59. R. Kolkwitz und M. Marsson: Ökologie der pflanzlichen Saprobien.

(Eingegangen am 31. Juni 1908.)

Die vorliegende Arbeit enthält eine Aufzählung von ungefähr 300 pflanzlichen Organismen, welche für die Beurteilung der Selbstreinigungskraft unserer heimischen Gewässer von Bedeutung sind. Für solche Organismen — pflanzlicher und tierischer Natur — haben wir, um ihre Abhängigkeit von zersetzlichen, organischen Nährstoffen zum Ausdruck zu bringen, 1902¹⁾ die Bezeichnung Saprobien eingeführt und dieselben, entsprechend dem fortschreitenden Grad der Mineralisierung in den Gewässern in Poly-, Meso- und Oligosaprobien unterschieden.

Eine solche Einteilung hat zur Voraussetzung, daß die in Betracht kommenden Organismen innerhalb einigermaßen enger Grenzen in ihrer Verbreitung und Entwicklung im Freien eindeutig von der chemischen Beschaffenheit des Wassers abhängig sind. Wie jahrelange Studien an der zitierten Prüfungsanstalt, welche gleichzeitig über ein reiches chemisches Analysenmaterial betreffend die Zusammensetzung der verschiedenartigsten Gewässer verfügt, gelehrt haben, trifft diese Voraussetzung dann zu, wenn man bei der genannten Einteilung die Ökologie berücksichtigt, also dem Vorkommen floristischer Bestände — soweit solche typisch zur Entwicklung gelangen — höheren Wert beimißt als der Feststellung bloß vereinzelter Vorkommens. Es handelt sich also im vorliegenden Falle um eine Formationsgliederung der Wassergewächse auf chemisch-physiologischer Grundlage, bei der weniger die Versuche im Laboratorium als die Ermittlungen an Ort und Stelle des Vorkommens maßgebend sind. Solche Stellen sind Becken oder Rinnen mit rohen, fäulnisfähigen Abwässern, gereinigte Abflüsse (Drainwässer) von Rieselfeldern oder biologischen Oxydationskörpern, stehende oder fließende Vorfluter, welche nährstoffhaltige Zuflüsse aufnehmen, ferner verkrautete Tümpel, Zisternen, Kesselbrunnen und dgl. mehr.

Die Organismen ganz reiner Gewässer (Katharobien), besonders das typische Plankton derselben, haben wir — vorläufig wenigstens — aus Raumangel unberücksichtigt gelassen, auch

1) KOLKWITZ und MARSSON, Mitt. aus d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 1.

weil für sie die Bezeichnung Saprobieen kaum noch zutreffen dürfte, wie das etwa für eine Zahl von Algen aus reinen Gebirgsbächen und -seen gilt. Dabei möchten wir nicht unerwähnt lassen, daß es nach unseren bisherigen Wahrnehmungen wahrscheinlich nur wenige chlorophyllführende Organismen gibt, welche in der freien Natur jegliche organische Nahrung verschmähen, daß auch kaum Oberflächenwässer vorkommen, die nicht durch ihren Gehalt an organischen Substanzen auf Permanganat reagieren.

Die bereits erwähnte weitgehende und eindeutige Beeinflussung der Wasserorganismen — besonders der mikroskopischen — ist bereits von FERD. COHN — wenn auch nur in verhältnismäßig bescheidenem Umfange — dazu benutzt worden, den Reinheitsgrad der Gewässer nach den in ihnen lebenden Organismen zu beurteilen. Diese biologische Analysenmethode ist also auf botanischem Gebiete erwachsen. Um ihren weiteren Ausbau haben sich u. a. besonders MEZ, SCHORLER, LINDAU, SCHMIDTMANN (durch Gründung der genannten Anstalt), SCHIEMENZ und HOFER verdient gemacht.

Die Experimente im großen, durch welche die erwähnte Beziehung zwischen Organismen und Wasserbeschaffenheit im Freien am besten erkannt und geprüft werden kann, sind, etwa seit dem Jahre 1870, in Deutschland ständig an Zahl gewachsen und zwar durch die vermehrten Zuflüsse aus den Sielen der in Aufschwung begriffenen Städte und durch die an Menge gesteigerten Abfallwässer aus den landwirtschaftlich industriellen Betrieben. Freilich sind auch die Methoden zur Reinigung vervollkommenet worden, ein Umstand, der naturgemäß gleichfalls zu wertvollen einschlägigen experimentellen Resultaten geführt hat. Alle diese Abflüsse rufen trotz gewisser Verschiedenheiten in der chemischen Beschaffenheit im allgemeinen in Vorflutern das gleiche biologische Bild hervor, weil ein Fluß oder See durch die bewirkte Verdünnung, ferner durch sein Säurebindungsvermögen, seinen Sauerstoffgehalt u. a. m. die bestehenden chemischen Unterschiede verwischt und damit gleiche oder ähnliche Ernährungsbedingungen für Saprobieen schafft.

Eine eingehende Darlegung der Erwägungen, welche zur Einordnung der in der beifolgenden Liste genannten Organismen in die bezüglichen Zonen geführt haben, wird in den Mitteilungen der Kgl. Prüfungsanstalt folgen, dort auch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der in Betracht kommenden Tiere und unter Beifügen von Abbildungen. Hier setzen wir die Kenntnis aller angeführten Organismen voraus, auch die Kenntnis ihres allgemeinen Standortes innerhalb der drei typischen Regionen Ufer, Boden (Benthos)

und freies Wasser (Plankton) und beschränken uns darauf, von den drei unterschiedenen Zonen eine kurze Charakteristik zu geben.

I. Die Zone der Polysaprobien zeichnet sich in biologischer Hinsicht vor allem durch den Reichtum an *Schizomyceten* nach Individuenzahl, Spezies und Gattungen aus. Polysaprobe Organismen können wohl in die mesosaprobe Zone abklingend übergreifen (vgl. *Sphaerotilus*), aber niemals in der oligosaproben Zone bestandbildend auftreten, höchstens vereinzelt und dann meist erratisch. Das Ausstrahlen des *Sphaerotilus* in die zweite Zone hat seinen natürlichen Grund darin, daß *Sphaerotilus* ein Bewohner des fließenden Wassers ist und neben der Bewegung des Wassers Belüftung nötig hat.

Bezeichnungen wie: „im reinen und unreinen Wasser“ oder wie: „*Euglena viridis* findet sich an allen *Euglenaceen*-Standorten“ bedeuten für unser System Verstöße gegen den ökologischen Gesichtspunkt.

Die Zahl der in gewöhnlicher Nährgelatine pro ccm entwicklungsfähigen Bakterienkeime kann 1 Million leicht übersteigen. Unsere gewöhnlichen Speisefische können in dieser Zone leicht dem Erstickungstode anheimfallen.

In chemischer Beziehung charakterisiert sich die Zone der Polysaprobien durch das Überwiegen von Reduktions- und Spaltungsprozessen, durch Mangel oder geringen Gehalt an Sauerstoff, durch Reichtum an Kohlensäure und u. a. relativ hohen Gehalt an stickstoffhaltigen, zersetzungsfähigen Nährstoffen; der Schlamm dieser Zone ist häufig reich an Schwefeleisen.

Größere Flüsse, welche auf längere Strecken polysaproben Charakter tragen, fehlen bei uns; auch die Wupper ist nicht polysaprob.

*

*

*

II. In der Zone der Mesosaprobien unterscheiden wir zwei Abschnitte mit stark bzw. schwach mesosaprobem Charakter. Im erstgenannten Abschnitt pflegt die Selbstreinigung stürmischer zu verlaufen als im letzteren.

In biologischer Beziehung ist der erste Teil dieser Zone gekennzeichnet durch das Hervortreten von *Schizophyceen* und — besonders wenn es sich um bewegtes Wasser handelt — durch einen mehr oder weniger ausgesprochenen Reichtum von *Eumyceten*; *Peridinales* fehlen hier noch so gut wie vollständig. Tierleben

kann ziemlich reichlich entwickelt sein und deshalb vielfach Fische zum Aufsuchen von Nahrung anlocken. Erstickungsgefahr besteht dabei für dieselben nur selten. Der zahlenmäßige Gehalt an bakteriellen Keimen pro ccm ist noch bedeutend; er kann sich nach hunderttausenden beziffern.

Gute Beispiele für diese Formation liefern besonders verschmutzte Teiche und Gräben, namentlich der Rieselfelder.

Den zweiten Teil der Zone der Mesosaprobien könnte man, wenigstens im Gegensatz zu den bisher geschilderten Lebensgemeinschaften und unter spezieller Berücksichtigung der benthonisch lebenden Kieselalgen die Formation der Bacillariaceen nennen, besonders wenn man bedenkt, wie artenarm die stark mesosaprobe Zone daran ist. Neben diesen Kieselalgen findet sich aber hier ganz allgemein eine ziemlich reiche Gliederung der Vegetation, beispielsweise unter den *Chlorophyceen*, sodaß im großen und ganzen bestimmte Typen nicht zu überwiegen brauchen.

Die Zahl der auf gewöhnlicher Nährgelatine sich entwickelnden Bakterienkeime beträgt normalerweise pro ccm unter 100 000.

Alle Mesosaprobien pflegen einem gewissen, schwachen Einfluß von Abwässern standzuhalten. Viele höhere Wasserpflanzen finden besonders von der schwach mesosaprogen Zone ab ausreichende, oft auch recht günstige Vegetationsbedingungen. Ebenso wie in biologischer ist der fortschreitende Gang der Selbstreinigung auch in chemischer Beziehung charakteristisch gekennzeichnet. Belüftung und Produktion von Sauerstoff durch Kohlenstoff-assimilation haben die Einleitung von Oxydationsprozessen ermöglicht, durch welche, wie bereits bemerkt, das Leben der gröberen Fauna begünstigt wird. Für den Sauerstoffgehalt besteht aber — besonders im stark mesosaprogen Teil — die Tendenz, bei Dunkelheit oder starker Bewölkung etwas abzunehmen, um bei Belichtung wieder zu steigen, oft über das Sättigungsmaximum.

Abbauprodukte der Eiweißstoffe, wie Asparagin, Leucin und Glykokoll, die alle durch NH_2 - und COOH -Gruppen — also Abbau- und Oxydationsstufen — gekennzeichnet sind, scheinen in starker Verdünnung, durch welche ihr Nachweis sehr erschwert wird, in dieser Zone verbreitet zu sein, ebenso Ammoniaksalze und — besonders bei Annäherung an die Oligosaprobienformation — auch Nitrite und Nitrate, die Oxydationsstufen des Ammoniaks.

Normal beschaffene Wässer dieser Zone pflegen beim Aufbewahren in Flaschen nicht zur Fäulnis, unter Umständen aber zur Bildung schwacher Schwimmschichten zu neigen.

Normale Drainwässer der Rieselfelder, die man — wenigstens zur warmen Jahreszeit — als typische Salpeterwässer bezeichnen könnte, dürften zur schwach mesosaprobien Region zu rechnen sein.

* * *

III. Die Zone der Oligosaprobien wird durch die Beendigung der Mineralisation gekennzeichnet; alle stürmisch verlaufenden Prozesse der Selbstreinigung fehlen hier normalerweise. Die biologische Gliederung ist reich. *Peridinales*, wenn überhaupt vorhanden, kommen in einigen Vertretern zu typischer Entfaltung, *Charales*, die gegen Abwässer empfindlich sind, beginnen aufzutreten, Polysaprobien — auch in kleinen Beständen — fehlen. Die Zahl der auf gewöhnlicher Nährgelatine entwicklungsfähigen Bakterienkeime pflegt pro ccm unter 1000 zu betragen, wenn nicht erratische Formen eingeschwemmt sind. Die Armut an planktonischen *Schizomyceten* ist also charakteristisch. Bestimmte benthonische Formen dieser Klasse können dagegen typischerweise im organischen Filz der Ufer auftreten.

Die chemische Analyse der Gewässer dieser Zone lehrt uns, daß der Permanganatverbrauch verhältnismäßig niedrig ist und organischer Stickstoff sich nur in Spuren findet. Die — in geeigneter Weise ermittelte — Sauerstoffzehrung ist sehr gering. Die Durchsichtigkeit des Wassers, gemessen durch Versenken einer weißen Scheibe, ist bei ruhigem Wetter meist bedeutend. Der Schlamm dieser Region ist gewöhnlich arm an Reduktionsprozessen, kann aber mesosaprobien Charakter gewinnen, wie überhaupt als oligosaprob zu bezeichnender Schlamm wenig verbreitet sein dürfte.

Da schnell verlaufende Umsetzungen organischer Stoffe den Chemismus dieser Region nicht mehr beherrschen, können weniger auffällig wirksame Substanzen von Einfluß auf die ökologische Zusammensetzung sein, z. B. solche Mineralstoffe, welche die verschiedene Härte der Gewässer bedingen; doch liegen hierüber bisher nur unvollkommene Beobachtungen vor, auch für Phanerogamen.

Die Wässer aller vorstehend geschilderten Zonen zeigen fast durchweg alkalische Reaktion; solche mit saurer Reaktion gedenken wir später ähnlich dem Vorstehenden zu beschreiben.

Die mit unserem System harmonisierende „Ökologie der tierischen Saprobien“ beabsichtigen wir an anderer Stelle zu veröffentlichen.

* * *

Physiologisches System der pflanzlichen Saprobien.

Innerhalb der einzelnen Zonen sind die Organismen — von einigen Abweichungen in der Flagellatengruppe abgesehen — nach dem ENGLERSchen System geordnet. Bei der nachfolgenden Aufzählung haben wir uns nur auf eigene Beobachtungen im Freien gestützt. Solche Organismen, die wir am Hauptherd ihrer Entwicklung nicht selbst beobachtet haben, sind unberücksichtigt geblieben, auch wenn in der Literatur einschlägige Notizen über dieselben vorlagen; ebenso fehlen solche, welche nach dem derzeitigen Stande unserer Erfahrung keinen biocönotischen Wert für die vorliegenden Zwecke besitzen (z. B. *Bacterium cellulosa* (Omelianski) Mig., manche pantotrophe Bakterien und verschiedene Phanerogamen).

Bei Zweifel über den Ort der Einordnung mancher Organismen haben wir ihn immer in der nährstoffärmeren der in Betracht kommenden Zonen untergebracht.

I. Polysaprobien.

Schizomycetes.

Spirillum tenue Ehrbg.

„ *serpens* (O. F. Müller).

„ *Rugula* (O. F. Müller).

„ *Undula* Ehrbg.

„ *volutans* Ehrbg.

Sphaerotilus natans Ktz. }

„ *roseus* Zopf } cf. Mesosaprobien.

Zoogloea ramigera Itzigsohn.

Streptococcus margaritaceus Schröter.

Sarcina paludosa Schröter.

Beggiatoa alba (Vaucher) Trevisan.

„ *leptomitiformis* (Menegh.) Trevisan.

„ *arachnoidea* (Ag.) Rabenhorst.

Thioplycoccus ruber Win.

Chromatium Okenii (Ehrbg.) Perty. }

„ *vinosum* (Ehrbg.) Win. }

„ *minutissimum* Win. }

Lamprocystis roseo-persicina (Ktz.) Schröter. }

cf. Mesosaprobien

Schizophyceae.

Arthrospira Jenneri Stitz., wenn in Gemeinschaft mit *Beggiatoa*.
cf. Mesosaprobien.

Lepocinclis ovum Ehrbg.
 „ texta (Duj.) Lemm.
 Cryptoglena pigra Ehrbg.

Bacillariales.

Hantzschia amphioxys (Ehrbg.) Grun.
 Nitzschia Palea (Kütz.) W. Sm. mit ihrer Varietät fonticola
 Grun.
 Stauroneis acuta W. Sm.

Protococcales.

Chlamydomonas de Baryana Gorosch.
 Spondylomorom quaternarium Ehrbg.
 Stichococcus bacillaris Naeg f. confervoidea Hazen. cf. schwach
 Mesosaprobien.
 Chlorella infusionum (Beyerk.).

Confervales.

Ulothrix subtilis Kuetz. forma.
 Stigeoclonium tenue Ktz. (mit schwieriger Artabgrenzung),
 klingt in die schwach mesosaprobe Zone ab.

Phycomycetes.

Mucor, Gruppe Zygorhynchus.
 Apodya lactea (Ag.) Cornu = Leptomitus lacteus Ag.

Hemiascomycetes.

Endoblastoderma salmonicolor Fischer u. Brebeck und einige
 Torula, wahrscheinlich hierher gehörig.

Eusascomycetes.

Fusarium aquaeductuum Lagerheim.

* * *

2. schwach mesosaprob.

Schizomycetes.

Lampropedia hyalina (Ehrbg.) Schröter.
 Cladothrix dichotoma Cohn.

Schizophyceae.

Oscillatoria limosa Ag.
 „ antliaria Jürgens.
 Phormidium subfuscum Ktz.
 Aphanizomenon flos aquae Ralfs.

Chrysomonadales.

Chrysosphaerella longispina Lauterb.
 Synura Uvella Ehrbg., wenn in Gemeinschaft mit Closterium

acerosum, Brachionus, Rotifer, Actinurus und vereinzelt Exemplaren von Euglena viridis.
cf. Oligosaprobien.

Cryptomonadales.

Cryptomonas erosa Ehrbg.

„ ovata „

Euglenales.

Euglena acus Ehrbg.

„ spirogyra Ehrbg.

„ oxyuris Schmarda.

„ deses Ehrbg.

„ pisciformis Klebs.

„ quartana Moroff.

„ tripteris (Duj.) Kl.

„ velata Klebs.

Phacus caudata Hübner.

Trachelomonas hispida Stein.

„ volvocina Ehrbg.

Colacium vesiculosum (Ehrbg.) Stein.

Peridinales.

Ceratium tetraceros Schrank; kommt auch mit Lamprocystis,
Chromatium Okenii u. a. m. vergesellschaftet vor.

Bacillariales.

Melosira varians Ag. (bevorzugt mineralisierte organische
Substanz).

Stephanodiscus Hantzschianus Grun.

„ „ var. pusillus Grun.

Diatoma vulgare Bory.

Synedra Ulna var. splendens (Ktz.) J. Brun.

„ actinastroides Lem.

„ radians (Ktz.) Grun.

„ Vaucheriae Ktz.

Microneis minutissima (Ktz.) Cleve.

Navicula Brebissonii Ktz.

„ radiosa Ktz.

Navicula cryptocephala Ktz.

„ rhynchocephala Ktz.

„ cuspidata Ktz.

„ mesolepta Ehrbg.

„ amphisbaena Bory.

„ ambigua Ehrbg.

„ atomus Naeg.

- Stauroneis Phoenicenteron Ehrbg.
 Gomphonema tenellum W. Sm.
 " olivaceum Ktz.
 " parvulum Ktz.
 Rhoicosphenia curvata (Ktz.) Grun.
 Nitzschia parvula W. Sm.
 " communis Rabh.
 " stagnorum Rabh.
 " dissipata (Ktz.) Grun.
 " acicularis (Rabh) W. Sm.
 Surirella ovalis Bréb. var. ovata = S. ovata Ktz., auch var.
 minuta und angusta.

Conjugatae.

- Closterium acerosum Ehrbg.
 " parvulum Naeg.
 " moniliferum Ehrbg.
 " Leibleini Ktz.
 Cosmarium botrytis Menegh.
 Spirogyra crassa Ktz.
 " porticalis (Vauch.) Cleve.

Protococcales.

- Carteria cordiformis Dill.
 Chlamydomonas Ehrenbergi Gorosch.
 " Brauni Gorosch.
 " Reinhardi Dang.
 " Kuteinikowi Gorosch.
 " reticulata Gorosch.
 Chlorogonium euchlorum Ehrbg.
 Gonium sociale (Dng.) Warm. = Gonium tetras A. Br.
 Stichococcus bacillaris Naeg; cf. stark Mesosaprobien.
 Chlorococcum botryoides Rabh.
 Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh., besonders, wenn auch
 zahlreiche junge Exemplare vorhanden sind.
 Rhaphidium polymorphum var. aciculare (A. B.) Rab.
 Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. } besonders, wenn
 " acuminatus (Lagh.) Chodat. } massenhaft auch
 " obliquus (Turp.) Ktz. } junge Exemplare
 " bijugatus (Turp.) Ktz. } vorhanden sind.
 Selenastrum bibraianum Reinsch.
 Dictyosphaerium pulchellum Wood.
 " Ehrenbergianum Naeg.
 Chlorosphaera limicola Beyrk.

Confervales.

- Ulothrix subtilis (Ktz.); cf. Oligosaprobien.
 Conferva bombycina (Ag.) Wille.
 Microthamnion Kuetzingianum Naeg.
 Oedogonium species.
 Cladophora crispata Ktz.
 Vaucheria sessilis (Vauch.) D. C.

Florideae.

- Hildenbrandia rivularis (Liebm.) Bréb.

Monocotyledoneae.

- Holodea (Elodea) canadensis R. u. Mchx.
 Lemna minor L.
 „ polyrhiza L.

Dicotyledoneae.

- Ceratophyllum demersum L., wenn in bestimmten Wuchsformen.

III. Oligosaprobien.*Schizomycetes.*

- Chlamydothrix ochracea (Ktz.) Mig.
 Gallionella ferruginea Ehrbg.
 Crenothrix polyspora Cohn.
 Clonothrix fusca Roze.

Schizophyceae.

- Dactylococcopsis raphidioides Hansg.
 Coelosphaerium Kuetzingianum Naeg.
 Gomposphaeria lacustris Chodat.
 Microcystis incerta Lemm.
 Clathrocystis aeruginosa (Ktz.), Henfrey u. a. Microcystis-
 arten.
 Merismopedia glauca (Ehrbg.) Naeg.
 „ convoluta Bréb.
 Oscillatoria anguina Bory.
 „ rubescens D. C.
 „ Agardhii Gom.
 Phormidium inundatum Ktz.
 „ papyraceum (Ag.) Gom.
 Microcoleus subtorulosus (Bréb.) Gom.
 Anabaena flos aquae (Lyngb.) Bréb.
 „ spiroides Kleb.
 Glaucothrix gracillima Zopf.
 Calothrix parietina (Naeg.) Thuret.

Chrysomonadales.

- Chromulina Rosanoffii Woron.
 Mallomonas acaroides Perty.
 „ producta (Zach.) Iwanoff.
 Synura Uvella Ehrbg.; cf. Mesosaprobien.
 Uroglena volvox Ehrbg.
 Dinobryon species.

Euglenales.

- Euglena oblonga Schmitz.
 „ geniculata (Duj.) Schmitz.
 „ minima Francé.
 Phacus longicauda (Ehrbg.) Duj.
 „ pleuronectes Nitzsch.
 „ parvula Klebs.
 „ pyrum (Ehrbg.) St.

Peridinales.

- Gymnodinium palustre Schilling.
 Ceratium hirundinella O. F. Müll.
 Peridinium minimum Schilling.
 „ quadridens Stein.
 „ cinctum Ehrbg.
 „ tabulatum Clap. u. Lachm.
 „ berlinense Lemm.
 „ bipes Stein.
 Gonyaulax apiculata (Pen.) Entz.

Bacillariales.

- Melosira ambigua O. Müll.
 „ granulata (Ehrbg.) Ralfs.
 „ italica Ktz.
 „ Binderiana Ktz.
 „ crenulata Ktz.
 „ arenaria Moore u. a. spec.
 Cyclotella Meneghiniana Ktz.
 „ Kuetszingiana Thw.
 „ comta (Ehrbg.) Ktz.
 Tabellaria flocculosa (Roth) Ktz.
 Meridion circulare Ag.
 Fragilaria virescens Rulfs.
 „ construens (Ehrbg.) Grun.
 „ mutabilis (W. Sm.) Grun.
 Asterionella formosa Hass.
 Synedra acus Ktz.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrbg. u. Varietäten.

Eunotia Arcus (Ehrbg.) Rabh.

Achnanthes exilis Ktz.

Navicula mesolepta Ehrbg.

„ *viridis* Ktz.

„ *maior* Ktz.

„ *gibba* Ehrbg.

„ *dicephala* W. Sm.

„ *inflata* Ktz.

„ *Iridis* Ehrbg.

„ *limosa* Ktz.

„ *gastrum* Ehrbg.

„ *hungarica* Grun.

„ *perpusilla* Grun.

„ *viridula* Ktz.

„ *Clausii* Gr.

Pleurosigma attenuatum (Ktz.) W. Sm.

Gomphonema acuminatum Ehrbg.

„ *capitatum* Ehrbg.

„ *constrictum* Ehrbg.

„ *angustatum* Ktz.

Cymbella Ehrenbergii Ktz.

„ *Cistula* (Hempr.) Kirchn.

„ *lanceolata* (Ehrbg.) Kirchn.

Encyonema prostratum Ralfs.

„ *ventricosum* Ktz.

Amphora ovalis Ktz.

Epithemia turgida (Ehrbg.) Ktz.

„ *Sorex* Ktz.

„ *Zebra* (Ehrbg.) Ktz.

Rhopalodia gibba (Ktz.) O. Müller.

Bacillaria paradoxa Gmelin.

Nitzschia sigmoidea (Ehrbg.) W. Sm.

„ *linearis* (Ag.) W. Sm.

„ *vermicularis* (Ktz.) Grun.

„ *vitrea* Norman.

Cymatopleura elliptica (Bréb) W. Sm.

„ *Solea* (Bréb) W. Sm.

Surirella biseriata Bréb.

„ *splendida* Ktz.

Conjugatae.

Closterium lunula Ehrbg.

- Closterium* *dianae* Ehrbg.
 „ *Ehrenbergii* Menegh.
 „ *areolatum* Wood.
Staurastrum *tetracerum* Ralfs.
Spirogyra *irregularis* Naeg.
 „ *nitida* (Dillw.) Linck.
 „ *gracilis* Ktz.
Mougeotia *genuflexa* (Dillw.) Ag.

Protococcales.

- Chlamydomonas* *angulosa* Dill.
 „ *intermedia* Chod.
 „ *longistigma* Dill.
 „ *pisiformis* Dill.
 „ *variabilis* Dang.
Eudorina *elegans* Ehrbg.
Pandorina *morum* Bory.
Volvox *globator* L.
Carteria *obtusa* Dill.
Lobomonas *Francei* Danj.
Pteromonas *alata* (Cohn) Seligo.
Phacotus *lenticularis* Stein.
Tetraspora *gelatinosa* (Vauch.) Desv.
 „ *explanata* Ag.
Dimorphococcus *lunatus* A. Br.
Rhaphidium *polymorphum* Ktz.; vgl. Mesosaprobien.
Richteriella *botryoides* (Schmidle) Lemm.
Protococcus *botryoides* (Ktz.) Kirchn.
Pediastrum *duplex* Meyen.
 „ *kawraiskyi* Schmidle.
 „ *tetras* (Ehb.) Ralfs.
 „ *Rotula* (Ehb.) A. Br.
Actinastrum *Hantzschii* Lagerh.
Coelastrum *microporum* Naeg.
 „ *reticulatum* (Dang.) Senn.
Sphaerocystis *Schroeteri* Chod.
Hydrodictyon *utriculatum* (L.) Lagerh.
Botryococcus *Braunii* Ktz.

Confervales.

- Ulothrix* *variabilis* Ktz.
 „ *subtilis* var. *variabilis* (Ktz.) Kirchn.; cf. Mesosaprobien.
 „ *zonata* (Web. u. Mohr) Ktz.
Draparnaldia *glomerata* (Vauch.) Ag.

Draparnaldia plumosa (Vauch.) Ag.
Chaetophora elegans (Roth) Ag.
Bulbochaete setigera Ag.
Coleochaete pulvinata A. Br.
Rhizoclonium hieroglyphicum (Ag.) Ktz.
Cladophora glomerata Ktz.
Vaucheria species.

Florideae.

Lemanea torulosa (C. Ag.) Sirodot.
Batrachospermum moniliforme Roth.

Bryophyta.

Fontinalis antipyretica L.
Amblystegium riparium Schimp.

Pteridophyta.

Salvinia natans All.
Isoetes lacustris L.

Monocotyledoneae.

Potamogeton pectinatus L.
 „ *crispus* L.
Lemna trisulca L.

Dicotyledoneae.

Nuphar luteum Sm.
Nymphaea alba L., namentlich die erstere verträgt viel Abwasser, zeigt es aber nicht an.
 Außer den hier aufgezählten gibt es noch viele andere für die Wasserbeurteilung aber weniger wichtige Oligosaprobien.

Literatur.

- LINDAU, SCHIEMENZ, MARSSON, ELSNER, PROSKAUER und THIESING. Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge. XXI. 1901. Supplementheft.
- KOLKWITZ und MARSSON. Grundsätze für die biolog. Beurteilung des Wassers nach seiner Fauna und Flora. Mitteil. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung. Heft 1. 1902.
- MARSSON. Die Abwasser-Flora und -Fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung für die Reinigung städtischer Abwässer. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt. Heft 4. 1904.
- KOLKWITZ. Die biolog. Selbstreinigung der natürlichen Gewässer u. Mycologie u. Reinigung von Abwässern. LAFAR, Handbuch der technischen Mycologie. Bd. III. Kap. 14 u. 15. 1906.
- Weitere Literaturangaben, auch Geschichtliches findet man in diesen Publikationen und den weiteren Heften der Kgl. Prüfungsanstalt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Kolkwitz Richard Gustav Julius, Marsson Maximilian [Karl]

Artikel/Article: [Ökologie der pflanzlichen Saprobien. 505-519](#)