Über polnische Chamaesiphon-Arten.

Von

KAROL STARMACH.

(Tafel I).

Einleitung.

Die Gattung *Chamaesiphon* wurde zum ersten Mal von A. Braun und Grunow im Jahre 1864 beschrieben. Es wurde von ihnen nur eine Art, und zwar *Chamaesiphon confervicola* angegeben ¹⁾. Ein Jahr später finden wir in Rabenhorst's „Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae“ (1865, II, S. 149) drei neue Arten angegeben, nämlich: *Ch. Schiedermayeri*, *Ch. incrustans*, und *Ch. gracilis*. Im Jahre 1883 beschrieb Rostafiński (1883, S. 280) unter dem Gattungsnamen *Sphaerogonium* 8 neue Arten aus dem Tatra-Gebirge. Hansgirg (1892, S. 101) hat diese neue Gattung *Sphaerogonium* als eine Sektion der Gattung *Chamaesiphon* einverbleibt. Dasselbe Schicksal erfuhr auch die von Janczewski (1884, S. 142) gebildete neue Gattung *Godlewskia*, welche ebenfalls als eine Sektion der Gattung *Chamaesiphon* eingereiht wurde. Es ist dies seitens Geitler (1925, S. 321) geschehen. Nach der letzten Bearbeitung Geitlers (l. c.) zählt heute die Gattung *Chamaesiphon* 24 Arten, die auf drei Sektionen verteilt werden. Diese Sektionen sind nach Geitler folgende:

I. *Brachythrix* A. Br., zu welcher diejenigen Arten gehören, die im Reifestadium mehrzellig sind und bei denen die Sporenbildung durch die Teilung des ganzen Individuums in zwei oder drei Teilungsf lächen erfolgt.

II. *Euchamaesiphon* Geitler [*Sphaerogonium* (Rost.) Hansg.], zu welcher einzellige Arten gehören. Die Zellen bilden an ihrem apikalen Ende durch die Querteilung einzellige Sporen, die man höchstens in der Anzahl von vier auf der Spitze der Zelle findet.

¹⁾ Rabenhorst. Die Algen Europas. Nr. 1726. Exsic. 1864.

III. *Godlewskia* Geitler. Zu dieser Sektion gehören alle koloniebildenden Arten der Gattung.

In den letzten Jahren fand ich fast alle Süßwasserarten der Gattung *Chamaesiphon* in Polen. Die meisten habe ich schon in der Bearbeitung der von Prof. I. Król im Tatra-Gebirge gesammelten Blaualgen angegeben (Starmach 1927, S. 107). Außerdem fand ich mehrere von diesen Algen auch in den West-Beskiden in der Umgebung von Myślenice und an mehreren anderen Standorten, welche ich bei der Besprechung der einzelnen Arten angebe. Unter diesen von mir gesammelten *Chamaesiphonen* fand ich einige, die ich als neue Arten bzw. Varietäten unten angebe.

Neue Arten und Varietäten.

1. *Chamaesiphon incrustans* Grün. var. *elongatus* n. var. (Taf. I, Abbild. 1—3).

In den kleinen Wildbächen in der Umgebung von Myślenice fand ich an mehreren Stellen einen *Chamaesiphon* von violettroter Farbe, welcher massenhaft auf *Chantransia pygmaea* wuchs. Nach den Artmerkmalen habe ich ihn als *Chamaesiphon incrustans* bestimmt, von dem er sich aber stark durch die Farbe, Größe und auch die Gestalt unterscheidet. Die Zellen sind nämlich zylindrisch oder keulenförmig, an der Basis verengt und bogenförmig stark gekrümmt. Sie bilden an *Chantransia pygmaea* so stark entwickelte Kolonien, daß diese stahlgrünliche Floridee außen violettrot erscheint. Man trifft diese Varietät stets nur in den stark beschatteten Teilen der Wildbäche an, meistens dort, wo *Hildenbrandia rivularis* auftritt. Die violettrote Farbe dieser Blaualge, welche diese Varietät so scharf von den anderen *Chamaesiphon*-Arten unterscheidet, hängt höchstwahrscheinlich mit den Beleuchtungsverhältnissen der Standorte zusammen.

Die komplementäre chromatische Adaptation wurde mehrmals untersucht. Was die Art *Chamaesiphon incrustans* betrifft, so findet man bei Geitler (1925, S. 154) die Angabe, daß in dem Lunzer Untersee (Nieder-Österreich) diese Art in der Tiefe von 8—12 m rote bzw. violette Farbe annimmt. Dasselbe berichtet auch Zimmermann (1927, S. 8) über *Chamaesiphon incrustans* von dem Bodensee. Die Farben seiner Zeichnungen sind mit den Farben meiner Exemplare vollkommen identisch, die Gestalt der Zellen aber und ihre Größe ist ganz verschieden.

Außer in den West-Beskiden fand ich dieselbe Varietät in dem Cedronka-Bach in der Umgebung von Weiherowo im polnischen Teil Pommerns (Starmach 1926, S. 107). Sie tritt hier ebenfalls mit

Hildenbrandia rivularis zusammen auf, wobei sie aber die Zweige von *Chantransia chalybea* bedeckt. Dort, wo man *Chamaesiphon incrustans* var. *elongatus* trifft, findet man niemals die typische Form von *Chamaesiphon incrustans*. Die typische Form dieser Art tritt nur in größeren Bächen, in Wassertümpeln und Teichen auf. Seine charakteristische Gestalt ist in der Abbildung 4 (Taf. I) angegeben.

Die Diagnose der von mir beschriebenen Varietät *Chamaesiphon incrustans* var. *elongatus* lautet:

Sporangiis cylindricis vel claviformibus e basi angustatis et saepissime incurvatis, 22—54 μ vel rare 61 μ longis, 5—8 μ latis, contentu violaceo-rubro. Pseudovaginis tenuibus, discoloribus, gonidiis numero 1—4 rotundatis, circ. 3—5, 2 μ latis.

Forma nostra a specie longitudine cellularum (*Ch. incrustans* f. typica 7—30 μ longus et 5—8 μ latus) colore et curvatura gonidiorum maxime differt.

Vorkommen: Auf *Chantransia pygmaea* Kütz. in Pcim (Bezirk Mýslenice) in den West-Beskiden und auf *Chantransia chalybea* (Lyngb.) Friess. im Cedronka-Bach bei Weiherowo im Polnischen Pommern.

2. *Chamaesiphon siderophilus* n. sp. (Taf. I, Abbild. 15—28).

In den Altwasserteichen im Rabaflußtale in der Umgegend von Mýslenice in den West-Beskiden fand ich im Herbst 1925 einen *Chamaesiphon*, der in den Wänden seiner Scheiden und auf der Oberfläche der Zellen sehr viel Eisenhydroxyd abgelagert hat. In folgendem Jahre fand ich dieselbe Art auf demselben Standort auch im Frühjahr, ausserdem fand ich ihn auch in Tyniec bei Krakau. Epiphytisch wächst er, einen lockeren Rasen bildend, auf den *Vaucheria*-, *Oedogonium*- oder *Cladophora*-Fäden. Massenhaft tritt er erst Anfang Herbst auf.

Die Eisenablagerung ist bisher nur bei einigen Blaualgen bekannt. Naumann (1921, 1924) gibt dies für die Blaualge *Paracapsa siderophila* Naum. (*Pseudooncobyrssa siderophila* [Naum.] Geit.) und für eine Art der Gattung *Lyngbya* an. Außerdem ist diese Eigenschaft auch bei einigen anderen Blaualgen bekannt (Vergl. Geitler 1925). Der Verlauf der Eisenablagerung bei *Chamaesiphon siderophilus* ist demjenigen bei *Lyngbya martensiana* (Naumann l. c.) ähnlich. Die Eiseninkrustation verläuft nämlich ganz allmählich und langsam. Anfangs werden ganz kleine Mengen von Eisenhydroxyd in der Scheide und auf der Oberfläche der Zellen abgelagert, ohne aber auch bei stärkster Vergrößerung sichtbar zu werden. Über seine Anwesenheit kann man sich nur mittels der bekannten Reaktion mit Blutlaugensalz

und HCl überzeugen. Später werden so große Massen von Eisenhydroxyd abgelegt, daß sie sogar die Scheiden von außen bedecken. Die Abbildungen 18, 20, 25, 28 (Taf. I) stellen junge Exemplare vor, welche farblose Scheiden besitzen. Die Anwesenheit von Eisenhydroxyd kann in diesem Stadium nur bei Anwendung der obengenannten Reaktion veranschaulicht werden. Die Abbildungen 26—27 zeigen ein weiteres Stadium, kleine gelbliche Granulationen auf der Oberfläche der Scheiden. Die Abbildungen 15—17, 19, 21—24 stellen ein weit fortgeschrittenes Stadium der Inkrustation vor, in dem das Eisenhydroxyd die Scheiden der einzelnen Individuen vollständig inkrustiert und bedeckt. Die Fähigkeit einer solchen Eisenablagerung ist nach meinen bisherigen Untersuchungen nur dieser einzigen Art der Gattung *Chamaesiphon* eigen. Es ist charakteristisch, daß eine andere Art, und zwar *Chamaesiphon curvatus* und andere epiphytische Blaualgen, welche mehrmals auf denselben Chlorophyceen-Fäden vorkommen, auf denen *Ch. siderophilus* wächst, keine Eisenablagerung zeigen.

Beschreibung der Art: Die Sporangien sind zylindrisch oder keulenförmig, manchmal in der Mitte verengt (Taf. I, Abbild. 25), meistens in verschiedenen Richtungen gekrümmt und nur in vereinzelt Fällen gerade. An der Basis sind die Sporangien ziemlich stark verjüngt. Die Scheiden sind in ihrer Gestalt und Farbe von dem Grad der Eisenablagerung abhängig. Sie sind bei jungen Exemplaren und auch bei älteren schwach inkrustierten farblos, und werden bei stärker inkrustierten gelblich oder sogar dunkelbraun, manchmal ein wenig aufgeblasen und runzelig. Bei stark fortgeschrittener Eiseninkrustation erscheinen die Scheiden auf ihrer Außenseite wie holperig. In einer solchen Röhre sitzt mit ihrem unterem Ende die Zelle, welche auf ihrem apikalen Ende die Sporen abschneidet. Die so aufsitzenden Zellen (Taf. I, Abb. 24) bilden allmählich eine neue zarte farblose Scheide, die ohne stark zu wachsen sofort mit Eisenhydroxyd inkrustiert wird. Die Zellen besitzen eine grünlich-gelbliche Farbe. Auf ihrem apikalen Ende werden einzellige Sporen gebildet. Man findet auf einmal höchstens nur zwei Sporen übereinander in der Scheide. Die Länge der Individuen beträgt 12·5—61 μ , die Breite 3—5·8 μ , bei vereinzelt Individuen manchmal bis 7·5 μ , was mit der Aufblähung durch die Eisenablagerung zusammenhängt.

Diese Art ist ihrer Gestalt nach dem *Chamaesiphon Rostafinskii* und *Ch. curvatus* ähnlich. Sie unterscheidet sich von ihnen durch ihre Farbe und ihre Ausmaße, und von *Ch. curvatus* noch durch

eine kleinere Anzahl von Sporen. Zum Vergleich gebe ich die betreffenden Zahlen für *Ch. Rostafinskii* an: Breite 1—2.5 μ , Länge bis 45 μ , Farbe: blaßrosa, Sporen 1—2, die Scheiden farblos und *Ch. curvatus*, Breite 3—10 μ , Länge 20—150 μ oder sogar bis 200 μ , wie ich dies bei meinen Exemplaren bemerkt habe, Farbe blaß-blau-grün, Sporen mehrere, Scheiden farblos. Zu diesen Unterschieden kommt noch das so stark charakteristische Merkmal der Eiseninkrustierungsfähigkeit hinzu, welche allen anderen *Chamaesiphon*-Arten fehlt. Dies alles gibt mir das Recht, diese Spezies als eine neue *Chamaesiphon*-Art zu beschreiben.

Diagnosis: Gonidangiis filiformibus, cylindricis, rectis vel incurvatis, e basi laeviter angustatis. Pseudovaginis immaturis discoloribus, maturis flavis vel fusco-bruneis ferrugineis, interdum erosis vel rugosis. Cellulis pallide viridiflavis vel ferrugineo-flavis. Gonidia in hac specie singula et globosa in gonidangiis divisione transversa oriuntur. Gonidiangia matura 12.5—61 μ longa, 3—5.8 μ interdum 7.5 μ lata. In vaginis et exteriore parte cellularum ferrum hydroxydatum cumulat, qua ex causa vaginae et superficies cellularum fusco-brunee (ferrugineae) apparent.

Vorkommen: Altwassertümpel und Wassergräben im Rabaflußtale bei Myślenice in den West-Beskiden und in Tynieć bei Krakau. Überall epiphytisch auf Fäden von *Vaucheria*-, *Cladophora*-, *Oedogonium* und anderen *Chlorophyceen*.

3. *Chamaesiphon carpaticus* n. sp. (Taf. I, Abb. 5—9).

Diese Art gehört zu der dritten Sektion der Gattung *Chamaesiphon*: „*Godlewskia*“. Die Koloniebildung bei *Chamaesiphon carpaticus* ist derjenigen der Gattung *Dinobryon* (*Flagellatae*) sehr ähnlich. Die ganze Kolonie wird auf solche Weise gebildet, daß auf einem unten liegenden Individuum sich aus seinen Sporen weitere Individuen entwickeln, die fächerförmig auf dem unten liegenden, basalen Individuum gestellt werden. Auf diesem ersten Stock der ganzen Kolonie entwickelt sich in derselben Weise eine neue Lage jüngerer Individuen, auf denen wieder der dritte Stock entwickelt wird u. s. w. Solche Kolonien bildet auch, wie bekannt, *Chamaesiphon* (*Godlewskia*) *aggregatus* (Jancz.) Geitler, was ich am Originalmaterial des verst. Prof. E. Janczewski konstatiert habe. Sowohl bei *Ch. aggregatus* als auch bei *Ch. carpaticus* basiert die ganze Kolonie stets nur auf einem Individuum. Obwohl die ganze Kolonie mehrere Stockwerke bildet, ist das zu unterst liegende Individuum oft lebendig und schneidet gleich den anderen Individuen ganze Reihen von Sporen ab, seltener sieht man nur seine Scheide überbleiben, welche in diesem

Falle stark angeschwollen und verdickt ist und das Stützgerüst für die ganze Kolonie bildet.

Chamaesiphon carpaticus fand ich zum ersten Mal in den Altwasserteichen an dem Rabaflußtale bei Pcim (Bez. Mysłenice). Die einzelnen Kolonien dieser Blaualge waren auf den *Cladophora*-Fäden und auf anderen Chlorophyceen nicht selten. Dieselbe Art fand ich ebenfalls auf den *Cladophora*-Fäden im Prądnikbach bei Ojców (nördlich von Krakau). Die einzelnen Individuen der Kolonie von *Ch. carpaticus* sind ihrer Gestalt und ihrer Größe nach denjenigen von *Ch. incrustans* am meisten ähnlich. *Ch. incrustans* bildet aber keine Kolonien, auch wenn er die Fäden der Algen oder anderer Wasserpflanzen ganz dicht bedeckt. Ich habe in dieser Hinsicht die Ansammlungen von *Ch. incrustans* genau studiert und gefunden, daß die Sporen auf der Mutterpflanze niemals keimen. Geitler hält die Fähigkeit der Kolonienbildung (1925, S. 321) für ein Merkmal, das einen großen systematischen Wert besitzt.

Beschreibung der Art. Die Zellen sind zylindrisch oder ein wenig keulenförmig, gegen dem Grunde verjüngt, meist gerade, seltener schwach gekrümmt, grüspanfärbig. Das Protoplasma ist feinkörnig. Die kugelförmigen Sporen treten meistens in der Anzahl von 2—6 auf. Sie fallen nicht aus der Scheide heraus, sondern bleiben an ihrem Rand haften, um sofort zu keimen. Die Scheiden sind farblos, oben aufgeblasen und gefranst und in den älteren sieht man eine Schichtung. Da die keimenden Sporen an dem oberen Rand der Scheide der Mutterzelle haften bleiben, so entstehen auf diese Weise Kolonien von zwei oder sogar drei Stockwerken. Die Länge der koloniebildenden Individuen beträgt 14—35 μ , die Breite 3—4 μ . Manchmal werden die Basalzellen stark verdickt, da die Zellen, die auf ihrem apikalen Ende wachsen, auf ihr Wachstum hemmend wirken. Die Breite einer solchen basalen Zelle beträgt 10 μ und mehr. Die totale Höhe der ganzen Kolonie beträgt je nach der Anzahl der Stockwerke 40—80 μ .

Diagnosis: Gonidangiis cylindricis, laeviter clavaeformibus, e basi angustatis, rectis vel laeviter incurvatis, contentu granuloso. Apice gonidangiorum gonidia numero 2—6 nascuntur. Pseudovaginis discoloribus, hyalinis, cylindricis, apice plerumque ampliatis. Cellulis 14—35 μ longis, 3—4 μ latis. Cellulae colore aerugineo-viridi vel prope coerulesco-viridi. Gonidia in parte apicali gonidangiorum vaginae novos gonidangios germinando formant. Hunc in modum familiae irregulares altitudine ad 80 μ exoriuntur.

Vorkommen: Auf Chlorophyceen (meistens *Cladophora*)-Fäden

in den Altwässern im Rabaflußtale bei Pcim (Bez. Myślenice) und im Prądnik-Bach bei Ojców (nördlich von Krakau).

Neue Standorte einiger anderen Chamaesiphonarten in Polen.

1. *Chamaesiphon confervicola* A. Br. tritt ziemlich selten in Altwässern und in den Gräben im Rabaflußtale bei Pcim und Stróża (Bez. Myślenice) auf. Er wächst epiphytisch auf Algenfäden und auf Wassermoosen im Suszanka-Bach bei Pcim.

2. *Chamaesiphon curvatus* Nordst. Eine gemeine Art, überall im Rabaflußtale bei Myślenice verbreitet. Er wächst sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern epiphytisch auf Algenfäden, auf untergetauchten Moosen, auf Wasserpflanzen und auf anderem Substrat. Ich fand diese Art in der Umgebung von Krakau in Teichen bei Tyniec, im Prądnik-Bach bei Witkowice und Ojców. Diese Art ist sehr variabel. Die Breite der einzelnen Individuen schwankt in den Grenzen von 4—13 μ (zusammen mit der Scheide gemessen) und die Länge von 20—150 μ . In einigen Fällen fand ich sogar Exemplare von sogar 200 μ Länge. Die einzelnen Individuen sind ihrer Gestalt nach entweder gerade, insbesondere wenn sie einen dichten Rasen bilden, oder bogenförmig, und manchmal sogar S-förmig gekrümmt. Öfters fand ich auch solche Individuen, in denen die Zellen inmitten der Scheide geteilt waren (Taf. I, Abb. 12, 14), wobei diese einzelnen Teile manchmal ihrerseits Sporen bildeten (Taf. I, Abb. 11, 13, 14). In diesem letzten Fall sieht ein solches Exemplar so aus, als ob es aus zwei Individuen bestände, die übereinander gestellt in gemeinsamer Scheide stecken (Taf. I, Abb. 11). Die Vermutung, daß das obere Individuum vielleicht durch Auskeimung einer durch das untere Individuum gebildeten Spore entstand, wäre falsch. Das obere Individuum besitzt keine abgesonderte Scheide, sondern steckt in der Scheide seiner Mutterzelle. Diese Scheide ist ihrer ganzen Länge nach vollständig homogen. Beim Studium eines größeren Materials begegnet man immer solchen Stadien, die man für Übergangsstadien halten muß und die uns zeigen, daß solche zweizellige Individuen ihre Form der vorherigen Teilung der Mutterzelle verdanken. Diese doppelten Exemplare haben ganz normal aussehende Zellen, ihre Farbe ist unverändert, so daß man sie für pathologisch veränderte Individuen nicht ansehen darf.

3. *Chamaesiphon amethystinus* (Rost.) Lemm. Diese Art fand ich in den Wildbächen auf dem Turbacz-Berg in den West-Beskiden. Sie bedeckt hier sehr dicht die *Chantransia*-Ästchen und ist nur an stark beschatteten Stellen zu finden und ihrer Farbe nach der

Art *Chamaesiphon incrustans* Grun. var. *elongatus* Starm. ganz ähnlich. *Ch. amethystinus* fand ich auch in dem Quellengebiet der Weißen Weichsel auf dem Barania-Berg. Es werden hier die blaugrünlchen Fäden der Blaualge *Tolypothrix* sp. mit dieser violettroten Blaualge so dicht besetzt, daß die *Tolypothrix*-Räschen äußerlich rötlich erscheinen.

4. *Chamaesiphon incrustans* Grun. ist eine gemein vorkommende Art. In den West-Beskidien fand ich ihn im Rabafluß und seinen Nebenflüssen im Bezirk Myślenice. In der Umgegend von Krakau ist er fast überall zu finden. Ich fand ihn in den Gräben bei Grzegórzki, bei Tyniec, in der Weichsel bei Krakau, in dem Prądnik-Bach bei Witkowice und Ojców, in den Teichen bei Mydlniki und Bronowice. Außerdem tritt er regelmäßig an Algen und *Elodea* in dem Wasserbassin im Botanisch-Agronomischen Garten der Jagellonischen Universität.

5. *Chamaesiphon fuscus* (Rost.) Hansg. In allen größeren Bächen des Rabaflußgebietes im Myślenice-Bezirk gemein. Er bedeckt meistens die Felsblöcke und die Bachufer überall an Stellen mit starker Strömung und bildet dünne dunkelbraune bis 2 cm² große Krusten. Auf ähnlichen Standorten und im ähnlicher Ausbildung tritt er auch in den Wildbächen des Gorce-Gebietes der West-Beskidien und im Quellengebiet der Weißen Weichsel auf dem Barania-Berg auf.

6. *Chamaesiphon polonicus* (Rost.) Hansg. In den West-Beskidien tritt er an denselben Stellen, wo *Ch. fuscus* gemein ist, auf. Er ist aber viel seltener zu finden. Ich fand ihn in den Bächen im Bezirk Myślenice und im Gorce-Gebiet, außerdem im Prądnik-Bach, bei Witkowice und im Rudawafluß in der Nähe seiner Mündung in die Weichsel bei Krakau.

Zusammenstellung bisheriger Angaben über das Auftreten der Gattung *Chamaesiphon* in Polen.

Auf Grund bisheriger Untersuchungen sind aus Polen insgesamt 17 Arten dieser Gattung bekannt, aus denen zu der Sektion *Brachythrix* 4 Arten, zu der Sektion *Euchamaesiphon* 6 und zu der Sektion *Godlewskia* 7 gehören. Die meisten *Chamaesiphon*-Arten kennen wir aus den Beskidien und aus dem Tatra-Gebirge. Aus dem letzteren allein sind bisher 12 Arten bekannt, von welchen folgende Arten in Polen nur im Tatra-Gebiet auftreten: *Chamaesiphon africanus* Schmidle var. *minimus* (Schmidle) Lemm., *Ch. minutus* (Rost.) Lemm., *Ch. Rosiafiński* Hansg., *Ch. oncobyrsoides* Geitler, *Ch. subglo-*

bosus (Rost.) Lemm., *Ch. polymorphus* Geitler. Die anderen sechs, die im Tatra-Gebiet und auch in anderen Gegenden von Polen auftreten, sind folgende: *Ch. confervicola* A. Br., *Ch. curvatus* Nordst., *Ch. amethystinus* (Rost.) Lemm., *Ch. incrustans* Grun., *Ch. polonicus* (Rost.) Hansg., und *Ch. fuscus* (Rost.) Hansg.

In den Beskiden wurden bisher folgende Arten gefunden: *Ch. confervicola* A. Br., *Ch. curvatus* Nordst., *Ch. gracilis* Rabh., *Ch. Schiedermayeri* Grun., *Ch. amethystinus* (Rost.) Lemm., *Ch. incrustans* Grun., *Ch. incrustans* Grun. var. *elongatus* Starm., *Ch. sideriphilus* Starm., *Ch. carpaticus* Starm., *Ch. aggregatus* (Jancz.) Geitler., *Ch. fuscus* (Rost.) Hansg. und *Ch. polonicus* (Rost.) Hansg.

Aus anderen Gebieten Polens sind folgende Arten bekannt: *Ch. confervicola* A. Br., *Ch. curvatus* Nordst., *Ch. incrustans* Grun., *Ch. incrustans* Grun. var. *elongatus* Starm., *Ch. sideriphilus* Starm., *Ch. carpaticus* Starm., *Ch. aggregatus* (Jancz.) Geitler und *Ch. polonicus* (Rost.) Hansg.

Hier muß ich bemerken, daß die Gattung *Chamaesiphon* nur im Tatra-Gebiet, in den Beskiden und in der Umgebung von Krakau ziemlich gut untersucht und bekannt worden ist. Aus anderen Gegenden Polens dagegen besitzen wir bisher über sein Vorkommen nur fragmentarische Angaben.

Biologische Bemerkungen.

A) Lebensbedingungen.

Auf Grund meiner Beobachtungen stellte ich fest, daß *Ch. minutus*, *Ch. Rostafinskii*, *Ch. aggregatus* und *Ch. sideriphilus* stets nur in stehenden Gewässern auftreten. *Ch. africanus* var. *minimus*, *Ch. incrustans* var. *elongatus* und *Ch. fuscus* wachsen dagegen nur in starker Strömung der Wildbäche. Die übrigen Arten fand ich sowohl in stehenden Gewässern und Wassertümpeln als auch in Gebirgsbächen. Es gehören hieher: *Ch. confervicola*, *Ch. curvatus*, *Ch. subglobosus*, *Ch. amethystinus*, *Ch. incrustans* und *Ch. carpaticus*. Die gemein vorkommenden Arten, und zwar *Ch. confervicola*, *Ch. curvatus* und *Ch. incrustans* sind, was die Standortsbedingungen betrifft, gar nicht wählerisch. Sie sind auch allgemein bekannte Ubiquisten, die in allen Erdteilen auftreten. *Ch. confervicola* und *Ch. curvatus* sind auch im Plankton zu finden, da sie epiphytisch auf Kolonien kleiner Chlorophyceen leben.

Ch. subglobosus, *Ch. amethystinus* und *Ch. carpaticus* gehören zu denjenigen Arten, die nur in reinen Gewässern auftreten. In verunreinigtem Wasser fand ich sie niemals. *Ch. polonicus*, *Ch. onco-byrsoides* und *Ch. polymorphus* haben die Fähigkeit, auch außerhalb des Wassers zu leben. Sie treten oft an nassen Stellen an Bachufern oder an nassen Felswänden auf. *Ch. polonicus* fand ich auf zeitlich sogar ganz trocken werdenden Stellen.

Die meisten *Chamaesiphon*-Arten sind Epiphyten, die an verschiedenen Wasserpflanzen wachsen. Nur einige Arten der Sektion *Godlewskia* bilden krustenförmige Lager auf Felsblöcken. Im engsten Zusammenhang mit der Lebensweise steht auch die äußere Gestalt jeder einzelnen Art. Alle diejenigen Arten, welche in stehenden Gewässern oder in langsam fließenden Bächen leben, haben meistens lange (*Ch. curvatus* bis 200 μ) Zellen von fadenförmiger Gestalt. Die einzelnen Individuen sind nur schwach an ihrer Anheftungsstelle angewachsen und bilden meistens mehrere Sporen nacheinander (Sektion *Brachythrix*). Die Kolonien von *Ch. carpaticus* und *Ch. aggregatus*, die auf nur einem Individuum basieren, welches mit einem schmalen Fuß an dem Substrat angewachsen ist, können nur in ruhigen Gewässern wachsen, da diese fächerförmige Kolonie bei stärkerer Wasserströmung leicht abgerissen würde.

Die Arten, welche in schnell fließenden Gewässern wachsen, sind anders gebaut. Die epiphytischen Arten (z. B. *Ch. incrustans*) bewachsen die Algenästchen sehr dicht und sind an deren Oberfläche mit einem kurzen und breiten Fuß angewachsen. Die einzelnen Individuen sind kurz, treten immer massenhaft nebeneinander auf und verwachsen manchmal seitwärts miteinander. Auf diese Weise wird ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Abreißung durch die Wasserströmung stark erhöht. Das massenhafte Auftreten der Individuen und ihr Zusammenwachsen bilden ein Übergangsstadium zur Entstehung einer krustenförmigen Kolonie, welche am engsten mit dem flachen Substrat zusammenklebt. Einige von den krustenbildenden Arten, wie z. B. *Ch. fuscus*, *Ch. polonicus* und andere, bilden je nach den Bedingungen alle Übergangsformen von Epiphytismus auf Wasserpflanzen bis zu krustenförmigen Kolonien auf den Felsblöcken. Typisch tritt diese Erscheinung bei *Ch. subglobosus* auf, welcher bisher für eine, keine Kolonien bildende, Art angesehen wurde. Die Individuen dieser Art treten sehr oft auf Moosen und fadenförmigen Algen einzeln oder in ganz kleinen Kolonien auf. Wenn aber *Ch. subglobosus* die basalen Teile der Algen besetzt, so bedeckt er bei weiterem Wachstum bald die Steine, auf denen diese Algen wachsen.

Er bildet dabei Kolonien von mehreren Stockwerken, die alle aus seitwärts verwachsenen Individuen bestehen und krustenförmige Lager vorstellen.

Die krustenförmigen Kolonien, die ganz eng an das Substrat angewachsen sind, stellen den am besten angepaßten Thallus in rasch fließenden Wildbächen vor. Nicht schlechter sind auch solche Kolonien angepaßt, welche von außen mit einer Schleimmasse bedeckt sind. Solche Kolonien trifft man meist auf nassen Felsblöcken an, die oft vom Wasser entblößt werden und dabei auch austrocknen können. Eine solche Gestalt haben die Kolonien von *Ch. polonicus*, *Ch. polymorphus* und *Ch. oncobyrsoides*, welche beim Austrocknen der Oberfläche ihrer Kolonien ihre Sporen auch durch die Luft verbreiten können. Je nachdem diese Arten im Wasser untergetaucht leben, oder auf nassen Felsen auftreten, sieht man auch Unterschiede in der Farbe und in der Ausbildung der Scheiden. Die Kolonien von *Ch. polonicus* sind auf zeitlich austrocknenden Stellen sehr dicht, die Scheiden der einzelnen Individuen sind breit, stark geschichtet und je nach dem Standort mehr oder weniger rotbraun. In vollem Licht sind die Scheiden meistens braunschwarz, was die eigentliche, für die Kolonien *Ch. polonicus* charakteristische, rostrote Farbe vollständig verwischt. Die Schleimausscheidung bei *Ch. polonicus* ist ziemlich schwach, dagegen bei *Ch. polymorphus* und bei anderen *Chamaesiphon*-Arten, die zu der aërophilen Gruppe gehören, sehr stark. Die Wuchsformen der Individuen auf oft austrocknenden Standorten zeigen eine Hemmung in ihrer Entwicklung, die Sporen werden z. B. in verschlossenen Scheiden gebildet und die Gestalt der Zellen zeigt viele teratologische Wucherungen.

B) Über die violettrote Farbe von *Chamaesiphon incrustans* Grun. var. *elogatus* Starm.

Die typische Form von *Chamaesiphon incrustans* besitzt blaugrüne Farbe, die für die Mehrzahl der Blaualgen charakteristisch ist. Diese *Chamaesiphon*-Art hat die Fähigkeit, bei gewissen Standortsbedingungen diese blaugrüne Farbe in eine karminrote oder violette zu verändern. Es wurde zum ersten Mal von Geitler (1922, S. 683) in dem Lunzer Untersee in Niederösterreich bemerkt, daß *Ch. incrustans* in der Tiefe von 8—12 m eine violettrote Farbe annimmt. Zimmermann (1927, S. 4) bemerkte dasselbe in dem Bodensee, wo in der Tiefe von 15 m die dort lebenden Algen eine rote bzw. violettrote Farbe zeigen. Es gehören hieher von den Blaualgen *Oscil-*

latoria Lachneri, *Chroococcus* sp., *Chamaesiphon incrustans* und von den Florideen *Hildenbrandia rivularis*.

Sowohl Geitler als auch Zimmermann nehmen nun an, daß diese Farbenanpassung in dieser Tiefe durch die dort herrschende schwache Beleuchtung bedingt wird. Eine ganz analoge Erscheinung ist schon längst in den Meeren bekannt. Nach Pascher (1923, S. 311) trifft man solche Beleuchtungsverhältnisse auch in tiefen Süßwasserseen.

Ich fand *Chamaesiphon incrustans* var. *elongatus* in einigen tief eingeschnittenen und beschatteten Wildbächen, wo er epiphytisch auf *Chantransia pygmaea*-Ästchen und neben den *Hildenbrandia rivularis*-Krusten wuchs. Morphologisch ist diese Varietät von der typischen Form von *Ch. incrustans* stark verschieden (Vergl. S. 31) und ihre Farbe entspricht solchen Exemplaren dieser Art, welche aus der Tiefe der Seen stammen. Es erübrigt sich hier näher auf die Literatur, die sich mit der s. g. komplementären chromatischen Adaptation bei den Algen beschäftigt, einzugehen, da dies schon mehrmals geschehen ist. Auch die Frage über das Vorhandensein von Phycocyan und Phycoerythrin in den Zellen der Blaualgen werde ich beiseite lassen, da diese Frage ebenfalls mehrmals erörtert wurde (Möbius 1927, S. 14 ff.). Das Vorkommen einer rotfarbigen Varietät von *Ch. incrustans* var. *elongatus* in gleichen Beleuchtungsverhältnissen, in denen die karminrote *Hildenbrandia rivularis* üppig wächst, spricht, meiner Ansicht nach, zugunsten der Theorie, daß an schwach beleuchteten Stellen nur noch rotfärbige Algen üppig wachsen können.

C) Eiseninkrustation.

Es sind mehrere Blaualgen bekannt, welche die Fähigkeit besitzen, die Eisensalze in ihren Scheiden, gallertartigen Membranen und an der Oberfläche der Zellen zu magazinieren. Das Eisen wird hier in Gestalt von Eisenhydroxyd abgelagert und bewirkt eine gelblichrote oder bräunliche Färbung der betreffenden Blaualgen. Bei einigen Blaualgen sind die Scheiden infolge ihrer spezifischen Farbstoffe bräunlich gefärbt und es muß zuerst geprüft werden, ob die bräunliche Färbung nicht etwa durch Eisensalzen bedingt ist. Die bekannte Reaktion mit Blutlaugensalz und HCl gibt darüber sofort Auskunft.

Bei *Chamaesiphon siderophilus* Starm. wandte ich mehrere Methoden an, um festzustellen, ob seine rostgelbe Farbe von den abgelagerten Eisensalzen stammt. Ich folgte in diesen Untersuchungen den Angaben von Molisch (1921). Alle Reaktionen habe ich

meist an lebendem Material durchgeführt. Beim Präparieren benutzte ich stets Glasstäbchen. Die blaue Färbung verriet nach Anwendung der Reagenzien das Vorhandensein der Eisenablagerung sowohl in den Scheiden als auch auf der Oberfläche der in den Scheiden eingeschlossenen Zellen. Sogar ganz junge Exemplare zeigten eine Färbung ihrer Scheiden, obwohl sie lebend ganz farblos oder schwach gelblich erschienen. Je bräunlicher die Farbe der Scheiden, desto stärker die Färbung nach der Benützung der Reagenzien. Die von Gicklhorn (1920, S. 19) modifizierte Methode ergab dieselben Resultate.

Bei *Chamaesiphon sideriphilus* werden in erster Linie die Scheiden sogar bei ganz jungen Individuen gefärbt. Es färbt sich auch die Oberfläche der Zellen. Die Eiseninkrustierung beginnt bei dieser Art mit der Ablagerung von ganz winzigen Körnchen in den Scheiden und auf der Zellenoberfläche. Diese Körnchen sind ohne Anwendung von Reagenzien nicht wahrnehmbar. Die Inkrustation endigt mit Ablagerung von großen Massen von Eisenhydroxyd. Diese Massen bedecken die Scheide von außen vollständig und bilden eine runzelig erscheinende Röhre. Aus der oberen Öffnung dieser Eisenröhre tritt der obere Teil der Zelle heraus und schneidet die einzelnen Sporen ab. Unter den bisher bekannten *Chamaesiphon*-Arten ist *Ch. sideriphilus* der einzige, welcher die Fähigkeit der Eisenablagerung besitzt. Die mit ihm und neben ihm wachsenden *Ch. curvatus* und *Ch. incrustans*, wie auch viele andere epiphytische Blaualgen, die auf demselben Substrat leben, zeigten keine Eiseninkrustation.

Die größeren, runzeligen Ablagerungen von Eisenhydroxyd an der Oberfläche der Scheiden von *Ch. sideriphilus* (Taf. I, Abb. 15, 16, 21—24) sind denjenigen bei *Tribonema* (*Conferva*) als *Psichohormien* beschriebenen ähnlich. Diese Psichohormien werden durch die Eisenbakterie *Sideromonas confervarum* Chol. hervorgerufen. Ich habe bei *Ch. sideriphilus* keine Eisenbakterien entdeckt und nehme an, daß diese Fähigkeit der Eisenablagerung dem *Ch. sideriphilus* selbst eigen ist.

Die Frage nach der biologischen Bedeutung der Eisenablagerung durch Eisenbakterien und andere Wasserorganismen wurde mehreren Forschern, wie z. B. Winogradsky (1888), Lieske (1911, S. 91, 1919, S. 413), Molisch (1892, 1910, 1925), Gicklhorn (1920), Gajdukow (1905), Naumann (1921), Oltmanns (1922) und anderen, zuletzt von Cholodny (1925, S. 117) erörtert. Es ist Cholodny (1922, S. 326) gelungen zu zeigen, daß die meisten Eiseninkrustationen, die wir bei verschiedenen Algen antreffen,

ihre Entstehung den Eisenbakterien verdanken, welche epiphytisch auf Algenmembranen leben und massenhaft Eisenhydroxyd ausscheiden. In dieser Entdeckung Cholodny's finden wir jetzt eine Erklärung dafür, daß über die Eisenablagerung bei den Algen die Meinungen bisher so stark auseinandergingen. Die Eiseninkrustation ist im allgemeinen für die Algen schädlich und bedeutet, wie es aus den Untersuchungen Uspienski's (1927, S. 74) hervorgeht, den Untergang der betreffenden Individuen.

Die biologische Bedeutung der Eisenablagerung durch *Chamaesiphon siderophilus* ist bis jetzt nicht klar. Die Art und Weise der Inkrustierung ist die gleiche, wie sie Naumann (1921) für *Lyngbya Martensiana* angegeben hat und wie wir einer solchen auch bei den Blaualgen *Scytonema tolypothrichoides* Kütz. und *Tolypothrix lanata* Wartm. begegnen.

Vorliegende Arbeit habe ich in dem Botanischen Laboratorium der Jagellonischen Universität ausgeführt. Ich möchte dem Direktor des Laboratoriums, Herrn Prof. Dr. K. Rouppert an dieser Stelle für seine Hilfe und Anregung bei der Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

Laboratorium Botanicum Janczewskianum U. J. Kraków, Aleja Mickiewicza 21.

Literatur.

1. Bocat, L. Sur le pigment de l'*Oscillatoria cortiana* rouge. Comptes rendus de la Soc. Biol. Paris. T. 64, 1908, S. 101.
2. Boresch, K. Die komplementäre chromatische Adaptation. Archiv für Protistenkunde. Bd. 44, 1921, S. 1.
3. — Ein Fall von Eisenchlorose bei Cyanophyceen. Zeitschr. f. Bot. Bd. 13, 1921, S. 65—78.
4. Borzi, A. Note alla Morphologia e Biologia delle Alghe Ficocromaceae. III. Nuovo Giorn. Bot. Ital. XIV, 1882, S. 272—317.
5. Cholodny, N. Über Eisenbakterien und ihre Beziehungen zu den Algen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 40, 1922. S. 326—346.
6. — Die Eisenbakterien. Pflanzenforsch. Heft 4, Jena 1926.
7. Gaidukow, N. Die Farbenveränderung bei d. Prozessen d. komplementären chromatischen Adaptation. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 21, 1903, S. 521.
8. — Über Eisenalge *Conferva* und die Eisenorganismen im allgemeinen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 23, 1905, S. 250—253.
9. — Zur Frage der komplementären chromatischen Adaptation. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 41, 1923, S. 356—361.
10. Geitler, L. Über neue oder wenig bekannte interessante Cyanophyceen aus der Gruppe *Chamaesiphonaceae*. Archiv f. Protistenkunde. Bd. 51, 1925, S. 321.
11. — Neue oder wenig bekannte Cyanophyceen. *Chroococcaceae*. *Chamaesiphonaceae*. Archiv f. Protistenkunde. Bd. 50, 1924, S. 89.

12. Geitler, L. Neue oder wenig bekannte Blaualgen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd 40, 1922, S. 283.
13. — Die Microphyten-Biocoenose der Fontinalisbestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht. Int. Rev. d. Ges. Hydrobiol. u. Hydrograf. 1922, S. 683.
14. — Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. 41, 1925, S. 163—294.
15. — Cyanophyceae in Pascher's Süßwasserflora. Heft 12, 1925, S. 146—159.
16. Gicklhorn, J. Studien an Eisenorganismen. I. Mitt. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. Abt. 1, Bd. 129. S. 19.
17. Hansgirg, A. Prodrum der Algeflora von Böhmen. II, Prag 1892, S. 122—125.
18. Harder, R. Lichtintensität und chromatische Adaptation bei den Cyanophyceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 40, 1922, S. 26—32.
19. — Über die Bedeutung von Lichtintensität und Wellenlänge für die Assimilation farbiger Algen. Zeitschr. f. Bot. Bd. 15, 1923, S. 305—355.
20. Janczewski, E. *Godlewskia*, nowy rodzaj sinorostów. Rozpr. Akad. Um. Kraków, T. 11, 1884. S. 142—144.
21. Kylin, H. Über die Farben der Florideen und Cyanophyceen. Svensk Bot. Tidskr. Bd. 6, 1912, S. 534.
22. Lieske, R. Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von *Spirophyllum ferrugineum*, einem typischen Eisenbakterium. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 49, 1911, S. 91.
23. — Zur Ernährungsphysiologie der Eisenbakterien. Cbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 49, 1919, S. 413.
24. Molisch, H. Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892.
25. — Die Eisenbakterien. Jena 1910.
26. — Eisenorganismen in Japan. Botanische Beobachtungen in Japan. VIII. Sc. Report. Tohoku Imp. Univ. 1925, S. 135—168.
27. — Mikrochemie der Pflanzen. 3. Aufl. Jena 1923.
28. Möbius, M. Die Farbstoffe der Pflanzen. Handbuch der Pflanzenanatomie. Bd. III, 1927, Berlin, S. 11 ff.
29. Naumann, E. Über die Ausfällung des Eisenoxyds bei einer Art der Gattung *Lyngbya*. Arkiv f. Bot. Bd. 16, 1921, S. 1—11.
30. — Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen. D. s. S. 12.
31. — Über *Paracapsa siderophila* n. g. n. sp. als Ursache einer limnischen Eiseninkrustation. Arkiv. f. Bot. Bd. 18, 1924, S. 1—7.
32. Oltmanns, Fr. Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1922.
33. Pascher, A. Über das regionale Auftreten roter Organismen im Süßwasser. Bot. Archiv. Bd. 3, 1923, S. 311—314.
34. Ripart. Notices sur quelques espèces de la flore crypt. de la France. Bull. Soc. Bot. France. 1876, S. 158.
35. Rostafiński, J. *Sphaerogonium*, nowy rodzaj wodorostów sinych. Rozpr. Akad. Um. Kraków, T. 10, 1883, S. 280—305.
36. Sauvageau, C. Sur des Myxophycées rouges. Compt. Rendu Soc. Biol. de Paris. T. 64, 1908, S. 95—97.
37. — A propos d'Oscillariées rouges. D. s.
38. Schindler, B. Über Farbenwechsel der Oscillarien. Zeitschr. f. Bot. Bd. 5, 1913, S. 497—575.

39. Starmach, K. Niektóre rzadsze krasnorosty w okolicy Weiherowa na Pomorzu i w Beskidzie Magurskim. Spraw. Kom. Fizj. Akad. Um. Kraków. T. 61, 1926, S. 107—111.
40. Starmach, K. Spis sinic zebranych przez Prof. I. Króla w Tatrach. D. s. T. 62, 1927, S. 1—13.
41. Steinecke, Fr. Limmonitbildende Algen der Neide Flachmoore. Bot. Archiv. Bd. 4, 1923, S. 403.
42. — Über Beziehungen zwischen Färbung und Assimilation bei einigen Süßwasseralgen. Bot. Archiv. Bd. 4, 1923, S. 317.
43. Teodoresco. Sur la présence d'une Phycoérythrine dans le *Nostoc commune*. Revue générale de Bot. T. 32, 1920, S. 145.
44. De-Toni, J. B. Sylloge Algarum. Vol. 5, Patavia 1907, S. 136—141.
45. Uspienski, E. Eisen als Faktor für die Verbreitung niederer Wasserpflanzen. Pflanzenforsch. Heft 9, Jena 1927.
46. Wille, N. Phycoerythin bei den Myxophyceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 40, 1922, S. 188—192.
47. Winogradsky, S. Über Eisenbakterien. Bot. Zeit. 1888, S. 261—270.
48. Zimmermann, W. Über Algenbestände aus der Tiefenzone des Bodensees. Zeitschr. f. Bot. Bd. 20, 1927, S. 1—35.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1—3. *Chamaesiphon incrustans* Grun. var. *elongatus* n. var. an Ästchen von *Chantransia pygmaea*.

Fig. 4. *Ch. incrustans* Grun.

Fig. 5—9. *Ch. carpaticus* n. sp.

Fig. 10—14. *Ch. curvatus* Nordst. Fig. 10, eine typische Form, Fig. 11—14, teratologische Formen; die Fäden zerfallen in einzelne Abschnitte, jeder Abschnitt bildet eine abgesonderte Zelle und jeder von ihnen produziert abgesondert Sporen.

Fig. 15—28 *Ch. siderophilus* n. sp. Fig. 18, 20, 28, junge Individuen in farblosen Scheiden. Fig. 25—27 ältere Individuen mit gelblichen Scheiden, welche mit dunklen Eisenhydroxydkörnchen bedeckt sind. Fig. 15, 17, 19, 21—24 ältere Individuen mit den Scheiden, in denen größere Massen von Eisenhydroxyd abgelagert wurden.

Vergrößerung sämtlicher Figuren ca. 900×.