

**Thiodictyon** WINOGRADSKY 1888.

Familien aus stäbchenförmigen, mit ihren Enden netzartig verbundenen Zellen bestehend. Aus einer anfänglich kompakten Stäbchenmasse gehen durch allmähliche Umlagerung *Hydrodictyon*-artige Zellverbände hervor, die sich unter ungünstigen Verhältnissen wieder in solche kompakte Stäbchenmassen zusammenziehen können. Die Vermehrung der Familien erfolgt durch Teilung oder durch Ablösung langsam beweglicher kleiner Zellverbände. Encystierung nicht beobachtet.

**Thiodictyon elegans** WIN. (Abb. 248). — Zellen schlank, spindelförmig mit ziemlich spitzen Enden, 5  $\mu$  lang, 1,7  $\mu$  breit, vor der Teilung fast doppelt so lang. Im wandständigen Protoplasma meist sehr kleine S-Tröpfchen. Rotfärbung sehr schwach.

In Schwefelquellen und in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern. Verbreitet, aber nicht häufig. UTERMÖHL hat den Organismus sehr vereinzelt im Tiefenplankton wenig über dem Grunde im Edeberg- und Kolksee vorgefunden.

**Familie: Chromatiaceae.**

Zellen einzeln, frei, zeitlebens schwärmfähig. Bewegung durch eine Geißel an einem Pol. Vermehrung durch Querteilung, vielleicht auch auf geschlechtlichem Wege.

**Chromatium** PERTY 1852.

Zellen zylindrisch-elliptisch oder elliptisch, auch etwa bohnenförmig gekrümmt oder keulenförmig. Bewegung durch eine rechtsläufige, polare, derbe und ziemlich lange Geißel, die beim Vorwärtsschwimmen sich „hinten“ befindet und von rechts nach links rotiert, während der Körper von links nach rechts rotiert. Beim Rückwärtsschwimmen umgekehrt. Bewegung lebhaft. — Membran gibt keine Zellulosereaktion.

**Chromatium Okenii** (E.) PERTY (Abb. 249). (Syn.: *Monas Okenii* EHRENBURG, *Beggiatoa roseo-persicina* ZOPF, *Pseudomonas Okenii* MIG.). — Zellen zylindrisch-elliptisch, meist mit breit abgerundeten Enden, oft bohnenförmig gekrümmt oder keulenförmig. Ausgewachsene Exemplare 16  $\mu$  lang und etwa 6–6,3  $\mu$  dick (Länge nach BUDER: 20  $\mu$ ; Breite nach COHN 5  $\mu$ ). Färbung bei günstigen Wachstumsbedingungen intensiv weinrot.

In Schwefelquellen, in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern. Einzeln oder in solchen Mengen, daß rote Flecke oder Wolken mit dem bloßen Auge deutlich zu sehen sind; oft ganze Gewässer rot färbend.

Die häufigste freibewegliche rote Schwefelbakterie; wahrscheinlich kosmopolitisch. Der Organismus steigt auch in Hochgebirgsseen, z. B. Ritomsee 1831 m, und Lago Cadagno 1921 m ü. M.

*Chromatium* ist an die gleichzeitige Anwesenheit zweier im Wasser gelöster Gase gebunden, an  $H_2S$  und  $O_2$ . Der Schwefelwasserstoff bildet den unentbehrlichen Nährstoff, der mit Hilfe des Sauerstoffes zu Schwefel und hierauf zu Schwefelsäure oxydiert wird.  $H_2S + O \rightarrow H_2O + S + O_2 \rightarrow H_2SO_4$ , wodurch Energie gewonnen wird, die zur Assimilation von  $CO_2$  verwendet werden kann.  $H_2S$  wurde durch die Tätigkeit von *Microspira desulfuricans* geliefert. Wenn die Chromatien „ihre oxydierende Tätigkeit entfalten sollen, so müssen sie den  $H_2S$  und den  $O_2$  aus räumlich getrennten Teilen der Nährflüssigkeit beziehen. Sie waren deshalb in den Jahren 1916 und 1917 in jenen Grenzschichten des Ritomsees

### Erklärung zu Tafel LXIII.

- Abb. 249. *Chromatium Okenii* (E.) PERTY. — Verschiedene Zellformen, ca. 1000  $\times$ , nach BAVENDAM.
- Abb. 250. *Chromatium Linsbaueri* GICKLH. — a typische Zelle mit  $CaCO_3$ -Körpern; b nach Weglösen des  $CaCO_3$  übriggebliebene, in der Zellmitte gelegene S-Körner. Rechts: drei Zellen in Tusche, die schleimige Umhüllung zeigend, ca. 1700  $\times$ . Nach GICKLHORN (Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 39, 1921).
- Abb. 251. *Chromatium Weissei* PERTY. — 810  $\times$ , nach WINOGRADSKY, aus BAVENDAM.
- Abb. 252. *Chromatium vinosum* (E.) WINOGR. — Ca. 900  $\times$ , nach WINOGRADSKY und KOLKWITZ, aus BAVENDAM.
- Abb. 252 A. *Chromatium Warmingii faminus* BAV. — a ca. 1000  $\times$ , b ca. 710  $\times$  (nach GICKLHORN), c *Chr. Warmingii* (COHN) MIG., 540  $\times$  (nach COHN). Im Texte nicht berücksichtigt.
- Abb. 253. *Rhabdochromatium roseum* (COHN) WINOGR. — a 540  $\times$ , nach COHN; b ca. 900  $\times$ , nach WINOGRADSKY und KOLKWITZ, aus BAVENDAM.
- Abb. 254. *Rhabdochromatium Linsbaueri* GICKLH. — a Habitusbild mit Inhaltskörpern (reihenförmig gelegenen S-Körnern und kleineren, 0,5–1,3  $\mu$  großen  $CaCO_3$ -Körnern; b–e Teilungsstadien; ca. 1700  $\times$ . Nach GICKLHORN (Ber. Deutsch. Bot. Ges., 1921).
- Abb. 255. *Rhabdochromatium minus* WIN. — 810  $\times$ , nach WINOGRADSKY, aus BAVENDAM.
- Abb. 256. *Rhabdochromatium fusiforme* WIN. — a und b Zellen in Teilung, c schwärmendes Exemplar, 810  $\times$ , nach WINOGRADSKY, aus BAVENDAM.
- Abb. 257. *Rhabdochromatium gracile* (WARM.) MIG. — Ca. 590  $\times$ , nach WARMING, aus BAVENDAM.
- Abb. 258. *Thiospirillum sanguineum* (E.) WIN. — Ca. 630  $\times$ , nach WARMING und KOLKWITZ, aus BAVENDAM.
- Abb. 259. *Thiospirillum violaceum* (WARM.) MIG. — Ca. 590  $\times$ , nach WARMING, aus BAVENDAM.
- Abb. 260. *Thiospirillum Rosenbergii* (WARM.) MIG. — Ca. 590  $\times$ , nach WARMING, aus BAVENDAM.

(12,6 m Tiefe), zu denen von oben her  $O_2$  und von unten her  $H_2S$  vordrang, in solcher Menge anzutreffen, daß sie durch Rosafärbung des Wassers in jenen Zonen ihre Anwesenheit schon makroskopisch verrieten. *Chromatium* bildete in dieser Schicht eine Bakterienplatte oder ein Bakterienniveau<sup>3)</sup>. Durch das teilweise Entleeren des Seebeckens in den Jahren 1917 und 1918 und das Einstauen von  $H_2S$ -freiem Wasser wurden die Chromatien ihrer Standortsbedingungen beraubt und sind heute aus dem Ritomsee verschwunden“ (DÜGGLI, 1924). *Microspira* findet sich jedoch auch heute noch in diesem Gewässer, besonders im Tiefenschlamm, wo der durch die Tätigkeit jener Bakterien gebildete  $H_2S$  durch den in den tieferen Wasserschichten anwesenden  $O_2$  oxydiert wird, ein Prozeß, durch den die Sauerstoffzehrung am Grunde des Sees ihre Erklärung findet.

Nach KOLKWITZ (1918, Ber. d. D.B.G.) wird in manchen verkrauteten Teichen mit mäßigem Gehalt an  $H_2S$  *Chromatium Okenii* durch das Rädertier *Hydatina senta* in so großen Mengen gefressen, daß sich das Innere der Tiere mit einem deutlich gefärbten roten Saft füllt. (Regulierung der Massenproduktion durch die Einwirkung der Tierwelt; eigentümlicher Kreislauf der Materie.)

**Chromatium Linsbaueri** GICKLHORN (Abb. 250). — Zellform wie bei *Chr. Okenii*, 15  $\mu$  lang, 6  $\mu$  breit, mit einem 1–2  $\mu$  dicken Schleimhof und peripher gelagerte, farblose oder leicht bläuliche, stark lichtbrechende, ca. 1–1,5  $\mu$  große Kügelchen aus amorphem  $CaCO_3$ . Schwefeltröpfchen mehr in der Mitte gelegen.

In einem Tümpel bei Graz. „Ob die Einlagerung von Kalk ein so konstantes Merkmal ist, daß sie die Aufstellung einer neuen Art rechtfertigt, bedarf noch näherer Untersuchungen“ (BAVENDAM).

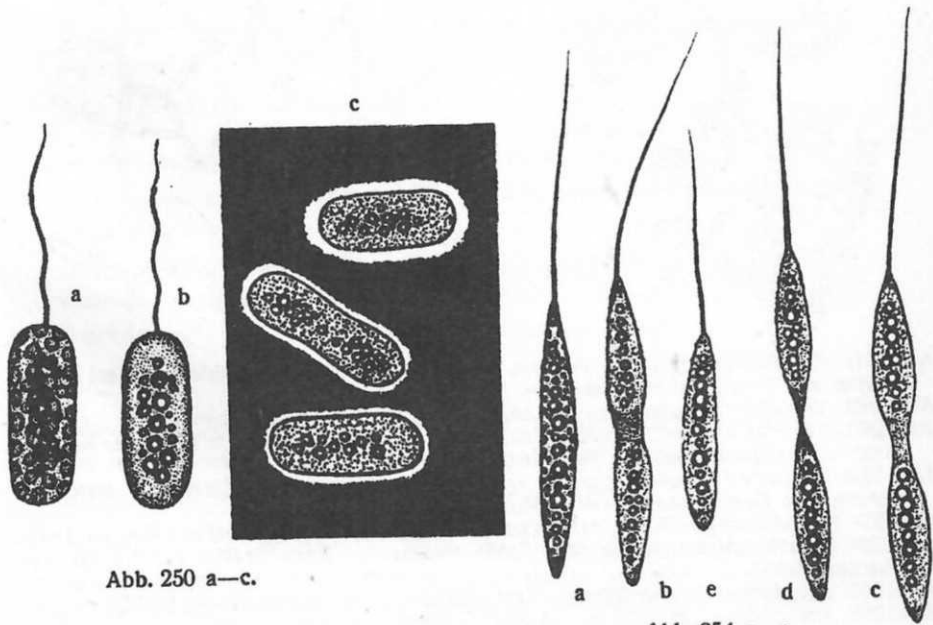
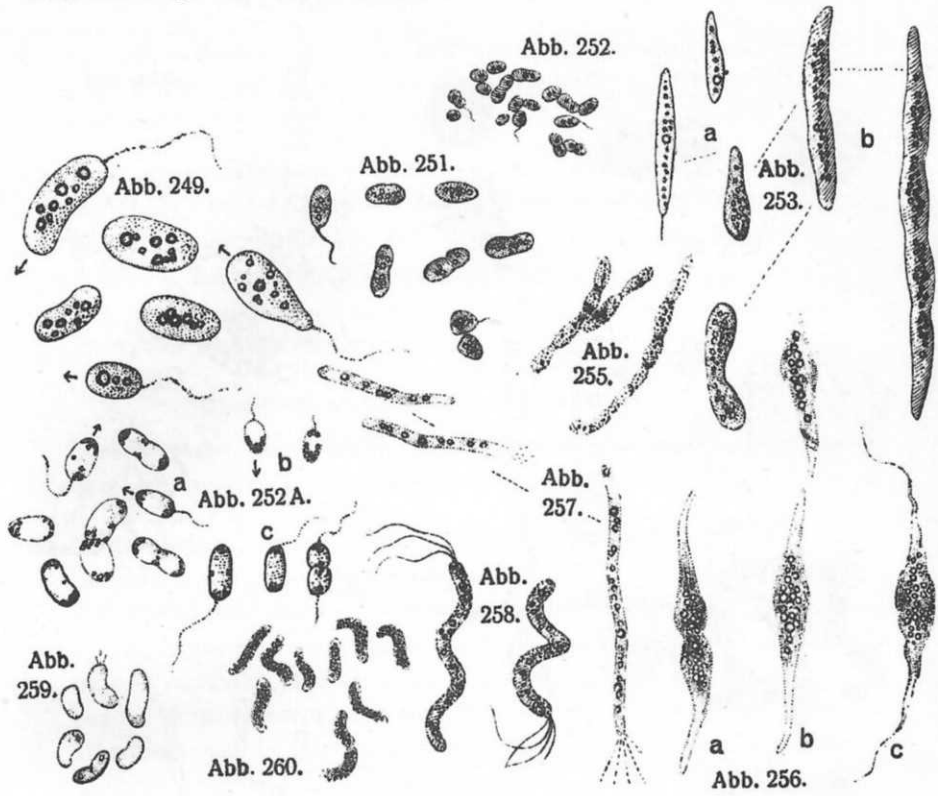
**Chromatium Weissei** PERTY (Abb. 251). — Ausgewachsene Exemplare ca. 11,5  $\mu$  lang und ca. 4,2  $\mu$  breit. Sonst ähnlich *Chr. Okenii*, mit dem es durch Übergänge verbunden zu sein scheint. Nach LAUTERBORN (1915) gehört diese Art in den Formenkreis von *Chr. Okenii*.

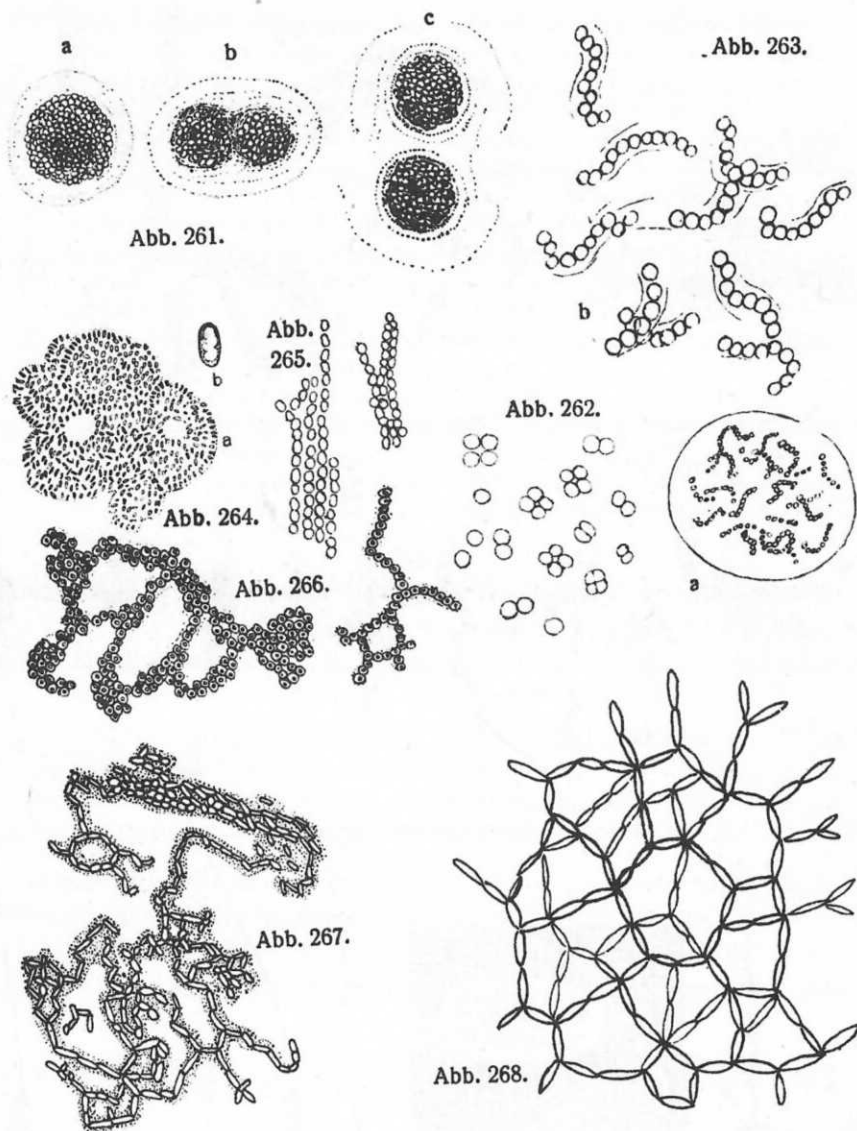
In Schwefelquellen und in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern. Verbreitung fast ebenso häufig wie *Chr. Okenii*.

**Chromatium vinosum** (E.) WINOGR. (Abb. 252). (Syn.: *Monas vinosa* EHRENB., *Bacterium sulfuratum* WARMING.) — Zellen 2,5–5  $\mu$  lang, 2  $\mu$  dick, oft zu ausgesprochen pfirsichblütroten Häuten vereinigt oder in dichten Schwärmen.

In Schwefelquellen und in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern; meist in Gesellschaft von *Chr. Okenii* und an allen Fundorten meist ziemlich zahlreich.

<sup>3)</sup> Bakterienplatten im kleinen sind in Kulturen von Schwefelbakterien schon öfter beobachtet worden (BAVENDAM).





- Abb. 261. *Sorochloris aggregata* Pascher. — a Einzelkolonie, b, c Tochterkolonien. — Aus Geitler und Pascher (Süßwasserfl., H. 12, 1925).  
 Abb. 262. *Tetrachloris inconstans* Pascher. — Aus Geitler und Pascher (1925).  
 Abb. 263. *Chloronostoc abbreviatum* Pascher. — a Kolonie, 1000 $\times$ ; b Teil einer Kolonie, 3000 $\times$ . — Aus Geitler und Pascher (1925).  
 Abb. 264. *Schmidlea luteola* (Schmidle spec.) Ltb. — a Kolonie, b Einzelzelle, nach Lauterborn, aus Geitler und Pascher (1925).  
 Abb. 265. *Pediochloris parallela* (Szafer) Geitler. — Nach Szafer, aus Geitler und Pascher (1925).  
 Abb. 266. *Clathrochloris sulphurica* (Szafer) Geitler. — Nach Szafer, aus Geitler und Pascher (1925).  
 Abb. 267. *Pelodictyon clathratiforme* (Szafer) Geitler. — Aus (Süßwasserfl., H. 12, 1925).  
 Abb. 268. *Pelodictyon Lauterbornii* Geitler. — Nach Lauterborn (1915).

**Chromatium violascens** PERTY. — Zellen kugelig oder elliptisch, 2—3  $\mu$  lang. Farbe sehr blaß. (Nach COHN vielleicht zu *Chr. vinosum* gehörend.)

**Chromatium minutissimum** WINOGR. — Zellen kugelig oder elliptisch, ca. 1—1,2  $\mu$  im Durchmesser. In der Mitte der Zellen einige meist sehr kleine, punktförmige S-Tröpfchen. Einzeln fast farblos, in dichteren Massen deutlich pfirsichblütrot.

In Schwefelquellen und in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern; nicht selten, aber leicht zu übersehen.

**Rhabdochromatium WINOGRADSKY 1888.**

Zellen stab- oder spindelförmig, meist mit unregelmäßigen Umrissen. Bewegung mittelst einer polaren Geißel.

**Rhabdochromatium roseum** (COHN) WIN. (Abb. 253). (Syn.: *Rhabdomonas rosea* COHN, *Bacterium sulfuratum* WARMING, *Beggiatoa roseo-persicina* ZOPF.) — Zellen spindelförmig, ungleich dick, durchschnittlich 3—5  $\mu$ , auch 7  $\mu$  breit und meist 20—35  $\mu$  lang, unter Umständen zu Fäden von 10 bis 30 Gliedern verbunden bleibend. (MITROPHANOW [zit. nach BAVENDAM] hat bis zu 95  $\mu$  lange Rhabdochromatien gefunden.) — Die Zellen trennen sich nach der Teilung gewöhnlich nicht sofort, sondern bleiben noch vereinigt und zeigen Einschnürungen. Oft gehen solche Einschnürungen den Teilungen voraus, so, daß der Körper eines *Rhabdochromatium* eigentümlich unregelmäßig wird. Färbung blaßrot (BAVENDAM).

In  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern; meist ziemlich vereinzelt.

**Rhabdochromatium Linsbaueri** GICKLH. (1921) (Abb. 254). — Zellen spindelförmig, 30  $\mu$  lang, 3—4,5  $\mu$  breit, ohne Schleimhülle, mit einer 20—30  $\mu$  langen, gestreckten, nach vorn verdünnten Geißel. Neben den Schwefeltröpfchen finden sich hier ebenso wie bei *Chromatium Linsbaueri* (siehe dies) kleine  $CaCO_3$ -Körner in peripherer Anordnung<sup>4)</sup>. Färbung weinrot. Bewegung gleichmäßig ruhig.

In einem Tümpel bei Graz.

**Rhabdochromatium minus** WIN. (Abb. 255). — Zellen viel kleiner als bei *Rh. roseum*; Länge 5—10  $\mu$  (oft darüber), Dicke max. 2,9  $\mu$ . Färbung hellrosenrot; meist wenig S-Tröpfchen.

<sup>4)</sup> Wegen dieser Kalkkörper bilden die beiden genannten Arten eine besondere Gruppe unter den Purpurschwefelbakterien und sind wegen dieser speziellen Inhaltskörper der weitverbreiteten physiologischen Bakteriengruppe der Kalkbakterien zuzuzählen.

**Rhabdochromatium fusiforme** WIN. (Abb. 256). — Zellen spindelförmig, mit lang ausgezogenen, scharf zugespitzten Enden, größte Breite 8,5  $\mu$ , Länge 25—50  $\mu$ . Farbe blaßrot. Teilung anscheinend ohne Bildung einer Querwand.

**Rhabdochromatium gracile** (WARM.) WIN. (Abb. 257). (Syn.: *Monas gracilis* WARMING.) — Zellen zylindrisch, am einen Ende öfters etwas dicker, bis gegen 60  $\mu$  lang, 2  $\mu$  breit, mit stark abgerundeten Enden. Färbung rosenrot.

In einem Süßwassertümpel bei Kopenhagen.

### **Thiospirillum** WINOGR. 1888.

Zellen spiralig gewunden, mit polaren Geißelschöpfen, lebhaft beweglich.

**Thiospirillum jenense** (E.) MIG. (Syn.: *Ophidomonas jenensis*, „jenaische Schlangenmonade“.) — Zelle eine starre, rechtsläufige Schraube bildend, 3,5  $\mu$  dick, bis 100  $\mu$  lang. (Durchschnittsmaße: Dicke 3  $\mu$ , Länge 40—50  $\mu$ , aber auch nicht selten 60—70  $\mu$ ). Schraubenform etwas variabel. Ganghöhe 10—30  $\mu$ , Weite des Schraubenganges etwa zwischen  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{10}$  der Ganghöhe. Färbung verschieden, sehr blaß bis schwach sepiabraun oder grünlichbraun, in größeren Mengen rötlich bis orangebraun. Polarer Geißelschopf aus etwa 20 Einzelgeißeln bestehend. Geißelpol leicht zugespitzt, arm an S-Tröpfchen und stark reizbar.

In Schwefelquellen und in  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern; weniger häufig, aber in geringer Zahl in den meisten Tümpeln, Teichen usw.

**Thiospirillum sanguineum** (E.) WIN. (Abb. 258). (Syn.: *Ophidomonas sanguinea* E., *Spirillum sanguineum* COHN, ? *Pseudospirillum uliginosum* ZACH.) — Diese Art ist nach Ansicht verschiedener Forscher (BUDER, BAVENDAM) sehr wahrscheinlich mit der vorigen zu vereinigen.

**Thiospirillum rufum** (PERTY) MIG. — Zellen 8—16  $\mu$  lang, etwa 1  $\mu$  dick, gewöhnlich mit  $1\frac{1}{2}$ —4 Windungen, die meist 4  $\mu$  hoch und lang sind. In Gestalt und Größe (abgesehen von der Farbe) dem *Spirillum undula* ähnlich.

In einem Sumpf, Berner Oberland, Schweiz.

**Thiospirillum violaceum** (WARM.) MIG. (Abb. 259). (Syn. *Spirillum violaceum* WARMING.) — Zellen schwach halbmondförmig oder ringförmig gekrümmt. Höher entwickelte Formen zeigen eine sehr



steil gedrehte Schraube mit etwas mehr als 1 Umgang. Enden stark abgerundet. Höhe des Schraubenumgangs 8–10  $\mu$ , Durchmesser 1–1½  $\mu$ , Dicke des Zellkörpers 3–4  $\mu$ . Zellinhalt schmutzigg-violett, fein gekörnt. S-Tröpfchen nur bei einigen Exemplaren gefunden.

In  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern.

**Thiospirillum Rosenbergii** (WARM.) MIG. (Abb. 260). (Syn. *Spirillum Rosenbergii* WARM.) — Zellen mit 1 oder 1½ Schraubenwindungen, meist keine ganze Schraubenwindung einnehmend, ca. 1,5 bis 2,6  $\mu$  dick, 4–12  $\mu$  lang. Höhe der Schraube ca. 6–7,5  $\mu$ . Gestalt variabel: steil S-förmig schraubig oder eine Schraube, deren Durchmesser etwa ½mal so groß wie die Höhe ist. Plasma dunkel erscheinend. Bewegung äußerst lebhaft, schwimmt wie *Th. jenense*.

In  $H_2S$ -haltigen Süß- und Salzwässern.

### Ordnung: Chlorobacteria-Cyanochloridinae.

„Der Name Chlorobakterien wird mit der Zeit verlassen werden müssen; ganz abgesehen davon, daß wir über den natürlichen Umfang dessen, was als Bakterien bezeichnet wird, in keiner Weise klar sind, ist die ‚Bakterien‘-Natur bei keinem einzigen der in Frage kommenden Organismen nachgewiesen. So ist der Name Chlorobakterien der Ausdruck einer unbewiesenen, aller Wahrscheinlichkeit unrichtigen Annahme.“ Diese Fußnote A. PASCHERS in der „Süßwasser-Flora“ (H. 12, S. 451) möchte ich an den Anfang der folgenden Übersicht stellen. Sie zeigt klar, auf welcher unsicherer Grundlage diese ganze Organismengruppe ruht, und wie notwendig eine systematische Neubearbeitung derselben wäre.

Gelbgrüne Bakterien, die im Faulschlamm oder auch im Tiefenplankton  $H_2S$ -haltiger Gewässer vorkommen. Sie treten — neben den rötlichen Massen der Purpurbakterien und den blaugrünen oder gelblichen Filzen der Blaualgen — bald als schleimige Ansammlungen bakterienartiger Stäbchen oder locker gewundener kurzer Fäden, bald als netzartig durchbrochene Familien oder auch als freischwimmende Verbände auf. Wegen ihrer spezifisch gelbgrünen Färbung sind die als hierher gehörig betrachteten Organismen von LAUTERBORN 1915 als Chlorobakterien bezeichnet worden. Er hält sie für eine den Rhodobakterien gleichwertige Gruppe, die Merkmale der Cyanophyceen und Bakterien vereinigt, im Bau der Zellen und in der Art der Koloniebildung aber „weit mehr an entsprechende Ver-