

Die f. *densa* ist im Litoral meist an Stellen zu finden, die starkem Wellenschlag ausgesetzt sind. Sie steht immer frei und ungeschützt. Auf einer Haftscheibe sind meist mehrere solcher kugeligen Formen entwickelt. Man findet aber auch einzelne isoliert stehende Exemplare.

Die f. *densa* steht der f. *stellata* sehr nahe. Deren Merkmale treten bei ihr in verstärktem Maße auf. Die räumliche Verzweigung geht so weit, daß die Form ein kugelförmiges Gebilde darstellt. Verstärkt wird diese Ausbildung durch die zahlreichen Prolifikationen, die bei der f. *stellata* nur gering, oft auch gar nicht entwickelt sind. Die f. *densa* hat oft ein ähnliches Aussehen wie die f. *aegagropila*, doch unterscheidet sie sich von dieser dadurch, daß sie nur festgewachsen auftritt und nicht typisch ineinander gebogene Verzweigungen aufweist (Tafel V, Fig. 5).

¹) Levring, T. Zur Kenntnis der Algenflora von Kullen an der schwedischen Westküste. Lunds Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, 31, nr. 4 (1935), 53.

f. *prolifera* Kjellm. msc. in Herb. Upsala.

Frons membranacea aut cartilaginea, usque ad 14 cm alta. Thallus ± regulariter dichotomo-ramosus. Margines unde basi usque ad apices proliferationibus numerosissimis vestita. Segmenta linearia vel cuneatim dilatata.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England, Schottland, Deutsche Nordsee, Dänemark, Westküste Schwedens, Norwegen.

Frankreich: Arromanches: Leg. ? (St)!; Calvados: Lenormand (B)!; St. Malo: Herb. Kützing n. 20 (W)!.

Großbritannien: Lynmouth: Herb. N. B. Ward (E)!; Dover: Turner (Ke)!; Whitehills: Richardsen (E)!; Firth of Forth: Greville Coll. 1829 (E)!.

Dänemark: Nyköbing Mors: Rosenvinge n. 6912 (Ko)! und n. 6473 (Ko)!; Lemvig Havn: Rosenvinge n. 1022 (Ko)!; Hesselö: Rosenvinge (Ko)!.

Schweden: Väderörarne: Kylin (U)!; Varberg: Hylmö (B)!; Trondheim: Hoeg (B)!; Nordland: E. A. G. Kleen 1870—1877 (U)!.

Deutsches Reich: Helgoland: M. Thomas (B)!; Föhr: Herb. Gottsche (B)!, Herb. Kützing n. 4 (W)!.

Die Form findet sich meist im unteren Litoral, d. h. in einem Niveau, das selten freifällt, oder im oberen Sublitoral. Vor allem aber kommt sie an Standorten vor, die stärkerer Wasserbewegung ausgesetzt sind, so besonders an steil abfallenden Wänden, wo ein Ausweichen der Strömung nicht möglich ist.

Die f. *prolifera* unterscheidet sich in Höhe und Breite des Thallus sowie auch in ihrer Verzweigung nur wenig von der f. *typica*. Doch ist ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Formen die Ausbildung zahlreicher Prolifikationen, die die Thallusränder der f. *prolifera* dicht besetzen, während sie bei der f. *typica* nur selten und dann nur vereinzelt ausgebildet werden. Durch ihre meist gleichmäßig breiten Segmente der regelmäßig dichotomen Verzweigung unterscheidet sich die f. *prolifera* stark von der f. *ciliata*. Letzte ist zwar auch mit zahlreichen Prolifikationen versehen, doch ist ihr Thallus unregelmäßig breitlappig verzweigt (f. *prolifera*; Tafel VI, Fig. 2 und 4).

f. *ciliata* Suhr

ex Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 505.

Frons membranacea ad cartilaginea. Thallus irregulariter divisus saepe, lobos latos conformans. Margines laciniati et proliferationibus numerosissimis vestiti.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England, Schottland, Deutsche Nordsee, Dänemark.

Frankreich: Biarritz: S. Chalon, September 1904 (B)!, Endress, Oktober 1830 (B)!, Granville: leg. ? (St)!, Fortbail: leg. ? (St)!, Arromanches: ex Herb. Kützing n. 20 (W)!.

Großbritannien: Dover: Bauer (B)!, Plymouth: Mar. Biolog. Assoc. (B)!, Lynmouth: Ex Herb. Griffiths (Ke)!, Sidmouth: Wyatt n. 118 (Ke)!, Weymouth: Rabenhorst Alg. 1748 (Ke)!, Isle of Wight: Mr. Wainbury, November 1798 (Ke)!, Firth of Forth: Greville Coll. (E)!, Whitehills: leg. Richardsen (E)!.

Dänemark: Blaavandshuk: Rosenvinge (Ko)!, Zosteravaden: Rosenvinge n. 7904 (Ko)!, Aalborg: Rosenvinge (Ko)!, Kölpen: Rosenvinge n. 11211 (Ko)!, Holbaek: Rosenvinge n. 1215 (K)!, Frederikshavn: Rosenvinge n. 8679 (Ko)!, Kragholm: Rosenvinge n. 8550 (Ko)!.

Island: S. S. Westmannaeyjar: Helgi Jónsson n. 397 (Ko)!, Eyrarbakki: Helgi Jónsson n. 438 (Ko)!.

Deutsches Reich: Föhr: Jessen (St)!, Nolte, September 1829 (St)!, Fröhlich, 1828 (K)!, ex Herb. Nolte, Juni 1825 (K)!, Herb. E. F. Nolte (K)!, Fröhlich (K)!, Th. Reinbold (K)!, leg. ? (B)!, O. Andersen, 1826 (Ko)!, Th. Schultze, August 1858 (Ko)!, ex Herb. Kützing n. 4 p. p. (W)!, Helgoland: Herb. Kützing n. 25 (W)!, Wollny, September 1877 (K)!, M. Thomas (B)!.

Die f. *ciliata* lebt ausschließlich in der Litoralregion. Sie ist besonders häufig bei der Insel Föhr, aber auch an anderen Stellen ist sie nicht selten. Vorwiegend ist sie in sandigen und seichten Tümpeln anzutreffen.

Die f. *ciliata* umfaßt sowohl Pflanzen von 8 cm Höhe und Breite als auch Exemplare von nur 2,25 cm Breite. Der Thallus ist stark zerfetzt oder kaum geteilt. Im letzten Fall ist er an den Rändern dicht mit kurzen gekrausten Verzweigungen und Prolifikationen versehen und unterscheidet sich hierdurch von der f. *undulata*, die zwar auch die breite Flächenentwicklung aufweist, aber Prolifikationen in dem Maße, wie sie bei der f. *ciliata* auftreten, meist vermissen läßt. Bei der f. *prolifera* sind sie zwar meist ebenso reichlich vorhanden, doch ist der Thallus im Gegensatz zur f. *ciliata* dichotom verzweigt. Anatomische Unterschiede zwischen f. *ciliata* und den übrigen freistehenden litoralen Formen sind nicht zu verzeichnen (Tafel VII, Fig. 2).

f. *genuina* Kützing, Tab. phyc. 17 (1867), 14, tab. 49.

Frons cartilaginea usque ad 1 cm alta. Thallus ± regulariter dichotomo-ramosus. Segmenta —6 mm lata, linearia aut subcuneiformia, apice crenata et crispa.

Geographische Verbreitung: Frankreich, Südengland, Deutsche Bucht.

Frankreich: Biarritz: leg. ? (H)!; Cherbourg: Le Bory (St)!; Normandie: ex Herb. Lyngbye (Ko)!; La Manche: leg. ? (H)!; Großbritannien: Plymouth: leg. ? (H)!; Mar. Biolog. Assoc. (B)!; Deutsches Reich: Helgoland: M. Thomas (B)!; leg? 9.78 (K)!

Im unteren Litoral ist die f. *genuina* als Unterwuchs von *Fucus serratus* oder *Laminaria digitata* vertreten. Oft ist sie aber unter solchen Bedingungen auch noch im oberen Litoral unter den gleichen Bedingungen anzutreffen.

Die f. *genuina* (Tafel VII, Fig. 5) weist in ihrer Thallusausbildung eine große Mannigfaltigkeit auf und bildet oft Übergänge zur f. *typica* und f. *aqualis*. Agardh hat unter der f. *genuina* ausschließlich eine Form verstanden, die einen Übergang der f. *genuina* zur f. *ciliata* darstellt. Seine Diagnose entspricht zwar der f. *genuina* Kützings, doch sind die von ihm zitierten Abbildungen bei Lamouroux (4, Fig. a) und Turner (Fig. 216 a) für diese Form nicht zutreffend, sondern veranschaulichen die genannten Übergangsformen.

f. *plana* (Turn.) Kützing.

Fucus crispus var. i) *planus* Turner, Syn. Fuc. 2 (1802), 228 und Hist. Fuc. 4, (1819), 44.

Sphaerococcus crispus var. β *planus* Agardh, Spec. Alg. (1822), 259.

Chondrus crispus e *planus* Kützing, Tab. phyc. 17 (1867), 14, tab. 49.

Frons membranacea, usque ad 15 cm alta, stipite compresso 1—2 mm lato. Thallus 3—5 cm supra basin regulariter dichotomo-ramosus. Segmenta plana, linearia, rarius dilatata vel usque ad 1 cm lata, apice obtusa.

Geographische Verbreitung: Portugal, Spanien, Frankreich, England, Irland, Schottland, Belgien.

Portugal: Buarcos: Henriquez n. 7, März 1873 (B)!; Oporto: Turner (Ke)!, Scott, Herb. Kützing (W)!, Sjögren, 1855 (St)!.

Spanien: Coruña: Scoane (B)!.

Frankreich: St. Marc: (ex Crouan); Calvados: Lenormand (B)!

B e l g i e n: Nieuport: (ex Kickx)!.

G r o ß b r i t a n n i e n: Sidmouth: (ex Batters); Lynmouth: (ex Batters); Wymouth: (ex Batters); Hastings: (ex Batters); Kirkwall: (ex Batters); Lynmouth: Herb. of Mrs. Griffiths (Ke)!; Wyatt n. 118 (Ke)!; Porthmouth: Binder, Herb. Kützing (W)!; Balbriggen: Mrs. Griffiths (ex Turner); Bantry Bay: Hutchins (Typus Turners; Ke)!; Torquay: (ex Batters).

Die f. *plana* ist wohl auf das Litoral beschränkt. Die Anatomie des Thallus entspricht vollkommen der freistehend-litoraler Formen. So sind unter anderem die Zellen des Markgewebes sehr klein, und die Rindenschicht ist relativ dick. Das Gewebe ist mehr oder weniger lückenhaft. Auch ist nach der meist dunkelbraunen Farbe, wie sie T u r n e r für diese Form angibt und wie sie auch die meisten Herbar-exemplare zeigen, auf ein litorales Vorkommen zu schließen. C r o u a n gibt für die f. *plana* an: «Lieux vaseux et mer ouverte.»

Die vollständig linear und regelmäßigt dichotom verzweigten Exemplare der f. *plana* sind relativ selten. Meist ist die Regelmäßigkeit der Thallusausbildung gestört, und es entstehen Formen, die oft zwar eine bedeutend größere Höhe und Breite erreichen, aber sonst eben der f. *plana* T u r n e r s und K ü t z i n g s nicht mehr zuzurechnen sind. Bei A g a r d h sind die letzten in der Diagnose noch nicht eingegriffen, doch möchte ich sie eher der f. *ciliata* zurechnen, da solche extrem breiten Formen meist stark proliferieren. Die f. *plana* weist dagegen solche Prolifikationen niemals auf. Auch sind ihre äußersten Verzweigungen breit, abgestumpft und ungeteilt; sie ist daher von der f. *genuina* leicht zu unterscheiden, da die letzte durch die gekrausten und gekerbten Enden ihrer Verzweigung charakterisiert ist.

f. *dilatata* M. Thomas n. f.

Frons membranacea, usque ad 9 cm alta, stipite filiformi, ca. 2 mm lato et cuneatim dilatato. Thallus ca. 3—5 cm supra basin divisus, dein ± regulariter vel plerumque irregulariter dichotomo-ramosus. Segmenta usque ad 30 mm cuneatim dilatata, apice plerumque undulata, crispata aut rarius crenata.

G e o g r a p h i s c h e V e r b r e i t u n g: Frankreich, Deutsche Bucht der Nordsee.

Biarritz: Fröhlich (B, K)!; Helgoland: Kuckuck (He)!, M. Thomas (B)!.

Die f. *dilatata* kommt vorwiegend im Litoral vor und ist vor allem auf Steinen an versandeten Stellen zu finden. Meistens stehen

zahlreiche Sprosse auf einer Haftscheibe dichtgedrängt und bilden durch ihre lappigen Verbreiterungen fast kugelförmige Büsche.

Ähnlich wie bei der f. *undulata* sind die Enden der f. *dilatata* lappig gewellt, doch unterscheiden sie sich durch ihre mehr oder weniger dichotome Verzweigung oberhalb eines relativ langen stielartigen Teiles. Von der f. *plana* unterscheidet sie sich dadurch, daß sie ihre größte Breite erst am äußersten Ende erreicht und sich allmählich keilförmig dahin verbreitert. Dagegen ist die f. *plana*, abgesehen von einem schmalen stielartigen Teil, gleichmäßig breit und weist auch nicht so starke wellige oder gekerbte Enden auf wie die f. *dilatata* (Tafel VI, Fig. 5—6).

f. ***undulata*** M. Thomas n. f.

Frons membranacea usque ad 5 cm alta et 7 cm lata. Thallus e basi fere cuneatim in lobum latum dilatatus, marginibus valde undulatis, rarius laciniatis.

Geographische Verbreitung: Süden England: Cornwall: Mrs. Griffiths (E)!; Bantry Bay: Mrs. Griffiths (Ke)!.

Die f. *undulata* lebt wohl nur im Litoral, wie man aus der bräunlichen Färbung der Herbarexemplare und vor allem aus der Anatomie des Thallus schließen kann. Letzte weist unter anderem die typischen kleinen Zellen in der Markschicht auf.

Die f. *undulata* ist von den übrigen Formen von *Chondrus crispus* durch ihre charakteristische breitlappige, meist ungeteilte Thallusausbildung leicht zu unterscheiden. Da mir die vorliegenden Herbarexemplare, die ich als f. *undulata* bezeichnen möchte, noch ziemlich jung erscheinen, wäre es denkbar, daß der Thallus sich mit zunehmenden Wachstum mehr oder weniger geteilt hätte und sich zu einer der f. *ciliata* oder f. *dilatata* ähnlichen Form entwickelt hätte. Diese Entwicklung erscheint mir jedoch unwahrscheinlich, da die beiden letztgenannten Formen schon in jungen Stadien einen stielartigen Teil aufweisen, der bei f. *undulata* kaum angedeutet ist (Tafel VII, Fig. 4).

f. ***lacerata*** (Stackh.) M. Thomas comb. nov.

Fucus lacerus Stackhouse, Ner. Brit. (1795), t. 11.

F. crispus var. η *lacerus* Turner, Syn. Fuc. 11 (1802), 228.

F. crispus var. η *lacerus* Turner, Hist. Fuc. 4 (1819), 44.

Frons membranacea ad cartilaginea, usque ad 15 cm alta. Thallus \pm regulariter dichotomo-ramosus. Segmenta plana sublinearia, 2—4 mm lata, apice numerosissime ramosa. Rami ter-

minales angustissimi, saepe subteretiusculi, bifidi aut simplici, usque ad 1,25 cm elongati.

G e o g r a p h i c h e V e r b r e i t u n g: Frankreich, Holland, England, Schottland, schwedische Westküste und Amerika.

F r a n k r e i c h: Granville: Herb. Kützing n. 18 (W)!, ? (St)!; Fortbail: ? (H)!, ? (St)!; Normandie: „Herb. Lyngbye“ (Ko)!; Großbritannien: Guernsey: (ex Batters); St. Marc: (ex Crouan); Nieuport: (ex Kickx); Torquay: (ex Batters); Sidmouth: (ex Batters); Mrs. Griffiths, November 1807 (Ke)!; Portsmouth: Bergius, 12. Februar 1815 (B)!; Kirkwall: (ex Batters); Whitehills: Richardsen (E)!; Firth of Forth: Greville Coll. (E)!; Schweden: Marstrand: Bum, August 1855 p. p. (St)!; Warkholmen: ? (St)!; Amerika: Nahant: Weinland, 1856 (B)!, Magnus, 26. November 1897 (H)!; Long Island: Schneider, 8. September 1896 (B)!; Lynn Bay: leg. ? Oktober 1856 (B)!.

Die Anatomie des Thallus der f. *lacera* und seine Farbe lassen darauf schließen, daß sie wohl meist im Litoral zu finden ist. Nähere Angaben über ihre Standortsbedingungen habe ich indes weder der Literatur noch aus den Aufzeichnungen der Herbarien entnehmen können. Batters gibt an, daß die Form ziemlich selten sei.

Die mir vorliegenden Exemplare, die ich der f. *lacera* zuordnen möchte, unterscheiden sich im wesentlichen von den übrigen Formen durch die typische Aufteilung der Enden in zahlreiche schmale und oft überverlängerte Triebe. Der Name der Form stellt damit die Eigenart solcher Exemplare sehr deutlich heraus, denn keine andere Form zeigt diese einzigartige Zerfetzung der Enden an einem regelmäßig dichotom verzweigten Thallus.

f. **corymbosa** (Ag.) M. Thomas comb. nov.

Sphaerococcus crispus var. *corymbosus* Agardh, Spec. Alg. (1822), 260.

Sph. crispus var. *corneus* Agardh, Spec. Alg. (1822), 260.

Chondrus crispus f. *angustifrons* Le Jolis, Liste des Algues marines de Cherbourg (1880), 124, n. 224 p. p.

Ch. crispus angustifrons Mazza, La Nuova Notarisia (1906), 84.

Frons membranacea vel cartilaginea usque ad 14 cm alta. Thallus supra basin ca. $\frac{2}{3}$ frondi edivisus, dein regulariter dichotomoramosus furcationibus plerumque densissimis. Segmenta linearia usque ad 2 mm lata, apice \pm obtusa.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England.

Frankreich: Biarritz: Endress, Oktober 1830 in Herb. Kützing n. 2 (W)!; Cherbourg: Le Jolis n. 224 (K)!, Le Jolis (St)!, Lenormand (B)!, Bornet (K)!, Bornet (H)!, Duvernoy, 1826 (B)!, Duvernoy, in Herb. Kützing (W)!; Granville: Herb. Martens (B)!, leg.? (B)!, Herb. Kützing n. 18 (W)!; Côtes du Croisic: Mignart, 21. September 1873 (St)!: St. Vaast: leg.? (St)!: Jersey: Henrock (B)!: St. Aubin: Henrock (B)!: Roscoff: Chalon, September 1903 (B)!: La Manche: Lenormand (B)!:.

Großbritannien: Fortbail: leg.? (H)!, leg.? (St)!: Isle of Wight: leg. ? (H)!, Valérie la Corrée (B)!: Yarmouth: Bauer, September 1853 (H)!, Magnus (B)!, Bauer, in Herb. Magnus (B)!: Ventnor: Bauer, in Herb. Magnus (H)!: Brighton: Bauer, in Herb. Magnus (H)!: Portmouth: Schottmüller, März 1860 (B)!: Torquay: Dickson 1844 (E)!, Greville Coll. 1825 (E)!: Sidmouth: Greville Coll. 1827 (E)!: Lynmouth: Herb. Ward 1840 (E)!:.

Die f. *corymbosa* ist vorwiegend im Litoral zu finden, und zwar an sehr exponierten Standorten. Le Jolis gibt als Standortsbedingung bei seinem Herbarexemplar n. 224 (Herb. Berlin) an: «Les formes découpées en lacinuières très étroites sur les rochers battus par la mer ouverte mi-marée.» Auch findet sich eine Abbildung dieser Form in der Revue Algologique 9 (1936) pl. 1. Sie stellt die f. *corymbosa* in großen dichten Büscheln am Rande eines großen Gezeitentümpels bei Grand-Lejou, Baie de Saint Brieux, dar.

Die f. *corymbosa* unterscheidet sich von allen anderen fädigen Formen durch ihre dichtgedrängte, regelmäßig dichotome Verzweigung, die oberhalb eines relativ langen stielartigen Teiles ausgebildet wird. Meist ist sie auch schmäler als die f. *aqualis*, wenn man von den Pflanzen Südenglands, die ca. 1 mm breiter sind, absieht. Die f. *corneus* Ag. unterscheidet sich kaum von der f. *corymbosa* und kann daher auch nicht als besondere Form gelten. Sowohl die Diagnose Agardhs als auch das als var. *corneus* bestimmte Exemplar in seinem Herbarium entsprechen der f. *corymbosa* mehr als irgendeiner anderen Form. Auch die Form, die Mazza als f. *angustifrons* beschreibt, ist der f. *corymbosa* zuzurechnen.

f. *angustifrons* Le Jolis.

Le Jolis, Liste des Algues marines de Cherbourg (1880), 124, n. 224 p. p.

Frons membranacea, usque ad 18 cm (rarius ad 25,5 cm) longa. Thallus e basi usque ad apicem ca. 1—1,5 mm aequilatus. Thallus ca. 7—10 cm supra basin divisus et dein ± regulariter dichotomo-divaricato ramosus. Segmenta linearia, apice obtusa.

G e o g r a p h i s c h e V e r b r e i t u n g: Portugal, Madeira, Nordspanien, Frankreich, England, Irland.

M a d e i r a: Liebetrut 1865 (B)!; S. Vicente de la Baquera: Sauvageau, 9. September 1896 (B)!.

F r a n k r e i c h: Biarritz: Fröhlich, ex Herb. Kützing n. 10 (W)!, Endress (K)!, Endress, Oktober 1830 (K)!, Endress, Oktober 1830 (B)!, Liebetrut 1867 (B)!, Martens ex Herb. Fröhl. (K)!!; Golf von Biscaya: Endress (B)!!; Cherbourg: A. Le Jolis 2138 (B)!!; Granville: Samml. Heydrich n. 178 (B)!!.

E n g l a n d: Lynmouth: Ex Herb. N. W. Ward, Oktober 1840 (E)!, ex Herb. N. W. Ward, 8. Oktober 1840 (E)!!.

I r l a n d: Dublin: Ballebrock (H)!!.

I s l a n d: ? (Ko)!!.

Die f. *angustifrons* ist wohl ausschließlich auf das Sublitoral beschränkt; schon allein die für die sublitoralen Formen charakteristische Anatomie des Thallus lässt diese Annahme zu. Außerdem ist das Exemplar n. 2138 von Le Jolis im Herb. Berlin mit folgender Standortsangabe versehen: «Cherbourg, sur les rochers, à très basse mer.» Sonstige Angaben über die Standortsbedingungen dieser Form konnte ich weder der Literatur noch den Herbarien entnehmen.

Von der f. *corymbosa*, die eine ähnliche horizontale Verbreitung wie f. *angustifrons* aufweist, aber vorwiegend im Litoral zu finden ist, unterscheidet sich die f. *angustifrons* durch ihren erheblich längeren Thallus und durch ihre Verzweigung. Die letzte ist mehr gespreizt, dichotomisch und auch meist in geringerem Umfang ausgebildet. Im Herbar Agardhs ist ein Exemplar vorhanden, das eine Übergangsform beider darstellt. Es ist als f. *filiformis* bestimmt, entspricht aber nicht der Diagnose der f. *filiformis* Ag. Die Enden sind keineswegs lang zugespitzt, wie Agardh schreibt, sondern abgerundet oder gekerbt.

f. *filiformis* (Huds.) M. Thomas comb. nov.

Fucus filiformis Hudson, Flora Anglicana (1762), 472; (1778). 585.

F. crispus var. ϵ *compressus* Goodenough et Woodward, Linn. Trans. 3 (1797), 169.

Chondrus crispus var. δ *filiformis* Lyngbye, Tent. hydr. Dan. (1801), 15.

Sphaerococcus crispus var. ϵ *filiformis* Agardh, Spec. Alg. (1822), 259.

Frons cartilaginea, saepe teretiuscula, usque ad 20 cm alta. Thallus plerumque regulariter dichotomo-divisus. Segmenta sublinearia aut subdilatata. Segmenta extrema usque ad 4 cm elongata, apice apiculata.

Geographische Verbreitung: England, Spanien.

Torquay: „Greville Coll.“ 1827 (E)!; Sidmouth: „Greville Coll.“ (E)!; I. Walney: (ex Hudson). In litore Hiberniae: (ex Agardh).

Dem anatomischen Bild der f. *filiformis* nach zu urteilen, ist sie wohl ausschließlich im Sublitoral anzutreffen.

An den mir vorliegenden Exemplaren, die ich der f. *filiformis* zurechnen möchte, fällt besonders ein Merkmal auf, das sie von allen anderen Formen des *Chondrus crispus* unterscheidet, und zwar die pfriemliche Zuspitzung der übermäßig verlängerten Thallusenden. In noch jungem Zustand ist diese Form leicht mit *Gigartina pistillata* Stackh. zu verwechseln. Zu dieser Art gehört z. B. die von Turner als f. *filiformis* beschriebene und abgebildete Form (Hist. Fuc., p. 44, Abb. 216), denn der Autor gibt als charakteristisches Merkmal an, daß die „Samen“ nach dem Freiwerden am Thallus haften bleiben. Offenbar meinte er damit die Cystokarpien der *Gigartina pistillata*. Auch seine Diagnose und Abbildung entsprechen eher dieser als der f. *filiformis*.

f. *aqualis* (Good. et Wood.) Kylin.

Chondrus crispus f. *aqualis* Kylin, Algenflora schwed. Westküste (1907), 123; Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504.

Fucus crispus var. δ *aqualis* Goodenough et Woodward, Linn. Trans. Soc. 3 (1797), 169; Turner, Syn. Fuc. 2 (1802), 226.

Chondrus crispus var. γ *aqualis* Lyngbye, Tent. hydr. Dan. (1809), 15.

Fucus crispus var. δ *aqualis* Turner, pro parte Hist. Fuc. 4 (1819), 44.

Sphaerococcus crispus var. δ *aqualis* Agardh, Spec. Alg. (1822), 259.

Frons membranacea aut cartilaginea, usque ad 15 cm alta. Thallus \pm regulariter dichotomo-ramosus. Segmenta omnia plana, linearia ad 5 mm lata, divaricata, apice obtusa.

Geographische Verbreitung: Frankreich, England, Schottland, Irland, Belgien, Deutsche Bucht der Nordsee, Dänemark, Westküste Schwedens, Amerika.

F r a n k r e i c h: La Manche: Bertôt, Oktober 1883 (St)!; Guernsey: (ex Lyle); Granville: (St)!; St. Vaast: Areschoug (St)!.

G r o ß b r i t a n n i e n: Yarmouth: Bauer (B)!; Brighton: M. Roeber, Nov. 1865 (H)!, Bauer (B)!, Miss Alquen, 1854 (B)!; Falmouth: (ex Batters); Sidmouth: (ex Batters); Torquay: (ex Batters); Weymouth: (ex Batters); Swanage: (ex Batters); Black Rocks: Juli 1818 (E)!; Holy Island: (ex Batters); Berwick: (ex Batters); Orkney Islands: (ex Batters).

S c h w e d e n: Haugesund: Strömfelt, 9. Juli 1886 (St)!; Fiske backskil: V. Wittrock, 7. August 1862 (St)!; Kristineberg: Strömfelt, 6. September 1886 (St)!; Marstrand: Bum., p. p. 855 (St)!; Warholmen: (St)!; Varberg: Kylin (St)!; Klosterfjorden: G. Erdtmann (St)!; Helsingør: (H)!.

D ä n e m a r k: Kroneborg: Nolte (K)!; Ved. Roshage: Rosenvinge n. 7259, 7275, 7294 (Ko)!; Hirshals: Rosenvinge n. 6555 (Ko)!, Rosenvinge n. 8012 (Ko)!; Skagens Nordstrand: Roser. vinge n. 6391 (Ko)!; Blaavandshuk: Roser. vinge (Ko)!; Hellebock: Rosenvinge (Ko)!; Prinz-Frederiks-Grund: Rosenvinge 1893 (Ko)!; Kosten: Rosenvinge n. 11209 (Ko)!; Gilleleje: Rosenvinge (Ko)!; Genaa Havn: Rosenvinge n. 1841 (Ko)!; Hofmansgave: Rosenvinge (Ko)!.

D e u t s c h e s R e i c h: Stoller Grund: (B)!, Föhr: Fröhlich, ex Herb. Lucas (K)!.

B e l g i e n: Ostende: (ex Kickx)!.

N o r d a m e r i k a: New York: Leg. ? (St)!.

Die f. *aqualis* lebt ausschließlich im Sublitoral und ist z. B. in den dänischen Gewässern noch in 20 m Tiefe anzutreffen. Ihre horizontale Verbreitung ist sehr ausgedehnt, sie ist, wie Turner bemerkt: "common on almost all the European shores."

Vergleicht man die sublitoralen Formen von *Chondrus crispus*, so zeichnet sich die f. *aqualis* durch ihren gleichmäßig breiten Thallus und ihre meist regelmäßig gespreizt dichotome Verzweigung besonders aus. Von den fädigen Formen wie der f. *angustifrons* unterscheidet sie sich durch ihre größere Breite. Insofern ist die Abbildung 217 c Turners, welche die f. *aqualis* fertig darstellt, nicht zutreffend, abgesehen davon, daß auch ihre Verzweigungen ziemlich stark zugespitzt sind. Es ist denkbar, daß die Abbildung ein junges Exemplar der f. *aqualis* darstellen soll, doch ist nicht anzunehmen, daß es dann bereits fertig ist; sie ist eher der f. *corymbosa* ähnlich. Ein Herbarexemplar Turners entspricht dagegen vollständig seiner eigenen Diagnose und somit auch der f. *aqualis*.

f. polychotoma Kjellm. in Kylin.

Chondrus crispus f. *polychotoma* Kylin, Algenflora schwed. Westküste (1907), 123; Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504.

Frons membranacea vel cartilaginea, usque ad 15 cm alta. Thallus inferne ± regulariter dichotomo-divisus dein polychotom Ramosus; segmenta usque ad 1 cm longa, cuneatim dilatata, apice obtusa, saepe subacuminta.

Geographische Verbreitung: Frankreich, Nord- und Ostsee, Dänemark, Schwedische Westküste.

Frankreich: St. Vaast: Areschoug (St)!; Skjernö: Th. Arvidsson, 5. Juli 1930 (St)!; Schweden: Marstrand: Chiaeus (U)!; Varberg: Juli 1848 (St)!, G. Hammer, September 1893 (St)!; Koster: Juli 1842—1844 (St)!; Dänemark: Helsingør: C. Rasch, 1880 (B)!, C. Rasch, 27. August 1882 (K)!; Kronborg: Nolte, 26. Dezember 1825 (K)!; St. Arildsläge: H. S., 29. Juli 1881 (St)!; Gilleleje: A. Ingerslev, August 1893 (St)!; Eyrarbakki: Strömfelt (St)!; Hellebaek: C. Rasch, 1880 (St)!.

Die f. *polychotoma* ist eine typische Sublitoralform und geht neben der f. *aqualis* bis in 20 m Tiefe hinab. In ihrer charakteristischen Ausbildung ist sie vorwiegend in den dänischen Gewässern zu finden.

Die f. *polychotoma* wird nach Rosenvinge durch zweijährige Pflanzen von *Chondrus crispus* dargestellt und ist charakterisiert durch die Ausbildung zweier Systeme von fächerförmigen Verzweigungen (Rosenvinge, Fig. 469), doch unterscheiden sich schon junge Exemplare der f. *polychotoma* von den übrigen sublitoralen Formen. Im Gegensatz zur f. *aqualis*, bei der alle Verzweigungen annähernd die gleiche Breite haben und gespreizt dichotom zur Entwicklung kommen, bilden sich bei der f. *polychotoma* nach der ersten Verzweigung an den Enden dichtgedrängt zahlreiche Triebe, die sich keilförmig verbreitern, um dann ihrerseits abermals einen derartigen Fächer von Verzweigungen auszubilden.

f. membranacea Rosenvinge.

Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 506.

Frons membranacea, usque ad ca. 13 cm alta, irregulariter ramosa. Thallus basi usque ad apicem ca. 1,5 mm aequilatus. Segmenta ± obtusa, margines saepe cum proliferationibus.

Geographische Verbreitung: Dänische Gewässer: Middelfart: Rosenvinge n. 4388 (Ko)!; Stenderup Scov: Rosenvinge n. 1434 (Ko)!; Kasser Odde: Rosenvinge n. 2953 (Ko)!;

Aebelö: Rosenvinge n. 2416 (Ko)!; Ronners Lighth.: Rosenvinge n. 5601 (Ko)!

Die Form kommt ausschließlich im Sublitoral vor; doch ist sie nicht gerade typisch für die größeren Tiefen von 12—13 m, wie Rosenvinge meint, sondern eher für Gewässer mit geringem Salzgehalt bezeichnend, wie sie die dänischen darstellen. Doch kommt sie auch in geringeren Tiefen als 13 m vor, während in größerer Tiefe meist breite Pflanzen der f. *aqualis* zur Entwicklung kommen.

Die f. *membranacea* unterscheidet sich von der f. *aqualis* durch ihren schmäleren Thallus und ihre unregelmäßige Verzweigung. Durch die letzte unterscheidet sie sich auch von den äußerst schmalen Formen *corymbosa* und *angustifrons*. Sie hat dagegen oft eine Ähnlichkeit mit der f. *incurvata* und geht mit ihr bis fast an die äußerste Verbreitungsgrenze des *Chondrus crispus* in der Ostsee.

f. *aegagropila* Rosenvinge.

Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 507.

Frons cartilaginea, irregulariter ramosa. Segmenta thalli crispa, conglobata. Basis inflexa.

Frederikshavn: Rosenvinge n. 8549 (Ko)!.

Das einzige bisher bekannte Exemplar dieser Form wurde auf dem moderigen Grund innerhalb des Hafens von Frederikshaven (Dänemark) freiliegend gefunden.

Die f. *aegagropila* weist wesentliche Unterschiede gegenüber den übrigen Migrationsformen f. *incurvata* und f. *uncinata* auf. Während bei den letzten eine fadenförmige Überverlängerung des Thallus festzustellen ist, zeigt die f. *aegagropila* eine dichte, zu einem kugelförmigen Gebilde verschlungene Verzweigung.

f. *incurvata* (Lyngb.) M. Thomas comb. nov.

Chondrus crispus var. ζ *incurvatus* Lyngbye, Tent. hydr. Dan. (1809), 16.

Sphaerococcus crispus var. *incurvatus* Agardh, Spec. Alg. (1822), 260.

Ch. incurvatus Kützing, Spec. Alg. (1849), 735.

Ch. crispus f. *incurvata* Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 504.

Frons cartilaginea, compressa, usque ad 25 cm longa. Segmenta filiformiter aut cuneiformiter elongata, 5 mm lata, curvata, saepe apice bifurcata.

Geographische Verbreitung: Dänemark, Westliche Ostsee.

Dänemark: Hofmansgave: Hofman Bang (Ko)!; Fünen: Fröhlich (K)!; Blaawandshuk: ex Herb. C. M. Poulsen (Ko)!; Store Belt: Rosenvinge (Ko)!; Skrams Flak: Rosenvinge (Ko)!; Gilleleje: (Ko)!.

Deutsches Reich: Flensburger Förde: Suhr, Hansen, Fröhlich (K)!, Hansen (B)!, Flensburg: Fröhlich (B)!, Hansen (B)!, in Herb. Kützing (W)!, Hansen (K)!, Sonderburg: Fröhlich (K)!, Hohenwacht: Nolte (K)!, Geltinger Bucht: in Herb. Kützing (W)!, Suhr (Ko, B)!, leg. ? 1836 (H)!, Neustadt (Lüb. Bucht): Schroedter, 1831 (K)!, Neust. Bucht: Reinke (K)!, Neukirchner Grund: (K)!, Quellenthal: Fröhlich (K)!, Travemünde: Fröhlich in Herb. Kützing (W)!, Privall b. Travemünde: Häcker in Herb. Kützing n. 1 (W)!, Jaenicke, 8. Januar 1855 (K)!, Warnemünde: Kühlwein (B)!, Darß: Marsson, 5. Juni 1854 (K)!, Altgarz: Pommerania.

Die f. *incurvata* ist vorwiegend in den Buchten der westlichen Ostsee angeschwemmt zu finden.

Die f. *incurvata* gleicht zum Teil mehr der f. *aqualis*, zum Teil mehr f. *polychotoma*, doch unterscheidet sie sich von diesen beiden Formen durch die Überverlängerung ihrer Verzweigungen und ihrer kurvenartigen Krümmung.

f. *uncinata* (Lyngb.) M. Thomas comb. nov.

Chondrus crispus var. *η uncinatus* Lyngbye, Tent. hydr. Dan. (1819), 15.

Ch. crispus f. *uncinata* Rosenvinge, Marine Algae of Denmark 1 (1909), 506.

Frons cartilaginea, teretiuscula, usque ad 6 mm longa et $\frac{1}{4}$ ad $\frac{3}{4}$ mm lata. Thallus saepe curvatus apicibus bifurcatis reflexis.

Geographische Verbreitung: Westliche Ostsee, Dänemark.

Hohenwacht: Nolte, 1823 (K)!, Hofmansgave: Rosenvinge (Fig. 472) (Ko)!, leg? 1890 (Ko)!.

Ebenso wie die f. *incurvata* ist auch die f. *uncinata* in den Buchten der dänischen Gewässer und der Ostsee angetrieben zu finden, doch ist ihr Vorkommen sehr selten.

Die f. *uncinata* unterscheidet sich von der der f. *incurvata* durch ihren noch schmäleren, fast zylinderförmigen Thallus und besonders durch die hörnerartigen, zurückgebogenen Spitzen. Diese Form ist auch noch öfter gewunden als f. *incurvata*.

Der Formenkreis von *Chondrus crispus* und seine ökologische Bedingtheit. 195**H e l g o l a n d .**

1. 8. 9. 1934: Nahe der Mauer zwischen ingelsk kark und Oishorn, Schichtfläche, freistehend, tr.
2. 8. 9. 1934: Zwischen ingelsk kark und Oishorn, Schichtfläche, freistehend, tr.
3. 3. 2. 1934: Vor der Preußenmauer, Schichtfläche, freistehend, tr.
4. 3. 2. 1934: Vor der Preußenmauer, Schichtkopf, freistehend, tr.
5. 3. 2. 1934: Vor der Preußenmauer, Mulde, freistehend, tr.
6. 3. 2. 1934: Vor der Preußenmauer, Schichtkopf, freistehend, eben noch tr.
7. 3. 2. 1934: Vor der Preußenmauer, in flacher Rinne, freistehend, eben noch tr.
8. 5. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
9. 5. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, freistehend, tr.
- 10. 5. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
11. 5. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, Mulde, freistehend, z. T. tr.
12. 6. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, unter *Fucus serratus*, z. T. tr.
13. 6. 9. 1934: Zwischen grotkark und Letge kark, im Priel, zwischen *F. serratus*.
14. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, freistehend, tr.
15. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, t. unter *F. serratus*, tr.
16. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, unter *F. serratus*, tr.
17. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, t. *F. serratus*, tr.
18. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
19. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
20. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, freistehend, tr.
21. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
22. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtkopf, freistehend, tr.
23. 3. 6. 1936: Zwischen grotkark und Letge kark, Schichtfläche, unter *F. serratus*, tr.
24. 7. 9. 1934: Vor selliger Hörn, Schichtfläche, zwischen *Fucus*, tr.
25. 7. 9. 1934: Vor selliger Hörn weit von der Mauer, Schichtfläche, zwischen *Fucus* und *Laminaria*, tr.
26. 7. 9. 1934: Am selliger Hörn, unter *F. serratus*, tr.
27. 7. 9. 1934: Zwischen selliger Hörn u. grot hell, Schichtfl., freistehend, selten tr.
28. 7. 9. 1934: Zwischen selliger Hörn und grot hell, weit von der Mauer entfernt, Schichtfläche, zwischen *Laminaria* und *Fucus*, tr.
29. 7. 9. 1934: Zwischen selliger Hörn und grot hell, weit von der Mauer entfernt, Schichtkopf, z. T. und *Fucus*, tr.
30. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtkopf, freistehend, tr.
31. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
32. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
33. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Mulde, freistehend, selten tr.
34. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
35. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Mulde, freistehend, selten tr.

36. 10. 9. 1934: Nathurn, Bunte Klippen, Mulde, freistehend, selten tr.
 37. 2. 6. 1936: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, unter *F. serratus*, tr.
 38. 2. 6. 1936: Nathurn, Bunte Klippen, Mulde, unter *F. serratus*, noch eben tr.
 39. 2. 6. 1936: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
 40. 2. 6. 1936: Nathurn, Bunte Klippen, oben auf Schichtkopf, freistehend, tr.
 41. 2. 6. 1936: Nathurn, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
 42. 10. 9. 1934: Robbenbrunnen, Bunte Klippen, Schichtfläche, freistehend, tr.
 43. 10. 9. 1934: Robbenbrunnen, Bunte Klippen, Schichtkopf, freistehend, noch eben tr.
 44. 4. 6. 1936: Nach N., letzte freifallende Klippe, Schichtkopf, freistehend, tr.
 45. 4. 6. 1936: Robbenbrunnen, Schichtfläche, freistehend, tr.
 46. 4. 6. 1936: Robbenbrunnen, Schichtfläche, unter *Laminaria digitata*, tr.
 47. 4. 6. 1936: Robbenbrunnen, Mulde, freistehend, noch eben tr.
 48. 4. 6. 1936: Buhne IV (ihre Westseite), auf einzelnen Stein im Sand, freistehend, tr.
 49. 4. 6. 1936: Buhne IV (ihre Westseite), auf einzelnen Stein im Sand, freistehend, tr.
 50. 4. 6. 1936: Buhne IV (ihre Ostseite), auf einzelnen Stein im Sand, freistehend, tr.
 51. 4. 6. 1936: Auf der Buhne IV, zwischen Steinen, freistehend, tr.
 52. 4. 6. 1936: Auf der Buhne IV, zwischen Steinen, unter *Fucus*, tr.
 53. 5. 6. 1936: Vor Letge Bra, Schichtkopf, unter *F. serratus*, tr.
 54. 5. 6. 1936: Vor Letge Bra, Schichtfläche, freistehend, tr.
 55. 11. 9. 1934: Augustahafen, Nordostmole, an senkrechter Wand, freistehend, 1—2 m tief.
 56. 11. 9. 1934: Außenhafen, Südmole, nahe Wellenbrecher, am Rande eines Felsblockes, freistehend, tr.
 57. 11. 9. 1934: Außenhafen, Südmole, nahe Wellenbrecher, auf einem Felsblock, freistehend, tr.
 58. 11. 9. 1934: Außenhafen, Südmole, nahe Wellenbrecher, auf einem Felsblock, freistehend, 20 cm tief.
 59. 11. 9. 1934: Eckpunkt Süd- und Südwestmole, auf einem Felsblock, freistehend, tr.
 60. 11. 9. 1934: Südwestmole, auf einem Felsblock, freistehend, z. T. tr.
 61. 11. 9. 1934: Südwestmole, auf einem Felsblock, z. T. unter *Laminavia*, z. T. tr.
 62. 3. 2. 1934: U-Boothafen, unter *F. serratus*.
 63. 3. 2. 1934: U-Boothafen, unter *F. serratus*.
 64. 3. 2. 1934: Nordhafen, in ca. 8 m Tiefe.
 65. 17. 9. 1934: Nordhafen, in ca. 8 m Tiefe.
 66. 14. 8. 1935: Ostseite, Fahrrinne nach Wittcliff zu, in ca. 8 m Tiefe.
 67. 14. 8. 1935: Westseite der Nordrinne, nach der Biologischen Anstalt zu, in ca. 8 m Tiefe.
 68. 4. 6. 1936: Auf der Fahrt zur Buhne IV.

Anmerkung: tr. = trockenfallend, selten tr. = bei tiefen Ebben trockenfallend.

Plymouth.

Nr.	Datum	S t a n d o r t	Belichtung	Emergenz
1.	5. 8. 1936	N. side of Drake's Island, Plymouth Sound	sehr schwach	bis 30 cm sehr selten freifallend
2.	12. 11. 1935	E. side of Drake's Island	unter großen Felsblöcken	mäßig $\frac{3}{4}$ Tide
3.	19. 7. 1935	Drake's Island S. side	unter überhängenden Felsblöcken	schwach $\frac{3}{4}$ Tide
4.	19. 7. 1935	Drake's Island S. side,	an den Spitzen von Felsblöcken	stark $\frac{3}{4}$ Tide
5.	12. 11. 1935	Rum Bay, N. E. corner of Plymouth Sound,	unter und auf Felsblöcken	schwach —
6.	27. 10. 1935	Wembury Bay (West)	in großem Tümpel	sehr schwach meist O-Tide
7.	6. 5. 1936	Wembury Church Reef, E. side of W. Bay,	in großem Tümpel	schwach $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Tide
8.	6. 5. 1936	Wembury Church Reef, E. side of W. Bay	auf Felsblöcken	stark ca. $\frac{3}{4}$ Tide
9.	18. 7. 1935	Near the mouth of Salcombe Estuary	auf der Spitze von Steinen	stark ca. $\frac{1}{4}$ Tide

A n m e r k u n g e n: 1. Ist direkt der Gezeitenströmung des Flusses Hamoaze ausgesetzt. — 2. Während der Springtiden starker Gezeitenströmung ausgesetzt. — 3. und 4. Der starken Strömung der beiden in den Sund mündenden Flüsse ausgesetzt und vor der äußeren Wellenbewegung durch einen Damm geschützt. — 5. Durch einen Damm vor dem Flusswasser geschützt, nahe an der "Mount Batten Flying station" auf der landzugekehrten Seite der Felsblöcke. — 6. Fast in der offenen See, nur schwach durch kleine Inselfelsen (Mewstone) geschützt. — 7. Gut geschützter Standort. — 8. Stark dem Meer ausgesetzt. — 9. Voll der Gezeitenströmung ausgesetzt.

Isle of Man.

Nr.	Datum	S t a n d o r t		Belichtung	Emergenz
1.	19. 7. 1935	Port St. Mary	in seichtem Tümpel	schwach	$\frac{1}{2}$ Tide
2.	19. 7. 1935	Port Erin	auf Blöcken eines verfallenen Wellenbrechers	stark	$\frac{1}{2}$ Tide

A n m e r k u n g e n: 1. Dem Wind aus Südwest und Südost sehr exponiert und bei schlechtem Wetter starkem Wellenschlag ausgesetzt. — 2. Vor heftigen Wellen geschützt.

Varberg.

Nr.	Datum	S t a n d o r t		Belichtung	Emergenz
1.	2. 8. 1935	Träslöv, Hafen, südlich der Mole		schwach	— 2,5 m
2.	9. 8. 1935	Träslöv, Hafen, Südwesten, Molen- spitze	an senkrechter Felswand	durch über- hängende Vegetation schwach	— 1,5 m
3.	2. 8. 1935	Swarte skär, Pfütze von 2 dm Tiefe, 1 dm über der See	auf waagerechter Felsfläche	sehr stark	— 1 dm.
4.	2. 8. 1935	Swarte skär, Pfütze von 2 dm Tiefe 1 dm über der See	gegen Nordosten freie steile Fels- wand	stark	— 1 dm
5.	22. 9. 1935	Röde skär, Pfütze von 4 dm Tiefe, 3 dm über der See	auf waagerechter Felsfläche	sehr stark	— 2,5 dm.
6.	22. 9. 1935	Röde skär, Pfütze von 4 dm Tiefe, 3 dm über der See,	auf waagerechter Felsfläche	unbedeutend von <i>Fucus</i> beschattet	— 1,25 dm
7.	22. 9. 1935	Südende der Bucht nahe Nr. 5		schwach	— 6 dm.
8.	2. 8. 1935	Halbkreisförmige Bucht an der Ost- seite von Swarte skär	lose liegend		ca. — 6 m.

A n m e r k u n g e n: 1. Wasser z. T. unklar. Es ist fraglich, ob die Exemplare festgewachsen waren. — 2. Wasser ist klar, aber sehr unruhig. — 3. und 4. Die Wellen schlagen alle über den Rand der Pfütze, und das überflüssige Wasser läuft auf einem anderen Wege wieder zurück. — 5. und 6. Strömung fehlt. — 7. Die Bucht ist sehr schmal und gegen Norden offen. — 8. Wahrscheinlich aus 6 m Tiefe losgerissen.

Trondheim.

Nr.	Datum	Standort	Belichtung	Emergenz
1.	8. 10. 1935	Insel Munkholmen im Trondheimfjord	Tümpel	sehr stark freifallend
2.	8. 10. 1935	Insel Munkholmen im Trondheimfjord	Tümpel	schwach freifallend
3.	4. 12. 1935	Trondheim, nahe der Stadt, nordöstlich von Lade	an der Felsenküste	durch <i>Ascophyllum nodosum</i> geschwächt freifallend
4.	4. 12. 1935	Trondheim, nahe der Stadt, nordöstlich von Lade		durch <i>A. nodosum</i> geschwächt freifallend
5.	29. 7. 1936	Trondheim, Östmarken	Tümpel	stark freifallend

Anmerkung: 4. Wahrscheinlich von tiefergelegenem Standort losgerissen.

Zeichen	Datum	Herbar-Nr.	Tiefe m	Standort
YU	8. 8. 1902	7295	2	Nordsee Ved Roshage Hanstholm
TV	1. 10. 1904	5454	5	Skagerrak und Kattegat Krageskow Rev, northern shoal
KC	15. 5. 1893	3504	4—5,5	Krageskow Rev, southern shoal
TX	2. 10. 1894	5661	7,5—9,5	Inside the broom N. of Graesholm (Hirsholmene)
BP	24. 8. 1891		7	Off Saeby
FF	13. 7. 1892	2797	15	Double broom at Trindelen S. by W. $\frac{1}{2}$ W. $\frac{1}{2}$ mile
fG	6. 10. 1922	9879	15	3 miles W. of Laesø, Trindel lightship ($57^{\circ} 26'$, $11^{\circ} 11'$).
FE	13. 7. 1892	2769	9,5—11,5	Trindelen, immediately E. of The double broom
IX	12. 5. 1893	3446	ca. 19	Trindelen lightship NE. $\frac{2}{3}$ E. 4 miles.
UC	3. 1. 1895	5672	ca. 9,5	At the broom N. E. of Nordre Rønner
UB	3. 1. 1895	5601	9,5	Nordre Rønners Lighthouse W N. W $2\frac{2}{3}$ to $3\frac{1}{2}$ miles.
GM	21. 9. 1892	3072	ca. 5,5	At the Engelskmands Banke
D ₁	6. 10. 1922	D 2891	8	$6\frac{1}{2}$ miles SW by W $\frac{1}{2}$ N. of Laesø Trindel Lightship ($57^{\circ} 21'$, $11^{\circ} 10,5'$).
TG	26. 9. 1894	5296	9,5	Syrodda Pynt (Laesø) S. S. E. $1\frac{1}{2}$ miles
fH	6. 10. 1922	9917	17	1 mile W by N. of Fladen lightship ($57^{\circ} 10,5'$, $11^{\circ} 48'$).
JO	12. 5. 1893	3407	10,5—11,5	Fladen, Lat. N. $57^{\circ} 10' 40''$, Long. E. $10^{\circ} 44' 40''$
D ₃	8. 10. 1922	D 2884	9	Østre Flaklightship $5\frac{1}{2}$ miles N. by E. $\frac{3}{4}$ E. ($56^{\circ} 55,5'$, $10^{\circ} 48'$)
XB	5. 7. 1895	6235	12	Kobbergrundens lightship, N $\frac{3}{4}$ E. $8\frac{3}{4}$ miles
IK	10. 5. 1893	3383	17—19	Lille Middelgrund, the beacon S. W by W. $1\frac{2}{3}$ miles
D ₂	19. 10. 1922	D 2925	10	$14\frac{1}{2}$ miles S. S. E. of Anholt Knob. Lat. $56^{\circ} 33'$, Long E $12^{\circ} 05'$
HY	10. 5. 1893	3357	15	Store Middelgrund, south side, Lat. N. $56^{\circ} 32' 20''$, Long E. $12^{\circ} 5' 20''$
RL	30. 7. 1894	4984	15	The buoy at Ostindienfarer Grund S. E. by E. $2\frac{1}{2}$ miles
OO	18. 4. 1894	4493	8,5	Søborghoved Grund
GJ	21. 7. 1892	3028	4—8,5	Ostindienfarer Grund.
OS	18. 4. 1894	4528	13—14	Hastens Grund, the buoy S. W by W $1\frac{5}{6}$ miles
GG	21. 7. 1892	3025	4	Sjaellands Rev, E. side of Mellenrevet

Der Formenkreis von Chondrus crispus und seine ökologische Bedingtheit. 201

Tiefe in 10-m- Schichten	Salzgehalt in ‰				Temperatur in °C			
	Februar	Mai	August	Nov.	Februar	Mai	August	Nov.
0—10	30—31	28—32,5	29—30,5	29—30,5	2,5—3,5	7—6	16—15,5	9,5—10
0—10	29—31	28—32,5	29—30,5	29—30,5	2,5—3,5	7—6	16—15,5	9,5—10
10	31	32,5	30,5	31	3,5	6	15,5	10
10—20	29—32	29—32	29—30	28—31	3—4	6—5	16—15	10—10,5
10—20	29—32	29—32	29—30	28—31	3—4	6—5	16—15	10—10,5
10	29	29	29	28	3	6	16	10
20	29,9	30	28	30	4	5	15	10,5
10	29	29	29	28	3	6	16	10
10	29	29	29	28	3	6	16	10
0—10	27—29	24—29	25—29	26—28	2,5—3	7—6	16,5—16	9—10
10	29	29	29	28	3	6	16	10
10	29	29	29	29	3	6	16	10
20	30	30	28,5	30	4—4,5	5	15	11
10	26,5	24	24,5	25	2,5	6	15	10
10	28	25,5	24	26,5	2,5	6	17	10
10	28,5	26,5	27,5	27	2,5	6	17	10
20	29,5	30	28	30	4—4,5	5	15	11
10	23	21	21,5	22	2,5	6	17	9,5
10—20	23—29	21—30	21,5—28	22—28	2,5—4,5	6—5	17—15	9,5—11
10—20	23—29	22,5—31	19—28	23—29	3—5	6—5	16—10	10—10,5
10	ca. 23	22	19	23	3	6	16	ca. 10
0—10	16—23	13—22,5	15—19	15—23	1,5—3	7—6	17—16	9 bis ca. 10
10—20	23—28,5	21—30,5	19—30	22—28,5	2,5—4	6—5	16—10	9,5—11
0—10	19—22	16,5—19	16—19	19—21	1,5—2	7—6	17—16	9—9,5

Zeichen	Datum	Herbar-Nr.	Tiefe m	Standort
MY	18. 9. 1893	4052	9,5—14	Sletterhage lighthouse N. W. by N. $3\frac{3}{4}$ miles
FS fN ^a	16. 7. 1892 5. 8. 1925	2886 1028	4—19 13,5	Vejrø Sund, N of Bosserne Off Ballen, east side of Samsø, within the channel ($55^{\circ} 49'$, $10^{\circ} 38'$) .
AT	19. 8. 1891	1718	4,5	Svanegrund $\frac{1}{4}$ mile E. S. E. of the broom at its S. E side
MQ	16. 9. 1893	4006	11,5	S. of Paludans Flak, Vestborg lighthouse N. $1\frac{1}{2}$ E. 4 miles
MP	16. 9. 1893	3994	11,5—13	Falske Bolsax .
DJ	11. 5. 1895	2416	7,5	E. of Æbelø .
Großer Belt				
I gS	7. 6. 1899 19. 11. 1929		19 6—7,5	Udfør Revsnaes (leg. Ostenfeld) Elefant Grund, north side and middle ($55^{\circ} 32'$, $10^{\circ} 56'$)
GY fZ	10. 11. 1892 24. 11. 1925	3237 10397a	5,5 20	Wside of Gjellegrund S. of Sprogø . Sprogø lighthouse in N. W $\frac{1}{4}$ W Halskow Rev Lightship N. E. $\frac{3}{4}$ N. ($55^{\circ} 18,5'$, $11^{\circ} 25'$)
gC	24. 11. 1925	10419d	5—6	= NS. Between Knudshoved and Slipshavn ($55^{\circ} 17,5'$, $10^{\circ} 5,5'$) .
XS	27. 10. 1900	6832	5,5—7,5	By Kløverhage, Knudshoved lighthouse N. E. $\frac{2}{3}$ N. $2\frac{3}{4}$ miles and a little more north
GZ	10. 11. 1892	3244	6,5	$1\frac{1}{2}$ miles N of the N. and of Egholm
DN	13. 5. 1892	2488	11,5—12	Vengeance Grund . .
gE	25. 11. 1925	10426	5—7	Stokkebraks Flak ($55^{\circ} 10'$, $10^{\circ} 50'$) .
fS	14. 8. 1925	10260	11,5	East of Kjelsnor lighthouse $\frac{5}{6}$ mile ($54^{\circ} 43,8'$, $10^{\circ} 44,5'$) .
UL	21. 5. 1895	5797	20	Feuerbelt: øjet, Markelsdorf Huk $\frac{5}{8}$ E. 7 miles
Kleiner Belt				
FZ	20. 7. 1892	2953	6,5	Near the triple broom at Kasser Odde
II	20. 3. 1894	4388	14,5	Middelfart. .
III	19. 6. 1891	1389	12,5	N. f. Faeno Kalo
IV	7. 7. 1891	1434	13—15	Udfør Stenderup Scov
CG	22. 9. 1891	2170	6,5	S. end of Skrabs Flak .
UX	25. 5. 1895	5958	9,5	Skjoldaes Lighthouse S. $\frac{3}{4}$ W $\frac{3}{4}$ mile
bY	3. 6. 1921	8950	11	Udfør Sonderskow and Sonderborg ($54^{\circ} 53'$, $9^{\circ} 50'$) .

Der Formenkreis von *Chondrus crispus* und seine ökologische Bedingtheit. 203

Tiefe in 10-m- Schichten	Salzgehalt in ‰				Temperatur in °C			
	Februar	Mai	August	Nov.	Februar	Mai	August	Nov.
10	24	23,5	23,5	23,5	ca. 2	6	15	9,5
10—20	22,5—27	20,5—28,5	21—28	21—23	—3	5—6	16—11	9,5—10
10—20	22—25	19—26	20—27	20—23	—3	5—6	16—11	9,5—10
0—10	19—23	17	19—22,5	19,5—21	1,5—2	7—6	16—15	ca. 9
10	23	18	21	20	2	6	16	9,5
10—20	22—24	17—25	19—26,5	18—22	—3	5—6	16—11	9,5—10
0—10	19—23	17	19—21,5	19,5—21,5	1,5—2	ca. 7	16,5—16	ca. 9
10	24	25	27	22	3	ca. 5	11	10
0—10	17—19	13—16	15—17	17—17	2	ca. 7	16,5—16	ca. 9
0—10	17—19	13—17	15—17	17—18	2	ca. 7	16,5—16	ca. 9
20	20	22	25	20	3		11	10
0—10	17—19	13—17	15—17	17—18	2	ca. 7	16	ca. 9
0—10	17—19	13—17	15—17	17—18	2	ca. 7	ca. 16	ca. 9
0—10	16—18	12—16	14—16	16—16	2	ca. 7	ca. 16	ca. 9
10—20	18—20	16—22	16—25	16—20	3	ca. 5	11	10
0—10	17—19	13—17	15—17	17—18	2	ca. 7	ca. 15	ca. 9
10	17	14	16	16	2	6,5	15,5	ca. 9,5
20	18,5	18	22—23	ca. 18	3	ca. 5	ca. 12	ca. 10
0—10	20—23	19	22	21—23	1,5—2	7—6	16,5—16	ca. 9
10—20	19	18	21	19	1,5—2	5	14	9,5
10—20	19	18	21	19	1,5—2	5	14	9,5
10—20	19	18	21	19	1,5—2	5	14	9,5
0—10	17	15—16	15—17	16—17	1,5—2	7,5—6,5	17—15,5	9—2,5
10	17	16	17	17	1,5—2	ca. 6,5	ca. 15,5	2,5
10	18	16	17	17	1,5	7,5	15	ca. 9

Zeichen	Datum	Herbar-Nr.	Tiefe m	Standort
PX	23. 7. 1894	4754	8,5	S u n d
TF ¹	25. 9. 1894	5285	12—13	Off Tibberup Staffans Flak
QD	23. 7. 1894	4786b	5,5	E. of the N. end of Saltholm, 1 mile S. S. W. $\frac{1}{2}$ S. of the beacon

Zeichen	Datum	Tiefe m	Standorte nach Rosenvinge
ZK ²	2.—4. 8. 1904	7,5—9,5	E. end of Mellengrund
Ze	28. 7. 1904	26,5	Immediately W. of Fladen lightship
ZG	28. 7. 1904	18	Fladens lightship S. E. by S. a good miles
ES	12. 7. 1892	24,5	S. W. of Middelgrund
ZC	27. 7. 1904	4—4,5	the broom at the N. end of Kobbergrund N. E. 1,5 miles
ZC ¹	27. 7. 1904	5	Inside Kobbergrund
aU	6. 8. 1906	13	Lumbaas mill S. 32° W. 2 miles
gU	27. 5. 1930	10—11	East side of Lille Grund, North of Huidsholm
LP	17. 8. 1893	2—4	Off the S. E. side of Stavreshoved
gB	24. 11. 1925	7	Vresens Puller, the broom i. E. by N. $\frac{1}{2}$ N, 0,4 mile to 0,2 mile
bP	18. 7. 1907	ca. 15	E. side of Kriegers Flack, Lat. N. $55^{\circ} 3'$ Long E $13,5^{\circ} 5'$ (leg. O. P a u l s e n) South end of Als (leg. R e i n k e)

Nachtrag.

Während der Korrektur ist mir noch eine Arbeit von H. Elsner, W. Broser und E. Bürgel zugegangen, von der ich nicht verfehlten möchte, einen kurzen Hinweis auf die Anwendung von *Chondrus crispus* zu geben. Es wird dort nämlich festgestellt, daß Carrageen mit *Chondrus crispus* als Hauptbestandteil hochwirksame Stoffe besitzt, die die Blutgerinnung hemmen.

Tiefe in 10-m- Schichten	Salzgehalt in ‰				Temperatur in ° C			
	Februar	Mai	August	Nov.	Februar	Mai	August	Nov.
0—10	17	12—18	12—16,5	15—18	1,5—3	7—6	17—16	8,5—9,5
10—20	16—25	16,5—28	15,5—26	17—25	3—4,5	6—4	16—10	9,5—10,5
0—10	12—15	10—14	10—13	12—15,5	1,5—3	7—6	16	8,5—9,5

Wichtigste Literatur.

- A g a r d h , C. A. Species Algarum 1—2. (Greifswald 1822/23.)
 — Systema Algarum. (Lund 1824.)
- A g a r d h , J. G. Species, genera et ordines Algarum 1—2. (Lund 1848—1863.)
 — Epicrisis systematis Floridearum. (Lund 1876.)
- A m o y M o r a , Mariano del, Flora Cryptogamia Hispaniae et Lusitaniae. (Granada 1870.)
- A r e s c h o u g , J. E., Algae Scandinavicae exsiccatae. Ser. I (Göteborg 1840/41), Ser. II (Upsala 1861—1879).
- A r w i d s s o n , Th., Meeresalgen aus Vestagder und Rogaland. (Nytt Mag. f. Naturvidenskapene 76, 1936.)
- A s k e n a s y M. E., Énumérations des Algues des îles du Cap Vert. (Bol. Soc. Broteriana 13, 1893.)
- B a t t e r s , E. A. L., A catalogue of the British marine Algae. (London 1902.)
- B e r t h o l d , G., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. (Jahrb. f. wiss. Botanik 13, 1882.)
- B ø r g e s e n , F., The marine Algae of the Faeröes. (In Rosenvinge-Warming, Botany of the Faeröes 2. Kjøbenhavn 1902.)
 — The marine Algae of the Shetlands. (Journ. of Botany 41, 1903.)
- and J ó n s s o n , H., The distribution of the marine Algae of the Arctic Sea and of the northernmost part of the Atlantic. (In Warming-Rosenvinge, Botany of the Faeröes 3, Appendix, 1905.)
- B u f f h a m , T. H., Notes on some Florideae. (Journ. Quekett Mikroskop. Club, Ser. II, 6, 1896.)
- C h a l o n , J., Liste des Algues marines. (Anvers 1905.)
- C o t t o n , A. D., Marine Algae. (Clare Island Survey 15, Proc. R. Irish Acad. 31, 1912.)
- C o l m e i r o , M., Enumeration y Revision de las Plantas de la Peninsula Hispano-Lusitana. (Madrid 1889.)

- Crouan**, P. L. et H. M., Algues marines du Finistère, Part. 2, Nr. 189. (Brest 1852.)
 — Florule du Finistère. (Paris 1867.)
- Darbishire**, O. V., *Chondrus*. (Liverpool Marine Biology Committee, Memoirs IX, London 1902.)
- Defant**, A. und **Schubert**, O., Strommessungen und ozeanographische Serienbeobachtungen der 4-Länderunternehmungen im Kattegatt, 10. bis 17. August 1931. (Veröff. Inst. f. Meereskunde Berlin, Heft 25, 1934.)
- Debray**, F., Florule des Algues marines du nord de la France. (Bull. Soc. Sc. France et Belgique 32, 1899.)
- De-Toni**, J. B., Sylloge Algarum. (Florideae Vol. IV, Padova 1924.)
- Deutsche Seewarte**, Atlas für Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nordsee und Ostsee. (Hamburg 1927.)
- Elsner**, H., **Broser** W., und **Bürgel**, R., Über das Vorkommen von hochwirksamen, die Blutgerinnung hemmenden Stoffen in Rotalgen. (Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiolog. Chemie 246, 1937.)
- Esper**, E. J., Icones Fucorum I (Nürnberg 1800); II (Nürnberg 1802).
- Farlow**, W. J., Marine Algae of New-England and adjacent coast. (Washington 1881.)
- Gilg**, E., **Brandt**, W., und **Schürhoff**, P. N., Lehrbuch der Pharamakognosie. (4. Aufl., Berlin 1927.)
- Gmelin**, S. G., Historia Fucorum. (Petersburg 1768.)
- Gomont**, M., Sur la vegetation de quelques sources d'eau sousmarines de la Seine inférieure. (Bull. Soc. Bot. France 51, 1904.)
- Goor**, A. C. J. van, Die holländischen Meeresalgen. (Amsterdam 1923.)
- Goodenough** and **Woodward**, Observations on the British Fuci with particular descriptions of each species. (Trans. Linn. Soc. London 3, 1797.)
- Gran**, H. H., Kristianiasfjordens Algeflosa I. (Kristiania 1895.)
- Greville**, R. K., Algae Britannicae. (Edinburgh 1830.)
- Grubb**, V., The male organs of the Florideae. (Journ. Linn. Soc. London 47, 1925.)
- Hagmeier**, A., Die Besiedlung des Felsstrandes und der Klippen von Helgoland. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland 15, Nr. 4, 1926.)
- Hamel**, G., Les Algues de Vigo. (Rev. algolog. 4, 1929.)
- Harvey**, W. H., Phycologia Britannica, 1846—1851. (Synopsis p. 197, plate 63.)
 — British Marine Algae. (London 1849.)
- Harriot**, P., Algues de Mauritanie recueillies par M. Chudeau. (Bull. Bot. France 58, 1911.)
- Hauck**, F., Die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs. (Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, 2. Aufl., Leipzig 1885.)
- Helland-Hansen** and **Nansen**, The Eastern North Atlantik. (Geofysiske Publikasjoner 4, nr. 2, Oslo 1926.)
- Heurck**, H. van, Prodrome de la Flore des Algues marines des îles anglonormandes. (Soc. Gersiaise, Jersey 1908.)

Der Formenkreis von *Chondrus crispus* und seine ökologische Bedingtheit. 207

- H u d s o n , Flora anglica. (London 1778.)
- H y l m ö , E. D., Algenimmigration nach der schwedischen Westküste. (Botan. Notiser 1933.)
- J a k o b s e n , J. P., Mittelwerte von Temperatur und Salzgehalt, bearbeitet nach hydrographischen Beobachtungen in den dänischen Gewässern (1880—1907). (Meddel. fra Komm. for Havundsøgeler Ser. Hydrografi 1, nr. 10, 1908.)
- J o h n s o n , D. S., and Skutch, A. F., Littoral vegetation on a Headland of Mt. Desert Island, Maine. (Ecology 9, 1928.)
- — The littoral vegetation on a Headland of Mt. Desert Island, Maine. I. Submersible or strictly littoral vegetation. (Ecology 9, 1928.)
- J ó n s s o n , H., Om Algevegetation ved Islands Kyster. (Diss. Upsala 1910.)
- The marine Algae of Iceland. 1. Rhodophyceae. (Bot. Tidskrift 24—25, 1902/03.)
- K e m p , A. F., On the shores zones and limits of marine plants on the New-England coast, of the United States. (Canadian Naturalist 7, 1862.)
- K i c k x , I., Flore cryptogamique des Flandre. (2. Vol., Paris 1867.)
- K j e l l m a n , F. R., Über Algenregionen und Algenformationen im östlichen Skager-Rak. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 5, nr. 6, 1878.)
- The Algae of the Arctic Sea. (K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 20, Nr. 5, 1883.)
- K n i g h t , M., Manx Algae. An Algae Survey of the south end of the Isle of Man. (Liverpool Marine Biology Committee, Memoirs 30, 1931.)
- K o l k w i z t , R., Beiträge zur Biologie der Florideen. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland 4, 1900.)
- K u n z e , G., Helgoländer Meeresalgen und die Assel Idothea. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland 14, 1923.)
- K ü t z i n g , F. T., Species Algarum. (Leipzig 1849.)
- Phycologia germanica. (Nordhausen 1845.)
- Tabulae phycologicae. (17, 1867.)
- Phycologia generalis. (Leipzig 1843.)
- K y l i n , H., Über die Kälteresistenz der Meeresalgen. (Ber. d. deutschen Bot. Gesellsch. 35, 1917.)
- Studien über die Algenflora der schwedischen Westküste. (Dissertation, Upsala 1907.)
- Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. (K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 63, nr. 11, 1923.)
- L a m o u r o u x , G. V., Dissertation sur plusieurs espèces de *Fucus* peu connues ou nouvelles. (Paris 1805.)
- L e J o l i s , A., Liste des Algues marines de Cherbourg. (Paris 1863.)
- Liste des Algues marines de Cherbourg. (Paris et Cherbourg 1880.)
- L i n n é e , C., Mantissa Plantarum. (1767.)
- L y l e , L., Distribution of the marine Flora of the Channel Islands compared with that of the coasts of western Europe. (Journ. of Bot. 61, 1923.)
- Distribution of marine Flora of Channel Islands. (Journ. of Bot. 58., Suppl., 1920.)

- L y n g b y e , H. C., *Tentamen Hydrophytologiae Danicae*. (Kopenhagen 1819.)
- M a g n u s , P., *Botanische Untersuchungen der Pommerania-Expedition vom 3.—24. August. (Aus dem Bericht über die Expedition „Pommerania“, Kiel 1873.)*
- M a z z a , A., *Saggio di algologia oceana*. (Nuova Notarisia, 1906.)
- M o n t a g n e , C., *Florula Gorgonea*. (Ann. Sc. Nat. Bot., 4. ser., 14, 1860.)
- M e y e r , H. A., *Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Teiles der Ostsee*. (Kiel 1871.)
- M o n t f o r t , C., *Die funktionelle Einstellung verschieden gefärbter Meeresalgen auf die Lichtintensität. (Studien zur vergl. Ökologie der Assimilation II, Jahrb. f. wiss. Botanik 71, 1929.)*
- *Fucus und die physiologische Lichteinstellung der Wasserpflanzen. (Jahrb. f. wiss. Botanik 71, 1929.)*
- N i e n b u r g , W., *Die Besiedelung des Felsstrandes und der Klippen von Helgoland. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland 15, nr. 4, 1926.)*
- *Die festsitzenden Pflanzen der nordeuropäischen Meere. (Handb. der Seefischerei Nordeuropas, Bd. 1, Stuttgart 1930.)*
- O l t m a n n s , F., *Morphologie und Biologie der Algen. (1—3, Jena 1922—1923.)*
- P e r r o t et G a t i n , C. L., *Les Algues marines utiles et en particulier les Algues alimentaires d'Extrême-Orient. (Ann. Inst. Océanogr. 3, Paris 1911.)*
- P e t t e r s o n , O., och E k m a n , G., *Grunddragen af Skagerraks och Kattegats hydrografi. (K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 24, nr. 11, 1891.)*
- P i c c o n e , A., *Algue del Viaggio di circumnavigazione della Vettore Pisani. (Genova 1886.)*
- *Nuove Algue del viaggio di circumnavigazione della Vettore Pisani. (Roma 1889.)*
- P o o l e , H. H., and A t k i n s , W. R. G., *On the penetration of light into sea water. (Journ. Marine Biol. Assoc. Plymouth 14, 1926.)*
- P r i n t z , H., *Die Algenvegetation des Trondhjemfjordes. (Oslo 1926.)*
- R a p h é l i s , A., *Algues du Maroc recoltées par N. J. Gattefossé. (Bull. Soc. Bot. France 76, 1929.)*
- R e i c h a r d , A., *Hydrographische Beobachtungen in den Jahren 1893—1908 bei Helgoland. (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, N. F., Abt. Helgoland 10, Nr. 1, 1910.)*
- R e i n b o l d , Th., *Berichte über die im Juni 1892 ausgeführte botanische Untersuchung einiger Distrikte der schleswig-holsteinschen Nordseeküste. C. (6. Bericht d. Komm. wiss. Unters. d. deutschen Meere III, 1893.)*
- R e i n k e , J., *Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Anteils. (Kiel 1889.)*
- R o s e n v i n g e , L. K., *The marine Algae of Denmark. (Mem. Acad. royale sciences et lettres Denmark, 7. sér., sect. des sc. 7, 1909.)*
- *Remarks on the hyaline unicellular hairs of the Florideae. (Biol. Arbej. tillegnede Eug. Warming, 1911.)*

Der Formenkreis von *Chondrus crispus* und seine ökologische Bedingtheit. 209

- R o t h , A. W., Tentamen Flora Germanicae. (Tom. III, Lipsiae 1800.)
- S a u v a g e a u , C. A., Utilisation des Algues marines. (Encyclopédie Scientifique 8, Paris 1920.)
- S c h i l l e r , J., Über Algentransport und Migrationsformationen im Meere. (Rev. ges. Hydrobiologie und Hydrographie 2, 1909.)
- S c h o t t , G., Die Verteilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser der Ozeane. (Petermanns Mitt. 48, 1902.)
- S i m m o n s , H. G., Zur Kenntnis der Meerestalgflora der Faeröer. (Hedwigia 36, 1897.)
- S m i t h , M. H., The utilization of Seaweeds in the United States. (Bull. Bureau of Fisheries 24, 1904.)
- S o w e r b y , I., and S m i t h , I. E., English Botany (London 1802, tab. 2285.)
- S t a c k h o u s e , J. Nereis Britannica. (Bath 1795.)
- S t a h l , E., Zur Biologie des Chlorophylls, Laubfarbe und Himmelslicht, Vergilbung und Etiolement. (Jena 1909.)
- T i l d e n , E. J., The Algae and their Life Relations Fundamentals of Phycology. (University of Minnesota Press, 1935.)
- T s c h i r c h , A., Handbuch der Pharmakognosie.. 2. (I. Abt., Leipzig 1912.)
- T u r n e r , D., Synopsis of the British Fuci. (Yarmouth 1802.)
- Fuci, sive plantarum Fucorum generis a botanicis ascriptarum icones, descriptions et historia. (4 Vol., Londini 1808—1819.)
- W a h l e n b e r g , G., Flora Lapponica. (Berolinae 1812).
- W i t h e r i n g , W., Vegetables of Great Britany. (Birmingham 1776).
- Botanical Arrangement 4. (London 1801.)
-

Erklärung der Tafeln IV—VII.

T a f e l IV.

Abb. 1: *Chondrus crispus*-Klippe an der Westküste Helgolands.

Abb. 2: *Chondrus crispus* f. *stellata* vom Standort Helgoland Nr. 8, nat. Größe.

Abb. 3: Desgl. vom Standort Helgoland Nr. 9, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

T a f e l V.

Abb. 1: *Chondrus crispus* f. *typica* vom Standort Helgoland Nr. 12, nat. Größe.

Abb. 2: — f. *nana* vom Standort Varberg Nr. 3, nat. Größe.

Abb. 3: — f. *abbreviata* vom Standort Varberg Nr. 5, nat. Größe.

Abb. 4: — f. *genuina* vom Standort Plymouth Nr. 3, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

Abb. 5: — f. *densa* vom Standort Helgoland Nr. 56, nat. Größe.

T a f e l VI.

Abb. 1: Übergangsform *Chondrus crispus* f. *stellata* zur f. *densa* vom Standort Helgoland Nr. 1, nat. Größe.

Abb. 2: *Chondrus crispus* f. *prolifera* vom Standort Varberg Nr. 2, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

Abb. 3: — f. *corymbosa* vom Standort Isle of Man Nr. 1, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.
(Herbarmaterial.)

Abb. 4: — f. *prolifera* vom Standort Helgoland Nr. 44, nat. Größe. (Herbarmaterial.)

Abb. 5: — f. *dilatata* vom Standort Helgoland Nr. 48, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

Abb. 6: — f. *dilatata* vom Standort Helgoland Nr. 49, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

T a f e l VII.

Abb. 1: Durch Tierfraß beschädigter *Chondrus crispus* vom Standort Helgoland Nr. 56, nat. Größe.

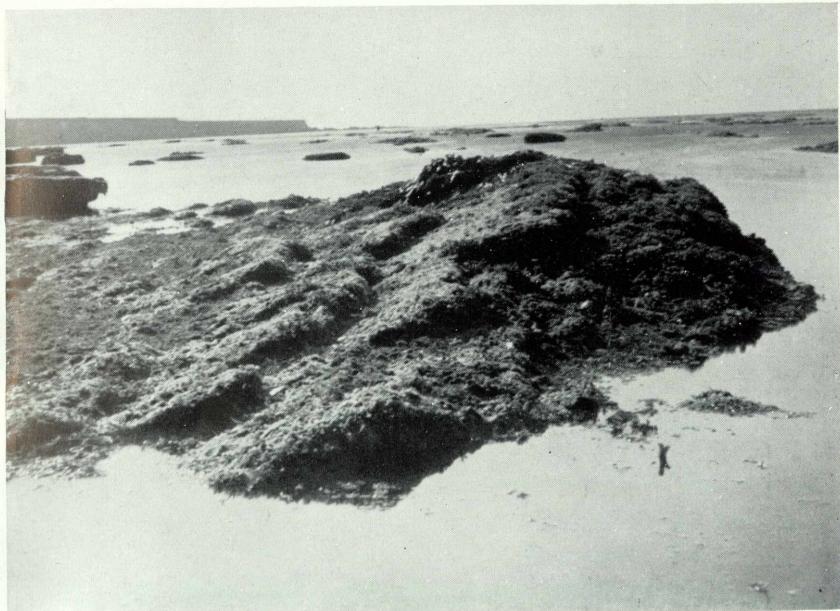
Abb. 2: *Chondrus crispus* f. *ciliata* vom Firth of Forth, Greville Coll., in Herb. Edinburgh, $\frac{1}{2}$ nat. Größe.

Abb. 3: — f. *palmata* vom Standort Trondheim Nr. 2, nat. Größe.

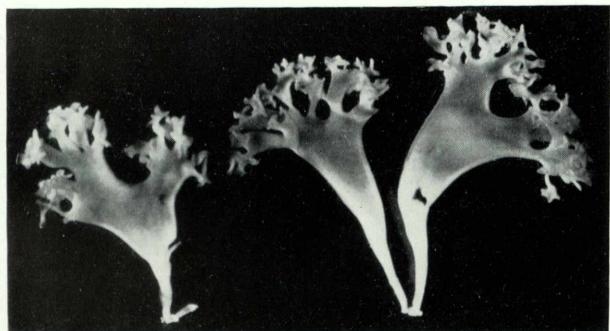
Abb. 4: — f. *undulata* von Cornwall, leg. Mrs. Griffiths, Greville Coll., in Herb. Edinburgh, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.

Abb. 5: — f. *genuina* von Helgoland, leg. ? September 1878, in Herb. Kiel, ca. $\frac{3}{4}$ nat. Größe.





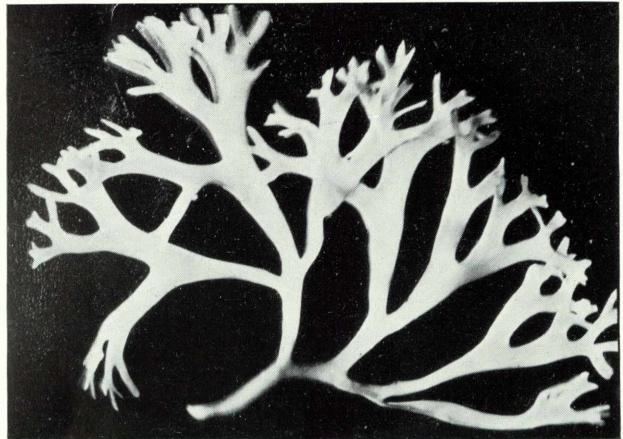
1



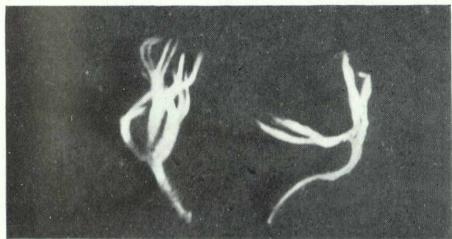
2



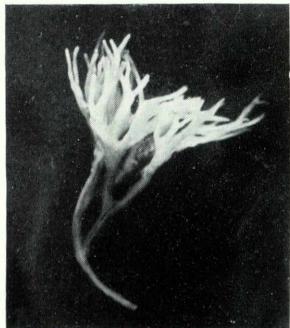
3



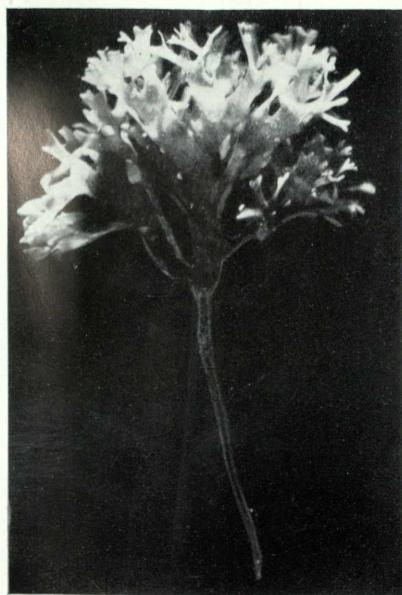
1



2



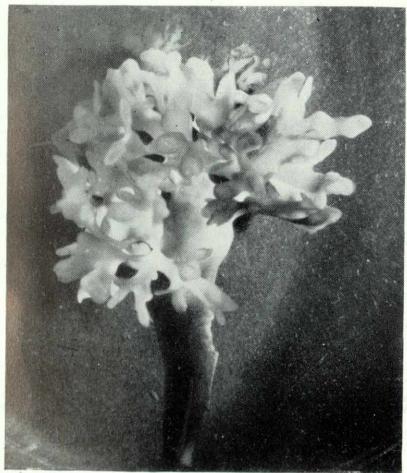
3



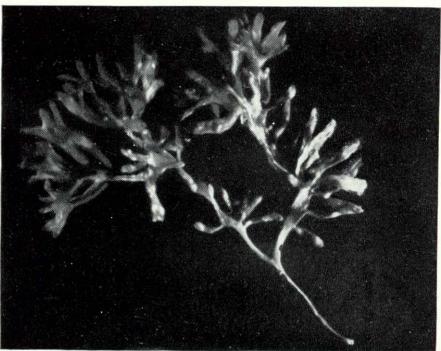
4



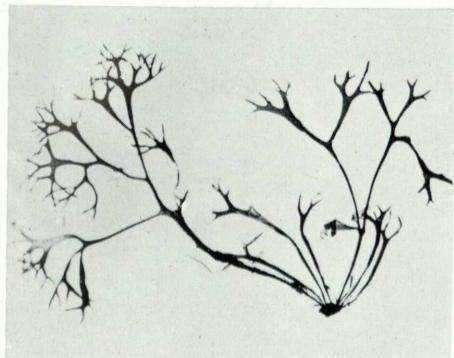
5



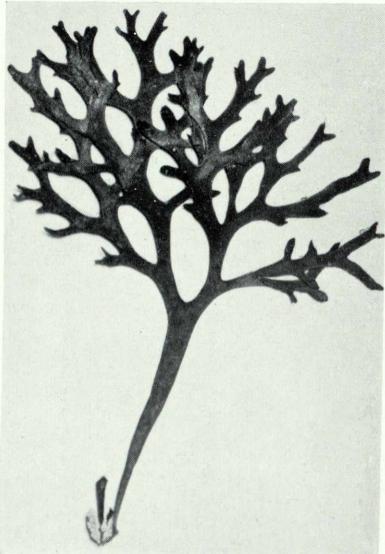
1



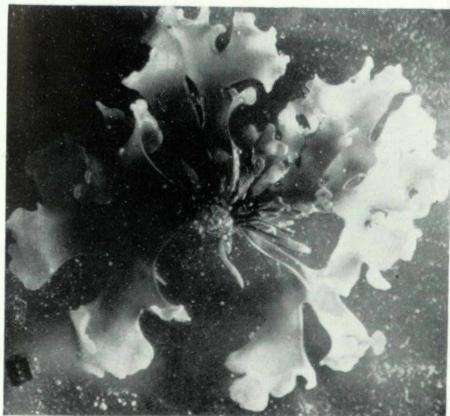
2



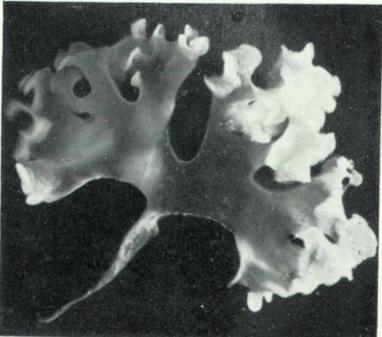
3



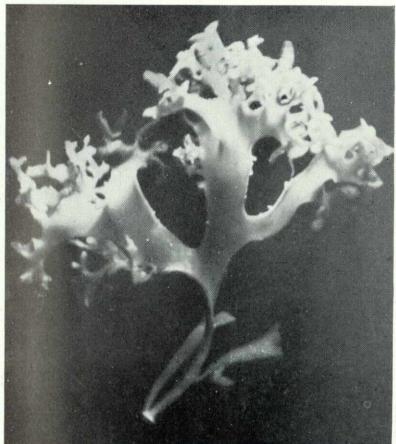
4



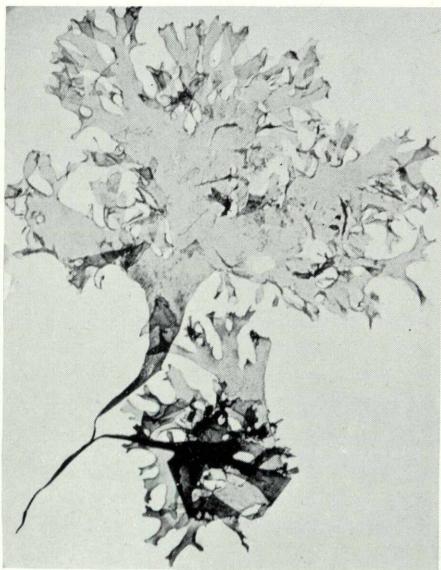
5



6



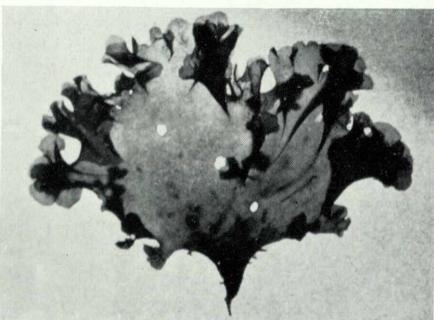
1



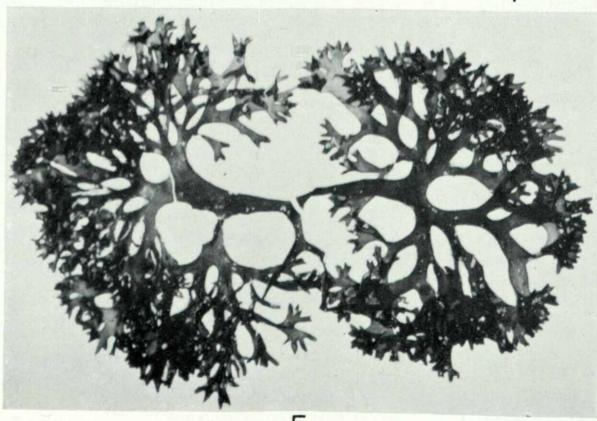
2



3



4



5

Die Dänischen Gewässer.

Nach einer Karte von
L. K. ROSENVINGE.

Seetiefen:

— 0-10m, — 20-40m,
— 10-20m, — über 40m.

Ungefährer Maßstab 1:1350000

