Algen in Gebirgsbächen am Südostrande des Schwarzwaldes

Ökologische und floristische Untersuchungen im Wutach-Gauchach-Naturschutzgebiet

(Mit 1 Kartenskizze, 2 Tabellen, 3 Tafeln und 17 Textabbildungen)

Von Emil Wehrle, Karlsruhe a. Rh.

Inhaltsübersicht

A. Einführung — Seite

1. Geschichtlicher Rückblick 130
2. Anlaß zur Arbeit 131
3. Unerforschte Algenflora 131

B. Allgemeiner Teil (Die ökologischen Grundlagen)

1. Landschaftscharakter und geographische Einordnung 133
2. Geologische Übersicht 135
3. Die höhere Pflanzenwelt 138
4. Klimatische Verhältnisse 140
   a) Temperatur 140
   b) Niederschläge 141
   c) Einstrahlung 143
   d) Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung 144

Hydrographie 145
   a) Wasserführung der Bäche 146
   b) Strahlungs-Einwirkung 146
   c) Wasserbewegung 146
   d) Farbe und Klarheitsgrad des Wassers 146
   e) Temperatur-Haushalt 147
   f) Fisch-Regionen 151
   g) Chemismus 152

Methodisches 152

II. Die einzelnen Gewässer 155
   α) Der Wutach-Oberlauf (WO) 155
   β) Abwasserstrecke Neustadt—Gauchachmündung 157
      aa) Weichwasserzone (WAw) 157
      bb) Kalkungszone (WAh) 160

Seite

γ) Die Gauchach (GO und GS) 161
δ) Wutach unterhalb Gauchachmündung (WG) 163
ε) Die Quellen (Qu) 163
ζ) Moosrasen und Felswände 165
h) Hydrographische Übersichts-Tabelle 166
6. Zusammenfassung des allgemeinen Teils (Ökol. Grundlagen) 167
I. Geographie, Geologie und Klima 167
II. Hydrographie 168
Bemerkungen zur Methodik und Technik 170

C. Spezieller Teil (Algen und Algengesellschaften)

1. Die Algengesellschaften der verschiedenen Gewässer 173
a) Die Wutach von Titisee bis Neustadt (WO) 173
b) Die saure Abwasserstrecke Neustadt—Stallegg (WAw) 180
c) Die kalkige Abwasserstrecke Stallegg—Gauchachmündung (WAh) 186
d) Wutachstrecke Gauchachmündung—Achdorf (WG) 188
e) Die Gauchach oberhalb der Schlucht (GO) 189
f) Schluchtstrecke der Gauchach (GS) 191
g) Die kaltstenothermen, kalkreichen Quellen (Qu) 195
h) Ein Tümpel (Limnokrene) 198
i) Moosrasen und feuchte Felswände 200
k) Ein kleiner Eisenockersumpf 200
2. Besondere Beobachtungen über Lagerbildung, Verbreitung und Gedeihen an einigen makroskopisch auffälligen Algenarten
a) Phormidium autumnale (Gitterlager) 202
b) Phormidium favosum (Gehänge in Quellen) 205
c) Lemanea fluviatilis
I. Obere Verbreitungsgrenze in der Gauchach 207
II. Optimalstandorte 208
3. Zur Statistik der Algenflora des Untersuchungsgebietes 212
4. Einige Bemerkungen zum Problem der Algensoziologie 216
Zusammenfassung des speziellen Teils (Algen und Algengesellschaften) 219

D. Verzeichnisse, Tabellen und Tafeln

1. ABC-Verzeichnis aller Algen des Gebietes mit ökologischen Notizen 224
2. Verzeichnis vorwiegend montaner Diatomeen 279
3. Frequenztafel über die 69 häufigsten und verbreitetsten Algen des Gebietes 279
4. Literaturverzeichnis 281
Bildtafeln I—III mit Erläuterungen

A. Einführung

„Der Raum und das Leben, das ihn erfüllt, gehören untrennbar zusammen."
(Thienemann 1940)

1. Die Geschichte der systematischen Durchforschung von Gebirgsbächen ist relativ jung. Ich greife hier einige Arbeiten heraus, um einen Überblick über ihren Gang zu vermitteln:

Als einer der ersten veröffentlichte Stockmayer (1894) eine Studie über das Leben des Baches, in welcher auch der Algenwelt starke Beachtung geschenkt worden war. Eine Arbeit von Limanowska (1912) ist der Algenflora der Limmat gewidmet. Thienemann (1912) hat Bergbäche des Sauerlandes zoologisch durchforscht und dabei manche Fragen geklärt, die auch für die Algenforschung von großer Bedeutung sind. Geitler (1927) äußerte sich zur Frage der von Algen hervorgerufenen Vegetationsfärbungen in Bächen. Budde (1928) legte ein Gegenstück zu Thienemanns Arbeit von 1912 vor: über die Algenflora des sauerländischen Gebirgsbaches. Ferner müssen zwei weitere Veröffentlichungen Buddes (1932, 1935) hier genannt werden. Die eine beschäftigt sich mit der Algenflora der Lippe und ihrer Zuflüsse, die andere gilt der Eder, deren Quelle 621 m ü. M. liegt und deren Oberlauf Gebirgsbach-Charakter trägt. Jaag (1938) ließ eine große, ausführliche Abhandlung über die Kryptogamen des Hochrheins und des Rheinfalls erscheinen, von welcher der Hauptanteil den Algen dieses interessanten Gebietes zufiel. Im gleichen Jahre kam eine vorwiegend hydrographische vorläufige Mitteilung über die Ybbs heraus (v. Mitis, 1938), einen kalkhaltigen Gebirgsfluß der Ostalpen. Über die Algenflora der im Erzgebirge 775 m ü. M. entspringenden Mulde legte Schroeder (1939) eine hauptsächlich den Diatomeen gewidmete gründliche Arbeit vor.

Auch in einer Reihe zusammenfassender Werke und Abhandlungen werden Fragen der Gebirgsbachflora berührt: Roll (1939) gibt einen Überblick über die historische Entwicklung der Botanik der Fließgewässer, ferner sind zu nennen Ruttner (1940), Brehm (1930), Thienemann (1926), Lampert (1925)

Oltmanns (1923) und die von Thienemann herausgegebene Bücherreihe „Die Binnengewässer", in welcher von verschiedenen Autoren Fragen behandelt werden, die uns hier interessieren.

Über die Gebirgsbäche des Schwarzwaldes hat Schmidle (1893) einiges mitgeteilt. Ökologische Angaben sind nur beiläufig darin enthalten. Es handelt sich hauptsächlich um floristische Bestandaufnahmen. — 22 Jahre später hat sich Rabanus (1915) wiederum mit den Algen in Gebirgsbächen des Schwarzwaldes beschäftigt. Vorwiegend die Dreisam und kleinere Bäche in ihrem Einzugsgebiet waren seine Untersuchungsobjekte, also kalkfreie, leicht saure Gewässer an der Westseite des Gebirges. Die Fragestellungen waren ökologischer und geographischer Art.

Trotz der Tatsache, daß Baden und der Schwarzwald zu den algologisch bestdurchforschten Gebieten Europas gezählt werden dürfen, ist doch die Ökologie und auch die chorologische Verteilung der Bachalgen und ihrer charakteristischen Gesellschaften hier kaum besser bekannt als anderwärts.

Die vorliegende Arbeit hat ein Bergbachgebiet zum Gegenstand, dessen ökologische Verhältnisse von jenen des eigentlichen Schwarzwaldes mit seinen Urgebirgs- und Buntsandsteinlandschaften wesentlich abweichen. Dieses Bergbachgebiet erstreckt sich von der kalkfreien Schwarzwaldzone aus weit in die Muschelkalk- und Jura-Distrikte des südöstlichen Gebirgsrandes hinein und verläuft zum großen Teile in engen, tiefen Talschluchten.

2. Zwei verschiedene Beweggründe haben Anlaß zur Wahl gerade dieses Untersuchungsgebietes gegeben. Einmal wollte ich die früher gewonnenen Ergebnisse aus einem sehr kalkreichen, ruhigen Flachmoore der warmen Oberrheinebene vergleichen mit den Verhältnissen in einem kühlen Gebirgsbach, der aber ebenfalls kalkreich sein sollte. Weiter erhielt ich von den Badischen Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe die Anregung, mich an einer monographischen Erfassung des Naturschutzgebietes der Wutach- und Gauchachschlucht zu beteiligen und hierbei die Bearbeitung der Algen zu übernehmen. Beide Beweggründe verstärkten sich gegenseitig in glücklicher Weise und führten im März 1939 zum Beginn der Untersuchungen für die nun hier fertig vorliegende Arbeit.

3. Über die Algenwelt des in vielen Beziehungen sehr eigenartigen Wutach-Gauchachgebietes ist bisher nur ganz wenig bekannt geworden.

Wohl hat Rabanus (1915) die Wutach- und Gauchachschlucht wenigstens streckenweise begangen und dabei auch Algen gesammelt. Ich glaube das aus einigen seiner Angaben (l. c.) schließen zu können. Eine zusammenhängende Bearbeitung dieser wenigen Funde hat indessen nicht stattgefunden.

Nur für den „Seebach", d. h. für den Oberlauf der Wutach vom Feldberg bis zum Titisee, und auch für diesen See selbst führt Rabanus Literatur und eigene Funde in etwas größerer Zahl an. Auf diese Angaben muß später noch zurückgegriffen werden.

Über den mittleren Lauf der Wutach, von Neustadt abwärts bis zur Grenze unseres Untersuchungsgebietes, sind während einer Reihe von Jahren von der Holzzellstoff- und Papierfabrik Max Egon Fürst zu Fürstenberg in Neustadt wertvolle hydrographische Daten gesammelt worden. Dieses Material hat mir die Direktion des Werkes zur Nachprüfung und Verwendung dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.*)

Daß von seiten der Algenforschung bisher dem interessanten Wutach-Gauchach-Gebiet nur so wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, kann auf mehrere Gründe zurückgeführt werden. Die ökologischen Bedingungen in den Schluchten erschienen wohl zu einseitig, so daß keine längeren Algenlisten erwartet wurden. Auch schreckte die Abwasserstrecke der Wutach während der letztvergangenen 30 Jahre von einer genaueren Beschäftigung mit der Wutachflora ab. Es kommt dann als Grund wohl auch noch der Umstand hinzu, daß dieses ganze Gebiet recht schwer zugänglich ist, insbesondere im Winter, und daß dadurch jede Exkursion zu einem recht mühevollen und anstrengenden Unternehmen wird.

Dennoch bot die eigenartige Landschaft genügend Anreiz zur Bearbeitung ihrer noch unbekannten Algenflora, vorwiegend auch unter ökologischen Gesichtspunkten. Außerdem ließen die zahlreichen, kaltstenothermen Quellen in den Schluchten eine beachtenswerte Bacillariaceenflora erwarten.

Algenaufsammlungen und Wasseruntersuchungen begannen unterhalb des Titisees, umfaßten zahlreiche Nebenbäche und Quellen, erstreckten sich auch auf das Quellgebiet und auf den gesamten Lauf der Gauchach und endeten etwa 7 km unterhalb des Zusammenflusses von Wutach und Gauchach beim Orte Ach-

*) Ich möchte hierfür den Herren Dr. Tiefenthaler und Dr. Hanke noch besonders danken.

dorf. Neben den Wasserläufen und Quellen fanden auch einige Tümpel, feuchte Felswände, Moosrasen und ähnliche Stellen Berücksichtigung. Die Kartenskizze Abb. 1 gibt die ungefähre Begrenzung des gesamten Areals wieder. Das eigentliche Naturschutzgebiet wird also nach mehreren Seiten hin überschritten.

B. Allgemeiner Teil

(Die ökologischen Grundlagen)

1. Landschaftscharakter und geographische Einordnung

Den geographischen Zusammenhang meines Untersuchungsgebietes mit der oberbadischen Landschaft, in welche es eingebettet ist, ersieht man aus dem Kartenwerk 1 : 200 000 des Reichsamtes für Landesaufnahme, Blätter 185 (Freiburg) und 186 (Konstanz) und auch, allerdings in engerem Rahmen, aus der Karte des Schwarzwaldvereins 1 50 000, Blatt 11 (Neustadt) (1931).

Von Freiburg im Breisgau aus, wo ich mein Standquartier hatte, führt die elektrische Höllentalbahn und die Reichsstraße 31 (Freiburg—Wien), beide über rund 65 km, hinauf nach den auf der Hochebene liegenden Dörfern Bachheim und Döggingen. Von hier aus erfolgt der Abstieg in die Schluchten zu Fuß.

Bei der Zufahrt mit dem Kraftwagen verläßt man, von Freiburg kommend, die Reichsstraße 31 hinter Neustadt, um über Lenzkirch—Bonndorf—Münchingen—Ewattingen zur Wutachmühle zu gelangen; von da aus geht man flußaufwärts in die Schluchten.

Der Titisee liegt ostwärts vom Feldberge, dem mit 1500 m ü. M. höchsten Gebirgsstock im Schwarzwalde. Von hier aus fließt die Wutach in einem weiten Hochtale nach Osten, zwischen hohen, fichtenbewaldeten Bergzügen des Schwarzwaldes hindurch. Auf dem weiteren Wege werden diese Berge immer niedriger und gehen schließlich in die wellige Hochebene der Landschaft „Baar" über, während sich der Fluß, die „Wütende Aach", hier in einer ostwärts immer tiefer werdenden, engen, vielfach gewundenen Schlucht weiterbewegt.

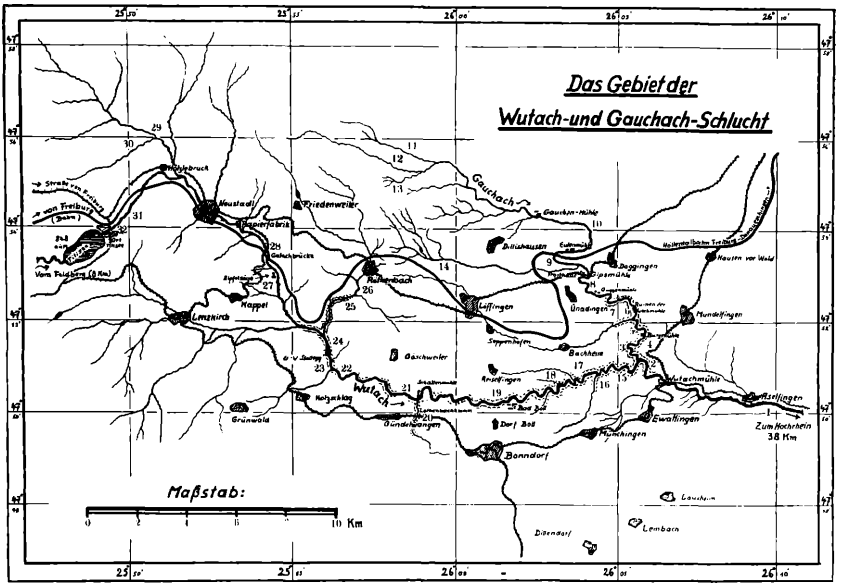


Abb. 1

Besteigen wir einen Hügel, der freien Ausblick über die Baarhochebene bietet! — Weite, leicht wellige Flächen dehnen sich hier aus; sie liegen durchschnittlich etwa 780 m ü. M. Auf ihnen wechseln hellgrüne Weidegebiete mit kleineren Feldfluren von ockerfarbigen Getreideäckern und verschieden großen, dunklen Fichtenwaldstücken vielfältig ab. Dazwischen sind alte, wohlhabende Dörfer verstreut. Die tiefen Schluchten der Wutach und der Gauchach, welche diese Hochfläche durchschneiden, erkennt man im Landschaftsbilde zunächst überhaupt nicht. Erst wenn man, weiterwandernd, unmittelbar über ihren Steilhängen und senkrechten Felswänden ankommt, sieht man 100 bis 150 m tief unten die Wässer südostwärts dem Hochrhein zueilen, teils in brausenden Schnellen und Katarakten, teils in etwas ruhigerem und verlangsamtem Lauf.*)

*) Eine gründliche Einführung in die geologisch-geographischen Eigentümlichkeiten unseres Gebietes gibt: Greiner, C., Geomorphologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der oberen Wutach. Badische Geographische Abhandlungen **17**, Freiburg im Breisgau (Fr. Wagner), 1937.

2. Geologischer Überblick

Fast alle algenökologischen Faktoren eines Gebietes werden von dessen geologischen Verhältnissen mehr oder weniger stark beeinflußt oder bestimmt.

Gute Einsicht in den etwas verwickelten Aufbau unseres Distriktes vermittelt die bewährte Regelmannsche Karte 1 600 000, deren Neuauflage 1938 als geologische Übersichtskarte von SW-Deutschland beim Württembergischen statistischen Landesamt erschienen ist. Zur ersten Orientierung benützen wir die Kartenskizze Abb. 1, S. 134, zusammen mit der nachfolgenden Schilderung*):

Der Hauptfluß, die Wutach, geht aus vom Feldsee, einem 1111 m ü. M. liegenden runden Karsee von etwa 400 m Durchmesser am Osthang des Feldberges. Sie durchfließt nach 9,5 km einen 2 km langen und 0,5—0,75 km breiten Moränen-Stausee, den 847 m ü. M. liegenden Titisee, und gelangt nach zuerst östlicher, dann südlicher Laufrichtung über 85,25 km Gesamtstrecke und nach einem Gefälle von 794,4 m schließlich zwischen Waldshut und Thiengen in den Hochrhein.

Dieser in der vorliegenden Arbeit immer kurz als „Wutach" angesprochene Fluß trägt im Volksmund und auf den geographischen Karten abschnittsweise drei verschiedene Namen.

Der rund 10 km lange oberste Abschnitt vom Feldsee bis zum Titisee heißt „Seebach" — Vom Titisee abwärts wird er auf eine Strecke von etwa 12 km „Gutach" (= die gutartige Aach) genannt. — Mit dem Eintritt in die engere und wildere Talschlucht empfängt er dann seine eigentliche Bezeichnung „Wutach" (= die wütende Aach), um sie bis zu seiner Einmündung in den Hochrhein, also über weitaus den größten Teil seines Laufes, beizubehalten.

Der Seebach schneidet in der Hauptsache Sedimentgneis an; auf etwa 1 km wird dabei der Nordrand des Bärental-Hochfirst-Granitmassivs gestreift. Unterhalb des Feldsees und am oberen Ende des Titisees berührt bzw. durchfließt er saure Sphagnum-Moore, welche ihr braunes, huminsäurereiches Wasser in ihn ergießen.

Die Gutach durchnagt beim Ausfluß aus dem oligotrophen bzw. leicht dystrophen Titisee teilweise die aufstauenden Würm-Moränen.

*) Herr Prof. Dr. habil. A. Göhringer hatte die Güte, dieses Kapitel zu revidieren. Ich möchte meinem hochgeschätzten Kollegen auch an dieser Stelle hierfür bestens danken.

Es folgt dann ein Flußabschnitt in jungdiluvialem und alluvialem Schwemmland auf dem flachen Boden eines breiten Hochtales, etwa 10 km lang und beiderseits von dem aus sauren Gesteinen bestehenden Würm-Moränenmaterial begleitet. In diesem Abschnitt liegen Hölzlebruck und Neustadt.

In den nächsten 5 km seines Laufes durchschneidet der Fluß den Hochfirstgranit und ein schmales Band von Porphyrit und Kulm (den NO-Ausläufer des Lenzkircher Karbon-Grabens), auch hier noch stellenweise eingefaßt von Moränenmaterial aus der Würm-Eiszeit.

Der obere (rote) Buntsandstein, der für die weiteren 7 km das Landschaftsbild und das geologische Kartenbild bestimmt, ist vom Wasser überall vollständig durchnagt worden, so daß der Fluß auf der Sohle seines tiefen Tales immer noch im Granit und Gneis bleibt.

In der Nähe der Schattenmühle, nach etwa 33 km Laufstrecke, tritt die Wutach in den Muschelkalk über, da die gesamten Gebirgsschichten nach NO hin viel stärker einfallen als die Geländeoberfläche. Erst ist es unterer und mittlerer, dann, im eigentlichen Gebiet der engen und tiefen Schluchten, harter, gut gebankter, mächtiger oberer Muschelkalk (Hauptmuschelkalk).

Das bisher leicht saure Flußwasser wird von hier ab nun immer mehr dem Neutralpunkt genähert. Schon vorher, von der Gegend der Rötenbachmündung ab, wird diese Reaktionsänderung langsam vorbereitet: die Seitenbäche und kleineren Rinnsale, die sich nicht bis zum Urgestein herab durchnagen konnten, verlaufen zum Teil noch in den hoch oben liegenden Kalkbänken und führen so dem Fluß spürbare Mengen von gelöstem Kalzium-Hydrokarbonat zu.

Die enge, gewundene, tiefe „Wutachschlucht" im Hauptmuschelkalk zieht sich ostwärts nun etwa 10 km weit hin. Auf diesem Wege sind die umgebenden Hochflächen und Hochränder der Schlucht indessen bereits von Keuper gebildet, zwischen dem an einigen Stellen ältere Donauschotter lagern.*)

Zwischen Gauchachmündung und Wutachmühle beginnt nun ein etwa 5 km langer Flußabschnitt, in welchem erst bunter Lettenkohlenkeuper, mittlerer und bunter Keuper, später Lias- und Dogger-α-Schichten durchschnitten bzw. berührt werden, während

*) Über die frühere Rolle, welche die Wutach als Oberlauf der damals am Feldberg entspringenden Donau gespielt hat, vgl. Göhringer (1909).

der hoch oben liegende Weißjura (Malm) reichlich Schottermaterial durch die Seitenbäche in die Wutach liefert. In dieser Gegend schiebt sich unser Wutach-Gauchach-Flußsystem sehr nahe an die europäische Haupt-Wasserscheide zwischen Rhein und Donau heran.

Auf der 43 km langen Reststrecke von hier aus zum Hochrhein, die schon außerhalb unseres Untersuchungsgebietes liegt, läuft der Fluß streckenweise wieder im Hauptmuschelkalk und das Tal zeigt hier wieder schluchtähnlichen Charakter. Andere, freiere und weitere Talstrecken weisen uns auf den unteren und mittleren Muschelkalk hin.

Es muß hier auch erwähnt werden, daß seit etwa 30 Jahren die Verhältnisse im Hauptfluß Wutach durch die Abwässer eines großen Sulfitzellulosewerkes von Neustadt abwärts ziemlich stark geändert sind.

Die Gauchach, ein linker Nebenbach der Wutach und gleichzeitig der bedeutendste Zufluß, den sie in unserem Gebiet erhält, zieht wegen ihrer Unberührtheit und wegen der Enge und Tiefe ihrer Schlucht unsere Aufmerksamkeit in besonderem Maße auf sich.

Sie ist von den Quellen bis zur Mündung in die Wutach 20,5 km lang; ihr Gesamtgefälle, das sie auf diesem Wege durchmißt, beträgt 390 m.

Auch die Gauchach kommt, wie die Wutach, aus kalkfreien Quellgebieten. Diese liegen an der Grenze des Buntsandsteins gegen das Bregtal-Granitmassiv. — Alle ihre späteren Zuflüsse entspringen dann aber dem Hauptquellhorizont der Baarlandschaft, d. h. der Grenzfläche, deren Liegendes der wasserundurchlässige, weil tonige mittlere Muschelkalk ist und deren Hangendes dagegen aus dem zerklüfteten, rein kalkigen, wasserdurchlässigen oberen Muschelkalk besteht. Alle diese Quellwässer sind reich an gelöstem Kalziumhydrokarbonat.

Während der Mittelabschnitt der Gauchach in weitem Talgefilde noch unteren und mittleren Muschelkalk durchfließt, verläuft ihr letzter 4 km langer Abschnitt im hier wesentlich tiefer liegenden, harten, gebankten oberen Muschelkalk. In diesen oberen Muschelkalk hat der Bach sich eine tiefe Schlucht mit senkrechten Felswänden eingesägt, ohne ihn aber schon völlig durchsunken zu haben. So kommt es, daß auf der ganzen Schluchtstrecke nicht nur die Seitenwände, sondern auch der Bachgrund aus den festen, harten Muschelkalkfelsen bestehen.

Quer zum Bachlauf liegende kleine Verwerfungen brachten auf dieser Strecke mehrere 1—3 m hohe Katarakte zustande. Aus den Felswänden fließen am Grunde der Schlucht überall wasserreiche, kaltstenotherme Quellen, die besonders während längerer Trockenperioden in ihrer Gesamtheit einen erheblichen Beitrag zur Wasserführung der Gauchach leisten, um so mehr, als ihre Schüttung sehr konstant ist.

Die Hochfläche über den Schluchten ist fast frei von Wasserläufen. Auch Quellen fehlen hier oben zumeist. Die wenigen vorhandenen versiegen in trockenen Sommern oft oder gehen in ihrer Schüttung außergewöhnlich stark zurück. Der Kalkuntergrund der Landschaft läßt nach jedem Regen das Wasser sehr schnell in die Tiefe sinken; damit geht es für das Gebiet der Hochebene verloren.

Die alten, lebenswichtigen Mühlen mußten ehemals alle an den einzigen größeren Wasserläufen, d. h. im Grunde der Schluchten, erbaut werden. Daß sie da nur auf schwierigen Saumpfaden und gefährlich steilen Wegen erreichbar waren, blieb unabänderlich. Auch mußte man die ständige Drohung reißender Hochwässer in Kauf nehmen, von deren verheerender Wirkung noch heute die von Moos und Gesträuch überwucherten Ruinen der Lochmühle in der Gauchachschlucht zeugen. — Die Hangkanäle dieser nun zerfallenen und verlassenen Mühlen werden aber immer noch benützt, und zwar von kleinen Pumpstationen, die, völlig sich selbst überlassen, mit der Antriebskraft einfacher Wasserräder Trinkwasser in die Dörfer der trockenen Kalkhochebene hinaufpumpen.

3. Kurzer Blick auf die höhere Pflanzenwelt im Arbeitsgebiet

Wo der Bach auf der Sohle der Schluchten neben der Felswand ein Stück Boden frei läßt oder wo ein Steilhang eine Strecke weit Humusbedeckung trägt, finden wir Schluchtwaldbestände mit *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn) und *Fraxinus excelsior* (Esche). Eine typische Charakterart solcher Schluchtwälder, *Lunaria rediviva* (Silberblatt), ist überall in ansehnlicher Menge anzutreffen. Die Gesellschaft wurzelt in stets durchnäßtem, schwarzem Humus, der stark von kantigem Muschelkalkschotter durchsetzt ist.

In nassem Quellgrund stehen überall große Bestände von *Equisetum maximum* (Riesenschachtelhalm), der mancherorts hier über 2 m hoch wird. *Petasites officinalis* (Pestwurz) ist stellenweise in

gewaltigen Massen und mit auffallend großen Blättern entwickelt, die auf mannshohen Stielen stehen. Auch *Petasites albus* findet sich da und dort. — Gesimse und Spalten der Felswände weisen *Campanula pusilla* (Zwergglockenblume) und *Asplenium viride* (grünen Strichfarn) auf; zusammen mit der hier häufigen *Astrantia major* (Sterndolde), mit *Lonicera alpigena* (Alpengeißblatt) und anderen deuten diese auf das alpine bzw. subalpine Element hin, das sich ebenso in der Algenflora zeigt. — Der phänologische Frühling verspätet sich hier in den Schluchten in der Regel um 2—3 Wochen, bisweilen auch noch etwas länger.

In den Gebieten der oberen Wutach, ebenso in den Quellgebieten der Gauchach, ist das Vegetationsbild natürlich völlig anders; Kalk fehlt hier, auch die klimatischen Bedingungen sind stark verschieden. Wir treffen neben dem Bach *Picea excelsa* (Fichte), *Sorbus aucuparia* (Vogelbeere), *Alnus viridis* (Grün-Erle), *Filipendula ulmaria* (Wiesenkönig), *Aconitum napellus* und *A. lycoctonum* (blauen und gelben Eisenhut), *Achillea ptarmica* (Sumpfschafgarbe) und viele andere.

Im Bereich der mittleren und zum Teil der oberen Gauchach lenken die Aufmerksamkeit weiter noch auf sich *Gentiana verna* (Frühlingsenzian), der hohe, in gewaltigen Beständen auch am Feldberg beheimatete *Gentiana lutea* (gelber Enzian), ferner *Cirsium eriophorum* (Woll-Kratzdistel), *Lilium martagon* (Türkenbund) und *Peucedanum oreoselinum* (Bergpetersilie). An den kleinen Quellbächen steht hier überall massenhaft *Mentha aquatica* (Wasserminze).

Die Fichtenwälder der Baarhochebene über den Schluchten mit ihren großen Beständen an *Mnium undulatum* (wellblätterigem Sternmoos) bergen eine Reihe hoher botanischer Kostbarkeiten: nicht nur unsere größtblütige europäische Orchidee, *Cypripedium calceolus* (Frauenschuh), kommt hier vor, sondern auch die sehr seltenen bleichen Moderorchideen *Coralliorrhiza innata* (Korallenwurz) und *Epipogon aphyllus* (Ohnblatt). — Trotz der bedeutenden Höhenlage gedeiht hier überall auf den Feldfluren der beste Weizen ganz vorzüglich.

Mit diesen wenigen Angaben mag der biologische Charakter unseres Untersuchungsgebietes insoweit hinreichend umrissen sein, als er uns einen Hinweis auf die zu erwartenden Wasserqualitäten und die entsprechende Algenflora geben kann.

4. Über die Klimaverhältnisse im Gebiet

a) Temperatur

Unser Untersuchungsgebiet liegt in jener Übergangszone, in welcher das stark ozeanisch getönte, feuchte, ausgeglichene Klima des südlichen Hochschwarzwaldes übergeht in das extremere, trokkenere, mehr „kontinentale" der östlichen Schwarzwaldabdachung und der Baarhochebene.

Leider sind mir keine systematischen Klimauntersuchungen aus den Schluchten bekannt geworden; ich glaube auch nicht, daß solche je gemacht worden sind, obwohl die genaue Kenntnis der hier herrschenden eigenartigen klimatischen Bedingungen für die biologische Forschung außerordentlich wertvoll wäre.

Zur annähernden Beurteilung des weiteren klimatischen Rahmens, in den unser engeres Gebiet gestellt ist, sind wir auf die Daten der Beobachtungsstation Donaueschingen angewiesen, welche in 677 m Meereshöhe etwa 30 km Luftlinie in ostnordöstlicher Richtung vom Zentrum unseres Gebietes entfernt auf der freien Baarhochfläche liegt.

Nach 20jährigen Messungsserien (1886—1905) weisen dort die Monatsmittel des Januars die niedrigsten Werte des Jahres auf: 7^h-Mittel = — 5,4 °; 14^h-Mittel = + 1,5 °; 21^h-Mittel = — 4,1 °, so daß wir als Januarmittel überhaupt — 3,8 ° erhalten.

Für den Juli als wärmsten Monat lauten die entsprechenden Werte: 7^h-Mittel = 14,2 °; 14^h-Mittel = 20,2 °; 21^h-Mittel = 14,9 ° und danach als Juli Mittelwert überhaupt 16,1 °

Zum Vergleich seien die Mittelwerte des jeweils wärmsten und des kältesten Monats zweier weiterer Stationen angegeben: Karlsruhe in der Oberrheinebene, 120 m ü. M.: + 0,7 ° bzw. 18,8 °; Todtnauberg, südwestlich vom Feldberg (der Ort liegt in einem Hochtal), 1027 m ü. M.: — 2,2 ° bzw. 13,8 ° [Aus Peppler (1924) nach Bartsch (1940).]

Vergleichen wir die Amplituden zwischen den jeweiligen extremsten Monatsmittelwerten für die genannten drei Beobachtungsstationen, dann ergibt sich:

Station	Amplituden zwischen den extremsten Monatsmitteln
1. Baarhochebene (Donaueschingen, 677 m ü. M.)	19,9 °
2. Oberrheinische Tiefebene (Karlsruhe, 120 m ü. M.)	18,1
3. Hochschwarzwald (Dorf Todtnauberg, 1027 m ü. M.)	16,0 °

Das uns interessierende Temperaturklima der Baarhochebene zeigt also ausgeprägte Extreme und ist mit einem Jahresmittel von 6,1 ° ausgesprochen kühl. Ähnliche Verhältnisse gelten, wenn auch in gemildertem Maße, für die Ostabdachung des Schwarzwaldes.

Nun stellen allerdings die Schluchten inmitten dieses Gebietes Klimainseln besonderen Charakters dar. — Auch bei verhältnismäßig kurzdauernder Beobachtung fällt dort eine gewisse Milderung der Temperaturextreme auf; in Verbindung mit der starken Abschwächung der Winde erlangt das für die gesamte Pflanzenwelt besondere Bedeutung. — Die Luftfeuchtigkeit ist stets hoch und kann besonders in den Sommermonaten Höchstwerte erreichen. Dagegen ist das gesamte Strahlungsklima stark abgeschwächt. Die Frühjahrs-Erwärmung ist verzögert: der phänologische Frühling setzt in den Schluchten um 2—3 Wochen später ein als im umliegenden Gebiet, bisweilen gibt es auch noch längere Verzögerungen. Reste der an den überrieselten Felswänden sich bildenden riesigen Eiszapfen-Orgeln bleiben bis in die zweite Maihälfte bestehen. Demgegenüber zeigen einige Kalkfelswände, die an geeigneten Schluchtkrümmungen mehr der Sonne ausgesetzt sind, infolge der Windstille schon Anfang März oft hohe Erwärmung und man kann dort zu dieser Zeit bereits Trauermantel und Zitronenfalter sich sonnen, und ein reiches sonstiges Insektenleben sich entfalten sehen. Kaum zwei Schritte daneben stapft man dann wieder durch metertiefen Schnee.

b) Niederschläge

Im Einzugsgebiet der Wutach und der Gauchach sind die Niederschläge recht ungleichmäßig verteilt.

Der Oberlauf der Wutach, der „Seebach", kommt aus Zonen hoher Jahresniederschläge, die dort 1200 bis 1800 mm betragen. Es handelt sich hier noch um Gegenden atlantisch getönten Gebirgsklimas in Höhen von 850 bis 1400 m ü. M.

Ostwärts, im Regenschatten des Hochschwarzwaldes, nehmen die Niederschlags-Jahresmengen rasch ab. Sie unterschreiten etwa zwischen Zipfelsäge und Schattenmühle (vgl. Abb. 1) die 1000-mm-Grenze. — Das ganze übrige ausgedehnte Flußgebiet der Wutach einschließlich der Gauchach weist Jahresniederschläge zwischen 800 und 900 mm auf.

Diese Niederschläge entsprechen etwa jenen am Westfuße des Schwarzwaldes auf einer Linie Lörrach—Freiburg—Offenburg—

Rastatt in einer Durchschnittshöhe von 195 m ü. M. Sie sind immerhin noch fast doppelt so hoch wie jene der „Trockeninsel" Kolmar, die, in der Rheinebene im Regenschatten der Vogesen gelegen, durchschnittlich nur 500 mm Jahresniederschläge erhält. — Andererseits betragen sie weniger als die Hälfte von jenen, welche dem „ozeanischen" Hochschwarzwald zukommen, wo auf dem Feldbergmassiv die 2000-mm-Grenze fast erreicht und auf der etwas niedrigeren, weiter nördlich gelegenen Hornisgrinde sogar überschritten wird. Hier befinden wir uns allerdings auch im (nach den Alpen) regenreichsten Gebiete Deutschlands.

In unserem Flußgebiet ist der Juli der Monat der höchsten Niederschläge. Die Station Donaueschingen gibt einen Julidurchschnitt aus einer 15jährigen Messungsserie von 82,7 mm an. Dieser Wert dürfte sich weiter westlich, in größerer Schwarzwaldnähe, noch erhöhen.

Als niederschlagsärmster Monat hat sich der Februar erwiesen, der es im Mittel nur auf 37,7 mm bringt, also auf weniger als die Hälfte des Julidurchschnittes.

Die hohen Niederschlagsmengen der Sommermonate gehen zum großen Teil als kurze, aber manchmal sehr heftige Gewitterregen nieder. Diesen gegenüber versagt auch die relativ große Durchlässigkeit der Muschelkalklandschaft, so daß es fast regelmäßig mehrmals im Sommer zu bedeutenden Hochwasserfluten in den Schluchten kommt.

Auch bereits in der Urgebirgs- und Buntsandsteinlandschaft der oberen Wutach sind die Schwankungen in der Wasserführung der Bäche recht beträchtlich, obwohl dort eine durchgängig stärkere Bewaldung und die durch größere Höhenlage bedingte Verlangsamung der Schneeschmelze stark ausgleichend wirken. Dem Material des Zellulosewerkes Neustadt entnehme ich eine Amplitude in der Wasserführung der Wutach (hier Gutach) zwischen 0,056 m^3/sec. und 7,36 m^3/ sec., ohne daß hierbei besondere Extremfälle eingerechnet wären. Wir stellen also bei hohem Wasserstande das rund 13fache an Wasserführung gegenüber Niedrigwasser fest. Dabei ist zu bemerken, daß diese schroffen, oftmals in wenigen Stunden zustande kommenden Änderungen fast ausschließlich auf Rechnung der Nebenbäche zwischen Titisee und Neustadt zu setzen sind, da der Seebach selbst im regulierten Titisee einen starken Ausgleich seiner Wasserführungsschwankungen erfährt.

In ähnlicher Weise, nur noch schroffer und zwischen relativ noch weiter auseinanderliegenden Extremwerten, vollziehen sich die Wasserführungsschwankungen in der Gauchach, da hier nicht nur ein ausgleichendes größeres Seebecken fehlt, sondern auch die Bewaldung nur einen kleinen Bruchteil von jener beträgt, die wir im oberen Wutachgebiet antreffen. — Dementsprechend sind die plötzlichen Hochwasserfluten in der Gauchachschlucht gefährlich. Stege werden fast alljährlich fortgerissen, die Lochmühle mit allen ihren Gebäuden wurde von ihnen in Trümmer gelegt und nach Aussage des zuständigen Fischerei- und Jagdaufsehers wird auch der Fischbestand, besonders die Forellenbrut, oft erheblich geschädigt. Daß auch unter der Algenflora unter diesen Umständen eine scharfe Auslese getroffen wird, ist sicher.

Diese Hochwasserfluten sind nicht streng auf den Sommer beschränkt. Wenn auch auf den höchsten Bergzügen des Schwarzwaldes eine geschlossene Schneedecke meist bis gegen Mitte Mai erhalten bleibt und das Abschmelzen dann nur allmählich bis in den August hinein erfolgt, so können doch, besonders weiter östlich auf der weniger bewaldeten Baar, die um Weihnachten und Neujahr nicht seltenen Warmlufteinbrüche (Föhn) auch in den niederschlagsarmen Monaten oft erhebliche Schmelzwasserfluten verursachen.

c) Einstrahlung

Ein sehr stark auslesender ökologischer Faktor für die Algenvegetation ist das eigenartige Einstrahlungsklima innerhalb der Schluchten. Es kann sich hier nur darum handeln, ein allgemeines Urteil im Umriß zu gewinnen.

Trotz der Trübung und gelegentlichen Färbung des Wutachwassers und trotz der auf allen stärkeren Gefällstrecken gegebenen Schaumstruktur insbesondere des Wassers der Gauchach ist die Strahlungsabsorption infolge der geringen Tiefe im allgemeinen nur gering, wenn sie den Algen, die am Grunde des Baches wachsen, auch immerhin einige Prozent der aufs Wasser treffenden Strahlungsenergie wegnehmen dürfte.

Um so einschneidender wirkt der Umstand, daß die hohen, senkrechten Felswände und die auf einigen Strecken vorhandenen steilen Böschungswinkel der Talhänge die direkte Sonneneinstrahlung weitgehend abschirmen. Infolgedessen besteht an zahlreichen Stellen besonders der in der Hauptsache nord-südlich verlaufenden, engen, tiefen und stark gekrümmten Gauchachschlucht die Gesamt-

einstrahlung fast nur aus der diffusen Strahlung desjenigen Ausschnittes des Himmelsgewölbes, der aus der Tiefe der Schlucht noch zu sehen ist. Zu bestimmten Stunden sonniger Tage pflegt diese relativ geringe Lichtmenge vermehrt zu werden durch das Reflexionslicht von den obersten, direkter Besonnung ausgesetzten Partien der hellen Kalkfelswände der Schlucht. Diese Vermehrung ist aber, weil zeitlich eng begrenzt, in ihrer Wirkung nur gering.

Eine weitere sehr beträchtliche Lichtabschirmung wird durch die im Sommer dicht belaubten, im Winter immerhin durch ein enges Zweiggewirr wirksamen Bäume des Schluchtwaldes herbeigeführt, die an manchen Stellen ihre Kronen über dem Bach zusammenschließen. An derartigen Plätzen beträgt die den Algen im Wasser zukommende Lichtenergie nur einen sehr geringen Bruchteil von jener, welche etwa einer auf der freien Hochfläche über den Schluchten wachsenden Pflanze zur gleichen Zeit und unter denselben Witterungsbedingungen zur Verfügung steht.

Gerade solche Orte geringster Einstrahlung erwiesen sich aber, das sei vorgreifend bemerkt, als bevorzugte Siedelungsplätze z. B. der Rotalge *Lemanea fluviatilis,* die hier in einer Üppigkeit gedeiht, wie sie, sowohl was Individuenzahl als auch Ausbildung der einzelnen Pflanze betrifft, bisher aus weiterem Umkreis noch niemals bekannt geworden ist.

Dieses so stark herabgesetzte Einstrahlungsklima der Gauchachschlucht hat auch zur Folge, daß selbst in den wärmsten Hochsommermonaten die Wassertemperatur des Baches auf der untersuchten Strecke niemals in meßbarer Weise ansteigt.

Die unter vielfachen Krümmungen im allgemeinen west-östlich ziehende Schlucht unseres Hauptflusses, der Wutach, zeigt etwas andere Verhältnisse. Sie erhält, auf Grund ihrer allgemeinen Laufrichtung (abgesehen von entsprechenden Krümmungsstücken), wesentlich mehr direkte Sonneneinstrahlung. Das ist auch mitbedingt durch die durchschnittlich weniger steilen Wände und Gehänge und durch ihre durchschnittlich größere Breite. Vor allem ist es hier die Vormittagssonne, welche infolge der ostwärtigen Gefällrichtung des Flußlaufes die kleinen Katarakte und gröberen Bachgerölle an der Sturzseite des Wassers unmittelbar trifft.

d) Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung

Die relative Luftfeuchtigkeit ist in der Tiefe der Schluchten und besonders wieder in der Gauchachschlucht stets hoch und dürfte

sich während sehr vielen Tagen des Jahres nahe an der Sättigungsgrenze bewegen. Dieser Schluß ist aus einer Reihe von Beobachtungen gezogen, so z. B. der steten vollen Turgeszenz der Moose, der immerwährenden leichten Feuchtigkeitsschicht auf den beschatteten Felswänden und der in der Schlucht herrschenden starken Neigung zur Nebelbildung. Diese Nebel lagern häufig bis in den späten Morgen hinein und auch bereits am frühen Abend in der Schlucht und verstärken ihrerseits, auch wenn sie nur wenige Meter mächtig sind, die im vorigen Abschnitt besprochene Einstrahlungs-Abschirmung.

Die Luftbewegungen sind gering. Winde, die über die Baarhochfläche wehen, finden in die Schluchten kaum Zugang. Man kann es erleben, daß heftige Sommergewitter mit lauten Donnerschlägen über die Schlucht hinziehen, kann dabei die Wälder auf den Hochrändern der Schlucht stark im Winde rauschen hören und trotzdem feststellen, daß in der Tiefe der Schlucht kein Blatt sich regt und eine leichte Nebelschicht unbewegt liegen bleibt.

5. Hydrographie

Die natürlichen Gewässer sind alle mehr oder weniger voneinander verschieden; jedes hat seine Individualität, jedes bietet dem in ihm vorhandenen Leben wieder andere Konfigurationen chemisch-physikalischer Bedingungen. Diese Bedingungs-Komplexe in ihren Hauptzügen zu kennen, ist Voraussetzung für jedes ökologische Urteil.

Wenn auch die Schluchten unserer beiden Hauptgewässer, der Wutach und der Gauchach, geographisch gesehen einander sehr ähnlich sind, so stellen dennoch die beiden Bäche zwei grundsätzlich verschiedene Biotope dar.

Es sind ökologisch entscheidende Faktorengruppen, in denen die beiden Gewässer voneinander abweichen:

Die Gauchach hat eine hohe Karbonathärte aufzuweisen, die Wutach dagegen nur eine relativ bescheidene.

Die Gauchach ist ausgesprochen sommerkalt, während infolge der Einschaltung des Titisees die Wutach sommerwarm ist.

Die Gauchach ist ein typischer Reinwasserbach, die Wutach hingegen ist weithin durch Industrieabwässer verschmutzt.

Im folgenden sollen unsere beiden Hauptgewässer daher vergleichsweise abgehandelt und einander gegenübergestellt werden:

Die Angaben über

a) Wasserführung und Wasserführungsschwankungen (S. 142) und

b) Strahlungseinwirkung (S. 143)

finden sich bereits im Abschnitt 4 (Klimaverhältnisse im Gebiet).

c) Strömung

Während die Gauchach ein durchschnittliches Gefälle von 1 50 aufweist (im Schluchtgebiet aber noch stärker fällt), zeigt die Wutach nur ein solches von 1 100. Das ergibt für die Gauchach eine beträchtlich höhere durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit. In ihr wiegen die lotischen Biotope durchaus vor, während in der Wutach an zahlreichen Stellen sich lenitische Abschnitte finden, die bis mehrere hundert Meter lang sein können. Das hindert allerdings nicht, daß auch in der Wutach viele Strecken eingeschaltet sind, auf denen das Wasser brausend in Stromschnellen über große Felsblöcke hinabschießt. (Vgl. Abb. 3 und 8.)

In allen Abschnitten beider Bäche ist die Strömung stark turbulent, so daß überall eine völlige Durchmischung des Wassers stattfindet und Unterschiede im Bachquerschnitt selbst bei der Einmündung von Seitenbächen nur auf wenige Meter zu bemerken sind.

Die Durchlüftung kann bereits in der etwas weniger lebhaften Wutach als sehr ausgiebig bezeichnet werden, während sie in der wilderen Gauchach außergewöhnlich stark ist. Hier ist auch die mechanische Wirkung des Wassers fast überall sehr heftig; lenitische Biotope sind spärlich und klein und auf einige Stellen oberhalb von Katarakten, auf den Rand größerer Kolke und auf Gleithänge an der Innenseite von Krümmungen beschränkt. Demgegenüber weist die Wutach zahlreiche Stellen geringer mechanischer Wasserwirkung auf; es gibt dort lenitische Orte, an denen sich selbst feinster Detritus und Schlamm ansammeln kann.

d) Wasserfarbe, Klarheitsgrad

Das Wasser der Gauchach ist farblos und bei normalem Wasserstande völlig klar. Hochwasserfluten bewirken aber eine so starke hell graubraune Trübung, daß die Secchischeibe schon in 8—10 cm Tiefe verschwindet.

Die Wutach zeigt ab Neustadt, auch bei normalem Wasserstande, zum mindesten schwache bis mittlere Opaleszenz. Ihre

Wasserfarbe ist hier in größerer Schichtdicke leicht braungrau. Zwischen Titisee und Neustadt ist das Wasser hingegen klar und in mächtigerer Schicht höchstens sehr leicht teegelb.

Unterhalb Neustadt bis zum Ende unserer untersuchten Flußstrecke schwimmt überall, in etwa handgroße, elfenbeinfarbige Flocken zerteilt, eine mehr oder weniger starke Schaumtrift, die sich gelegentlich am Rücklauf von Kolken zu mehrere Quadratmeter großen Schaumdecken vereinigen kann. An allen Wasserabstürzen und Stromschnellen wird der Schaum erneuert und vermehrt; erst einige Kilometer oberhalb der Gauchachmündung ist, scheinbar infolge fortschreitender Oxydation organischer Bestandteile, eine deutliche Abnahme des Schaumes zu bemerken.

Bisweilen kommt es, besonders wenn im Sommer nach niedrigem Wasserstand das Wasser wieder plötzlich steigt, zu einem „Pilztreiben" der Chlamydobakterie *Sphaerotilus natans,* welches dann das Wasser ziemlich stark graurosafarbig trüben kann. Auch Tüpfeltracheiden von *Picea excelsa* sind an dieser Trübung mit beteiligt. Jene häufigeren, starken braunroten Trübungen, welche nach heftigen Regengüssen in der Wutach auftreten, rühren dagegen von feinem Gesteinsmaterial her, das durch die Seitenbäche aus dem Buntsandsteingebiet zwischen Neustadt und Rötenbach unserem Flusse zugeführt wird.

e) Temperaturverhältnisse im Wasser

Auch der Wärmehaushalt der Gewässer vermag weitgehend über das Bild — sogar das makroskopische — ihrer Algenflora zu entscheiden, ganz besonders unter den hier im Gebirge herrschenden Verhältnissen.

Es gibt einige wichtige Voraussetzungen für den Temperaturgang in unseren untersuchten Gewässern:

1. Das Jahresmittel der Lufttemperatur ist im Einzugsgebiet unserer Bäche relativ kühl und dürfte zwischen 6 ° und 7 ° liegen (Donaueschingen 6,1 °).

2. Die Einstrahlung ist in den Schluchten (besonders der Gauchachschlucht) so stark abgeschirmt, daß durch sie selbst im Hochsommer eine meßbare Erwärmung des Wassers nicht mehr stattfindet.

3. Die Gauchachschlucht weist eine sehr große Zahl kaltstenothermer Quellen mit einer hohen Gesamtschüttung auf. Diese Gesamtschüttung beträgt schätzungsweise etwas über 30 % der

normalen Wasserführung der Gauchach, welche aus dem freieren und stärker bestrahlten Tal oberhalb des Schluchtgebietes zufließt. Die Temperatur dieses Quellwassers liegt in seiner Gesamtheit um 8,5 ° und es macht durch seine große Menge den Schluchtlauf der Gauchach zu einem oligothermen, sommerkalten Bache im Sinne Ruttners *).

4. Demgegenüber verfügt die Wutach über das große Vorwärmbecken des Titisees, welcher im Sommer in der klaren Gebirgsatmosphäre voller Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Dadurch wird dieser Wasserlauf, besonders auf der interessanten Strecke zwischen Titisee und Neustadt, zu einem „sommerwarmen" Bache.

Im einzelnen ergab sich folgendes: Der Ausfluß der Wutach aus dem Titisee ist durch ein Wehr abgeschlossen und wird (im Zusammenhange mit der Verwendung eines Teiles des Seebach-Wassers für das Schluchsee-Großkraftwerk) reguliert. Das abfließende Wasser verläßt den See durch eine mächtige Eisenrohr-Leitung und ein Haus mit Regulierschiebern und entstammt einer Tiefe von etwa 1,50 m unter dem infolge der Regulierung nur wenig schwankenden Seespiegel.

Dieses abfließende Wasser (also nicht abgesaugtes Oberflächenwasser, wie es bei einem natürlichen Seeausfluß sein würde!), zeigte beispielsweise bei Messungen über Mittag folgende Temperaturen: Januar (See mit dicker, aber tauender Eisschicht bedeckt): 0,1 °; Mai: 10,0 °; Juli: 18,2 °; August: 17,8 ° Die Temperaturangaben einer etwa $^1/_4$ km entfernt liegenden Badeanstalt, die mit an der Oberfläche schwimmendem Thermometer gemessen wurden, lagen im Sommer durchweg höher, interessieren hier aber nicht weiter.**)

Die Temperatur des Bachlaufes bis Hölzlebruck entsprach jeweils sehr genau den am Seeausfluß gemessenen Temperaturen. — Etwa von Hölzlebruck, d. h. vom Zufluß des ersten größeren Seitenbaches, der Langenordnach, ab ergeben sich dann Differenzen. Sie äußern sich in dem Sinne, daß winters durch diesen und die folgenden, mehr stenothermen Seitenbäche eine leichte Temperaturerhöhung (1—2 °), sommers dagegen eine entsprechende Temperaturerniedrigung herbeigeführt wird. Messungen ergaben z. B. für den Langenordnach-, Joostal- und Schildwendebach

*) Vgl. u. a. Ruttner (1940), S. 143.

**) Scheffelt (1909) gibt als Oberflächen-Jahresmaximum 18 ° für Ende August an.

Mitte August an einem sehr heißen und klaren Tage trotz stärkster Einstrahlung in den weiten und offenen Wiesen-Hochtälern Temperaturen von 13,8—14,0 °. Am gleichen Tage betrug unter den gleichen Umständen die Temperatur des aus dem Titisee ausfließenden Wassers 17,8 °. Ähnlich verhält es sich mit allen weiteren Nebenbächen der Wutach. — Am selben Augusttage, einem typischen Hochsommertag, betrug die Wutach-Wassertemperatur bei der Lenzkircher Straßenbrücke oberhalb der Station Kappel der Höllentalbahn (Ort Nr. 28 der Abb. 1) 15,0 ° Von hier ab flußabwärts blieb dann diese Temperatur annähernd erhalten bis zum Ende unserer Untersuchungsstrecke; die letzten Messungen wurden allerdings einige Stunden später gemacht, doch dürfte der zu dieser Messungsfahrt benutzte Kraftwagen der Wassergeschwindigkeit wohl zuvorgekommen sein, trotz der notwendigen, sehr weiten Umwege. Den Grund für das weitere Gleichbleiben der Temperatur erblicke ich darin, daß sich die leichte Abkühlung durch die Seitenbäche und die Erwärmung durch Einstrahlung und lebhafte Mischung des Wassers mit der warmen Sommerluft annähernd die Waage halten.

Wenn sich auch durch die eben erörterten Umstände der Charakter der Wutach als „sommerwarmem" Bach wieder etwas mindert und wenn auch zwischen Wutach und der Gauchach als „sommerkaltem" Bach die Temperaturunterschiede nicht so stark sind wie etwa in entsprechenden Gebieten der Alpen, so bleibt doch die Verschiedenartigkeit dieser beiden Wässer deutlich genug und prägt sich auch in der Algenbesiedelung sehr schön aus.

Zu erwähnen bleibt noch, daß die geschilderten Temperaturunterschiede innerhalb des Wutachlaufes und auch die Unterschiede dieses Flusses gegenüber der Gauchach nur im Sommer und Frühherbst so deutlich sind, daß jedoch im Spätherbst bis Winterbeginn bzw. gegen Mitte Mai, jeweils auf wenige Wochen, fast jede Differenzierung verschwindet: das ist dann der Fall, wenn das Titiseewasser im Zuge seiner spätherbstlichen Abkühlung bzw. frühjährlichen Erwärmung den Temperaturbereich der Quellbäche der Gegend (um 10 °) durchschreitet.

Wir haben übrigens in unserer Algenwelt einen überaus empfindlichen Indikator für den Temperaturgang im sommerwarmen Bach: die Chrysophycee *Hydrurus foetidus* Kirchner, deren Ruhezellen sehr feste, knorpelige, wie Bäumchen reich verzweigte Gallert-

lager bilden, die hier über 20 cm groß werden können. Diese Alge ist im Bachabschnitt unterhalb des Titisees im Winter und besonders im Frühjahr sehr reichlich vorhanden, während sie gegen Ende Mai, Anfang Juni hier völlig verschwindet, sobald die Wassertemperatur 16—17 ° überschreitet. — In kaltstenothermen Quellbächen des Gebietes bleibt sie hingegen viel länger makroskopisch sichtbar erhalten.

Für die Gauchach ist das Temperaturbild ebenfalls recht eigenartig, bleibt jedoch leicht erklärbar. Etwa zwischen der Gauchenmühle und dem Beginn der engen Schlucht (vgl. Abb. 1) erwärmt sich der Bach im Sommer, wenn auch seine Quellbäche sommerkalt sind. Auf dieser Strecke durchfließt er den freien, weiten Talabschnitt des mittleren Muschelkalkes langsamer und flacher und ist dabei oft stärkster sommerlicher Einstrahlung ausgesetzt. Seine Temperatur kann hier ausnahmsweise bis gegen 17 ° ansteigen, besonders wenn die Wasserführung gering ist. — In der Schlucht jedoch geht die Wassertemperatur des Baches, vor allem im Hochsommer, auffällig zurück. Hauptursache dafür ist die starke Zufuhr kaltstenothermen Quellwassers von durchschnittlich etwa 8,5 °. Gleichzeitig schließt die in der Schlucht sehr starke Strahlungsabschirmung eine Wiedererwärmung aus. Ich konnte etwa in der Mitte des Schluchtweges auch in der heißesten Sommerzeit nur Temperaturen von höchstens 13 ° messen; meist lagen sie zwischen 11 ° und 12 ° Hier ist das Gauchachwasser also sommerkalt, während der weiter oben liegende Talabschnitt einen sommerwarmen Bach enthält. Wenn auch die Unterschiede nicht sehr groß sein mögen, so sind sie doch deutlich. — Im Winter macht sich der Einfluß des Quellwassers in der Schlucht stets in umgekehrtem Sinne bemerkbar: während der obere Bachabschnitt im weiten Tal bei großer Kälte immer Temperaturen nahe an 0 ° aufweist (meist 0,2—0,5 °), konnte ich in der Mitte des Schluchtweges meist 2,0—3,5 ° Wassertemperatur ermitteln. Auf die konstante Temperatur des zufließenden Quellwassers geht es auch zurück, daß ich während meiner ganzen Arbeitsperiode niemals bedeutendere Eisbildungen im Bachabschnitt des Schluchtgebietes feststellen konnte. Demgegenüber sind in der Wutach stets die meisten ruhiger fließenden Stellen von beiden Ufern her zunächst halbelliptisch, dann durch Zusammenwachsen der Halbellipsen manchmal ganz zugefroren, wobei nur die Stellen, an denen das Wasser stark schäumend und strudelnd fließt, einigermaßen noch offen blieben.

f) Fisch-Regionen

Es mag hier auch der etwas schwierige Versuch gemacht werden, unsere Gewässer in jenes alte, von den Fischern aufgestellte biozönotische Schema der Forellen-, Äschen-, Barben- und Bleiregion einzugliedern.

Jenes Schema hat sich für hydrographische Charakterisierungen mancherorts als brauchbar erwiesen, besonders nachdem von botanischer Seite die Forellenregion weiter in eine obere oder Hildenbrandiaregion und eine untere oder Lemanearegion geteilt worden war.*)

Diese Einteilung der Fließgewässer verwendet sowohl die Temperatur- wie auch die Wasserführungs- und Strömungs-Verhältnisse.

Der weitaus größte Teil der in der Wutach und Gauchach untersuchten Strecken gehört der unteren Forellen- oder Lemanea-Region an. Das wird für die Wutach auch heute, nachdem Industrieabwässer sowohl *Trutta fario* wie auch *Lemanea fluviatilis* aus dem größten Teil des untersuchten Wutachlaufes verdrängt haben, noch genügend deutlich durch ihr Vorkommen auf der Strecke vom Titisee bis Neustadt. Der Einfluß der Industrieabwässer dauert nun etwa drei Jahrzehnte.

Auch das Schluchtgebiet der Gauchach gehört der unteren Forellen- oder Lemanea-Region an, und zwar in einer recht eigenartigen Weise:

In dem weiter bergwärts liegenden, das freie Tal des mittleren Muschelkalkes durchziehenden Abschnitt fehlt *Lemanea* und der vorherrschende Fisch ist der Flußbarsch *(Perca fluviatilis)*. Weiter talabwärts, im eigentlichen Schluchtgebiet, entwickelt sich dann gleichsam eine „Sekundäre Lemanea-Region" indem verstärktes Gefälle, höhere Strömungsgeschwindigkeit mit der hierdurch verursachten starken Durchlüftung, erneute starke Abkühlung durch die zahlreich hier einströmenden kaltstenothermen Quellen, felsiger Untergrund, starke Beschattung und geringerer submerser Pflanzenwuchs hierfür alle Bedingungen erneut schaffen. — Diese sekundäre Lemanea-Region bietet nicht etwa nur gerade noch zureichende kümmerliche Bedingungen, sondern läßt die Charakterpflanze *Lemanea fluviatilis* in einem Ausmaße gedeihen, das als sehr außergewöhnlich bezeichnet werden muß und sich sonst weit und breit nicht findet.

*) Budde (1925).

Trutta fario geht freilich auch in die ruhigere, weiter bergwärts gelegene Region, und eine Reihe „montaner" Diatomeen unterstreichen den Gebirgscharakter auch dieses Bachabschnittes; er kann aber sonst in keiner Weise mit dem Abschnitt in der Schlucht gleichgesetzt werden.

Nach dem Zusammenfluß der Wutach und Gauchach, zwischen der Wutachmühle und dem Dorf Aselfingen, geht der hier nun schon ziemlich wasserreiche Fluß allmählich in die Äschenregion über. Reichliche Bestände von *Ranunculus fluviatilis* treten auf; die Wirkung der Industrieabwässer ist hier, nach dem Zutritt des reinen Gauchachwassers, bereits nur noch sehr gering. Die gegen Wasserverunreinigungen recht empfindliche Äsche *(Thymallus vulgaris)* soll, nach Berichten der Bewohner dieser Gegend, hier öfters gefangen werden.

g) Chemismus der Gewässer

I. Methodisches

Die neuere Limnologie erstrebt als ökologische Unterlagen stets möglichst vollständige Wasser-Analysen. Hierüber unterrichten Ruttner (1940), Stundl (1939, wo auch weitere Literaturangaben zu finden sind), Ohle (1934), Maucha (1932), Werescagin (1931). Brehm (1930, ebenfalls mit reichem Literaturverzeichnis), u. a. — Bei vorliegender Arbeit mußte ich mich im Rahmen des praktisch Möglichen halten und habe überall die folgenden Daten genau zu ermitteln gestrebt:

1. pH-Wert (Wasserstoffionen-Konzentration, kolorimetrisch nach Hellige).
2. Oxydierbarkeit (mittels $^1/_{100}$ n $KMnO_4$-Lg.).
3. Farbe (Schätzung).
4. Klarheitsgrad (Secchischeibe).
5. Geruch (Schätzung).
6. Elektrolytische Leitfähigkeit (Gesamt-Ionengehalt)
7. Sauerstoffgehalt (kolorimetrisch nach Hellige).
8. Karbonathärte (Titration mit $^1/_{10}$n HCl).
9. Fe_2O_3-Gehalt (kolorimetrisch nach Hellige).
10. PO_4-Gehalt (kolorimetrisch nach Hellige).
11. N_2O_5-Gehalt (kolorimetrisch nach Hellige).

Mit Hilfe dieser elf Werte ist eine für den vorliegenden Zweck jeweils ausreichende physikalisch-chemische Charakterisierung der verschiedenen Wässer gegeben.

Bemerkungen

Zu 1: Der pH-Wert ist ein von Sörensen*) vorgeschlagenes Symbol für das Gewicht der in 1 Liter Wasser vorhandenen freien Wasserstoffionen. Da der pH-Wert der negative Logarithmus der jeweiligen Gramm-Anzahl Wasserstoffionen pro Liter ist, bedeuten hohe pH-Werte das Vorhandensein nur weniger H-Ionen und umgekehrt niedrige pH-Werte jenes vieler H-Ionen. Neutralität liegt vor, wenn pH = 7 ist. — Die Kenntnis des pH-Wertes und seiner Schwankungen ist für die ökologische Beurteilung eines Gewässers grundlegend wichtig. Die H-Ionen wirken in vielen Fällen direkt auf den kolloidalen Zustand der semipermeablen Plasmahaut der Zellen und beeinflussen dadurch Nährstoffaufnahme und Nährstoffauswahl wie auch die Turgeszenz. Weiterhin spielen die H-Ionen eine sehr wichtige Rolle im gesamten Ionengleichgewicht der Wässer und entscheiden durch ihre geringere oder höhere Konzentration weitgehend über die Nährionenmengen, die überhaupt in gelöstem Zustand vorhanden sein können. [Vgl. Mevius, 1927**); dort auch sehr ausführl. Lit.-Verzeichnis.] Kalkreiche und kalkarme bzw. kalkfreie Gewässer sowie auch saure Humusgewässer sind jeweils durch ihren typischen pH-Haushalt klar gekennzeichnet. — Der pH-Haushalt ist ein außerordentlich empfindlicher Indikator für den gesamten Chemismus eines Gewässers. Seine Kenntnis allein schon erlaubt, wegen der vielfachen Zusammenhänge, ein weitgehendes Urteil über den ökologischen Rang einer Wasserstelle und wird noch bedeutungsvoller, wenn gleichzeitig die Karbonathärte bekannt ist. Man hat daher treffend von einem „pH-System" gesprochen. Die pH-Bestimmungen wurden stets an Ort und Stelle mit den Hellige-Standartfarbglas-Reihen kolorimetrisch im Hellige-Komparator vorgenommen. Über die meisten Bestimmungsverfahren habe ich Erfahrungen sammeln können und ich halte heute das Hellige-Komparator-Verfahren für das brauchbarste. Zum gleichen Urteil gelangte v. Oye (1939), während Stepan (1929) seinerzeit eine abweichende Ansicht äußerte.

Zu 2: Das auf seine Oxydierbarkeit zu prüfende Wasser wird mit H_2SO_4 stark angesäuert, mittels $^1/_{100}$n $KMnO_4$-Lg. titriert und während des Titrierens wiederholt stark erhitzt. Sobald die Purpurfärbung nicht mehr verschwindet, ist die Titration beendet. Nach dem Vorschlag von König (1899) ist man übereingekommen, folgende Quanten als äquivalent zu betrachten: Verbrauch von 40 cm^3 $^1/_{100}$n $KMnO_4$-Lg. pro Liter des zu prüfenden Wassers = Verbrauch von 12,0 mg/l $KMnO_4$ krist., = Verbrauch von 3,0 mg/l Sauerstoff = Aufwand zur Oxydierung von 63,0 mg/l gelöster organischer Substanz im filtrierten Wasser.

Zu 6: Die elektrolytische Leitfähigkeit eines Wassers gibt ein Maß für die Gesamtmenge der in ihm vorhandenen freien Ionen von Salzen, Säuren und Basen. Sie tritt an Stelle der oft üblichen Glührückstandsbestimmungen. Leitfähigkeit ist definiert als reziproker Wert jenes Widerstandes, den eine 1 cm lange Säule des zu prüfenden Wassers mit 1 cm^2 Querschnitt dem Stromdurchgang entgegensetzt. Dieser Widerstand wird in Ohm gemessen. Im Bereich

---

*) Biochem. Zeitschrift, **21**, S. 131, 1909.

) Mevius, W., Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Natw. und Landwirtsch., **11, Freising — München 1927.

der natürlichen Gewässer ist die Konzentration der Elektrolyte stets so sehr gering, daß sie vollständig dissoziieren. Dadurch sind die Leitfähigkeitswerte aller natürlichen Gewässer stets ohne weiteres vergleichbar. Die Wasserstoffionen pflegen auch in relativ salzarmen Wässern erst dann im Leitfähigkeitswert sich bemerkbar zu machen, wenn der pH-Wert unter 5,0 liegt; ein solcher Fall kam in unserem Untersuchungsgebiet nicht vor (vgl. Kivinen, 1935). — Es wurde zwischen platinierten Platinelektroden gemessen, und zwar im Thermostaten bei 25°, da die Leitfähigkeit stark temperaturabhängig ist. Jeder Wert wurde aus drei Messungen (mit verschiedenen Widerständen an derselben Probe) errechnet als arithmetischer Mittelwert. Die Messungen wurden zum größten Teil am elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe ausgeführt.*)

Zu Die sogenannte temporäre Härte (Kohlensäurehärte oder Karbonathärte, d. h. die mit CO_3- und HCO_3-Ionen im Gleichgewicht stehenden Ca-Ionenmengen) wurde bestimmt durch Titration des jeweiligen filtrierten Wassers mittels $^1/_{10}$n HCl unter Zusatz von Methylorange (DAB VI). Angabe stets in Deutschen Härtegraden (= DH^0). 10 mg/l CaO = 1 DH^0. Die Kenntnis der Karbonathärte ist deswegen sehr wichtig, weil das gelöste Bikarbonat zusammen mit der sogen. Gleichgewichtskohlensäure im Sinne des Gouldberg-Waagschen Massenwirkungsgesetzes jenes weitverbreitete natürliche Puffersystem bildet, von welchem der pH-Haushalt sehr vieler natürlicher Wässer abhängt.

Zu 8: Alle O_2-Bestimmungen erfolgten an Ort und Stelle mittels des von der Fa. Hellige & Co., Freiburg im Breisgau (Fabrik wissenschaftlicher Apparate), ausgearbeiteten Verfahrens. Dieses Verfahren stützt sich auf die in der Winklerschen Methode benützten Reaktionen, bestimmt aber das freiwerdende Jod mittels standartisierter Farbgläser kolorimetrisch und liefert genaue, stets vergleichbare Werte. [Vgl. Hellige (o. J.).]

Zu 9: Während ohne Fe-Ionen im allgemeinen kein Algenwachstum möglich ist (vgl. Roberg, 1932 und 1934, u. a.), wirken andererseits zahlreiche stark eisenhaltige natürliche Wässer auf viele Algenarten deutlich giftig (vgl. Uspenski, 1927). — Der Fe_2O_3-Gehalt wurde durch die in saurer Lg. mittels Kaliumrhodanid hervorgerufene rötliche Färbung ebenfalls wieder kolorimetrisch bestimmt. Auch hierzu wurde der Standart-Farbgläsersatz von Hellige und der Komparator dieser Firma mit bestem Erfolge benützt. — Der Fe-Gehalt ein und desselben Gewässers wechselt in der Regel sehr stark und oft kurzfristig. Auch seine ökologische Wirkung ist je nach den übrigen Gegebenheiten, z. B. pH-Wert, Gehalt an kolloidal gelöster organischer Substanz und an Ca-Ionen usw., starken Veränderungen unterworfen. (Vgl. z. B. Brehm 1930.) Alle Fe-Gehalts-Angaben in der vorliegenden Arbeit dürfen daher sinngemäß nur als Stichproben zur ungefähren Orientierung bewertet werden. Um exakte Mitteilungen über den Fe-Haushalt eines Gewässers machen zu können, wäre es erforderlich gewesen, an vielen Tagen des Jahres zahlreiche Bestimmungen in wenigstündigem Abstand durchzuführen. Das aber war technisch nicht möglich.

---

*) Hierfür bin ich Herrn Dr. K. Sigmund zu Dank verpflichtet.

Zu 10: Als Grundlage der PO_4-Bestimmungen diente die hochempfindliche Molybdänblau-Reaktion. Auch hier wurden die Konzentrationen kolorimetrisch mit dem Hellige-Komparator ermittelt. In der Mehrzahl der Fälle war trotz der Empfindlichkeit des Verfahrens PO_4 nicht mehr quantitativ nachweisbar; es dürfte da überall als Minimumfaktor auftreten.

Zu 11: Zur Ermittelung des N_2O_5-Gehaltes wurde schwefelsaure Brucinlg. benutzt. Konzentrationsermittlung wieder durch Hellige-Komparator kolorimetrisch. (Vgl. Hellige, o. J.). Auch die Nitratgehalte sind überall im Gebiet relativ niedrig.

II. Die chemische Beschaffenheit der einzelnen Gewässer

a) Der Wutach-Oberlauf (WO)

Die brauchbarste Grundlage für eine chemische Gliederung der Gewässer in gröberem Umriß bietet ihr pH-Haushalt zusammen mit ihrem jeweiligen Kalziumbikarbonat-Gehalt.

Da erweist sich zunächst die obere Wutach auf der Strecke vom Feldsee bis nach Neustadt (vgl. Abb. 1) als ein leicht saures annähernd kalkfreies reines, nur ganz schwach zu Dystrophie neigendes Wasser, das vom Titisee abwärts sommerwarm ist und damit nach dem van t'Hoffschen Gesetz mit allen seinen Ionen reaktionsfähiger wird als die sommerkalten Gewässer des Gebietes (Temperatursteigerung um 10° bedeutet in der Regel mindestens Verdoppelung der Stoffumsätze in der Zeiteinheit). Der pH-Wert schwankt hier um 6,6 und kann nahe oberhalb Neustadt den Betrag 6,8 erreichen. Die temporäre Härte zeigt einen Mittelwert von 0,6 DH° Das Wasser ist also sehr weich. Der O_2-Gehalt ist schon wenige hundert Meter unterhalb des Titisees stets relativ hoch, d. h. er liegt nahe an der Sättigungsgrenze, was bei dem lebhaften Strömen und Strudeln des Baches nicht verwunderlich ist.

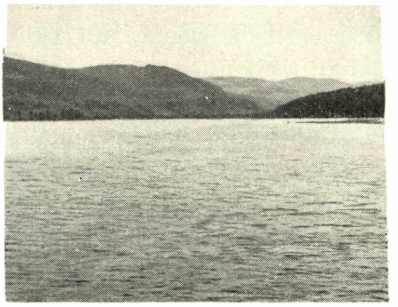


Abb. 2
Blick über den Titisee in südwestlicher Richtung. Im Hintergrund, von halbrechts kommend, das Bärental mit dem Seebach

Der absolute O_2-Gehalt schwankt natürlich mit den Wassertemperaturen, und zwar zwischen den Extremen 12,00 mg/l (im Januar) und 8,1 mg/l (Juli/August). Das Sauerstoffdefizit, das wohl auf

die geringfügigen Mengen gelöster Humuskolloide zurückzuführen ist, bleibt dabei aber immer in den engen Grenzen zwischen 1,55 bis 2,40 mg/l. Die Oxydierbarkeit liegt zwischen den Werten 45 mg/l und 22 mg/l $KMnO_4$, was einem ungefähren Gehalt an gelösten organischen Stoffen von 100—200 mg/l entspricht. Bei diesen Stoffen dürfte es sich hauptsächlich um die vorhin erwähnten Humuskolloide handeln. Der Gesamtsalzgehalt ist gering: die Leitfähigkeit beträgt nämlich nur 0,362 (25 °) und damit nur etwa $^1/_{15}$ von jener in den später zu besprechenden Quellen der Gauchachschlucht. Auch der Eisengehalt des Wutachwassers ist im Oberlauf nicht hoch, obwohl er beträchtlicher ist als jener in den meisten anderen Gewässern der Gegend. Höll (1928) fand im Titisee 0,05 mg/l Fe_2O_3; als Durchschnittswert einiger eigener Messungen erhielt ich im Bach etwa 100 m unterhalb des Sees 0,32 mg/l Fe_2O_3. In diesem Wasser befanden sich besonders im Frühjahr regelmäßig Massenentwicklungen von *Microspora amoena* und auch starke Bestände von *Draparnaldia glomerata;* diese beiden Algen gibt aber Uspenski (1927) als zuverlässige Indikatoren für Fe_2O_3-Gehalte von 0,8—1,0 mg/l bzw. für 1,5—2,0 mg/l an. Offenbar kommt hier an unseren Fundstellen, weil das Kalziumbikarbonat fast völlig fehlt, der vorhandene schwächere Eisengehalt zu stärkerer physiologischer Wirkung. — Stickstoffverbindungen konnte ich nicht quantitativ nachweisen; dagegen ist der PO_4-Gehalt, verglichen mit jenem der übrigen, besonders der kalkreichen Wässer der Gegend, mit rund 0,5 mg/l relativ hoch. Dieser PO_4-Gehalt wird nur noch in der Abwasserzone unterhalb des Neustadter Sulfitzellulosewerkes übertroffen, wo er bis 1,8 mg/l beträgt. Das PO_4-Ion kann sich in dem leicht sauren Wasser des Wutach-Oberlaufes, wo Kalziumbikarbonat nicht in spürbarer Menge vorhanden ist, leicht in Lösung erhalten (vgl. Geßner 1939) — Zwischen Titisee und Neustadt ist das Wasser geruchlos. Seine Farbe ist in über 1 m Schichtdicke leicht teegelb; die Sichttiefe reicht überall bis zum Grund des Baches.

Die Wässer aller Seitenbäche des Urgesteinsgebietes stimmen, bis auf ihren Temperaturhaushalt, fast völlig mit dem Wasser des Wutachoberlaufes überein. Sie führen auch eine sehr ähnliche Algenflora.

Die mäßig saure Reaktion, das Fehlen des Kalkes, die niedrige Leitfähigkeit, der sehr schwache, aber immerhin wahrnehmbare Huminsäuregehalt prägen vor allem den ökologischen Charakter

dieses Wassers im Wutachoberlauf. Es wird sich bei der Besprechung der Algengesellschaften erweisen, daß es sich hier gleichzeitig um oligosaprobes bis katharobes Wasser handelt, in dem einige lenitische Stellen durch ihren Schlamm β-mesosaproben Charakter annehmen. Zu erwähnen bleibt noch der relativ niedrige Nährsalzgehalt, der aber für die Algen durch die lebhafte Strömung in der Wirkung wieder erhöht wird, weil nährstoffarme Höfe um die Zellen nicht entstehen können. (Vgl. Ruttner 1940.)

β) Der Mittelabschnitt der untersuchten Wutachstrecke

Dieser Mittelabschnitt ist gekennzeichnet durch die Veränderungen, welche das Bachwasser durch die bei Neustadt zugeleiteten Industrieabwässer erfährt. — Ihre Wirkung geht mit der Einmündung des reinen Gauchachwassers im wesentlichen wieder zu Ende. — Es erweist sich aber als notwendig, diese Abwasserzone des Mittelabschnittes noch einmal in zwei Abschnitte zu unterteilen: der obere Teilabschnitt von Neustadt bis zur Schattenmühle ist kalkarm, während auf dem unteren Teilabschnitt von der Schattenmühle bis zur Gauchacheinmündung das Wutachwasser aus den Seitenbächen und aus dem eigenen kalkigen Flußbett mehr und mehr Kalk aufnimmt.

aa) Oberer Teilabschnitt (Weichwasserzone)

Durch die Abwässer steigert sich vor allem anderen die Oxydierbarkeit des Wutachwassers sehr stark und plötzlich. Einem $KMnO_4$-Verbrauch von durchschnittlich 30 mg/l im Oberlauf steht nun hier ein solcher von durchschnittlich etwa 400 mg/l gegenüber, d. h. man kann einen Gehalt des Wassers an organischer gelöster Substanz von etwa 2100 mg/l für die ersten paar Kilometer unterhalb Neustadt annehmen. Dabei sind die Schwankungen durchaus nicht so groß, wie man bei der Durchsicht der Wasserführungsschwankungen der Wutach annehmen könnte. Die Neustadter Zellulosewerke speichern die Abwässer in großen Becken und lassen sie stets in solchen Mengen in die Wutach treten, daß sich z. B. bei Niedrigwasser keine wesentlich größere Verschmutzung ergibt als bei Hochwasser. Bei letzterem kann der Fluß dann natürlich weit mehr von dem gespeicherten Abwasser aufnehmen. Wir können hier also zumeist mit einer Oxydierbarkeit des Wassers rechnen, die gegenüber dem Oberlauf etwa auf das 15fache gesteigert ist.

Makroskopisch tritt die Wirkung der Abwässer im Flußbett dadurch sehr auffällig hervor, daß hier eine Massenentwicklung von *Sphaerotilus natans* und *roseus* alles dicht überzieht. *Sphaerotilus* ist jene Chlamydobakterie, die am besten gedeiht in stark organisch verschmutztem und gleichzeitig stark durchlüftetem Wasser und deren aus langen Fäden bestehende weiße, graue oder rötliche schleimige Büschel alle Gegenstände und Steine im Bachbett aussehen lassen, als seien sie mit nassem Katzenfell überzogen.

Die übrigen gemessenen chemischen Wasserqualitäten ändern sich durch den Abwasserzufluß nur relativ wenig; auch die physikalischen Bedingungen bleiben alle im wesentlichen unverändert. Darauf mag es zurückzuführen sein, daß auch auf der Abwasserstrecke Reinwasserelemente aus der Algenflora sich zum Teil ganz erstaunlich gut halten können. Im speziellen Teil wird darüber noch Näheres mitgeteilt werden.

Am meisten verschiebt sich die durchschnittliche Leitfähigkeit. Während sie in einer Probeserie bei normaler Wasserführung auf der Titisee-Neustadt-Strecke z. B. 0,362 (25 °) betrug, war sie 1 km unterhalb des Abwasserzuflusses auf 1,536 (25 °), also auf das rund 5fache, gesteigert. Ein PO_4-Gehalt von 1,8 mg/l stellt den Höchstwert des ganzen Untersuchungsgebietes dar. Mit 0,6 mg/l ist der bei einer Stichprobe festgestellte N_2O_5-Gehalt dagegen gering. — Der pH-Wert sinkt, wahrscheinlich durch freiwerdende Schwefligsäure, um ein Geringes ab und kann den Wert 6,1—5,9 erreichen. Zeitweise ist er durch künstliche Kalkung der Abwässer von seiten des Zellulosewerkes bis gegen 11,0 hinaufgetrieben worden, was zum beabsichtigten Verschwinden der *Sphaerotilus*-Massen führte. Ab Beginn des gegenwärtigen Krieges konnte diese künstliche Kalkung nicht mehr stattfinden; seither beträgt die Karbonathärte des Wassers unterhalb Neustadt durchschnittlich 1,70 DH° — Infolge der starken Durchlüftung dieses rauschenden Gebirgsbaches auch auf der Abwasserstrecke (vgl. Abb. 3, S. 159) sinkt der O_2-Gehalt des Wassers nicht in dem Maße ab, wie es sonst zu erwarten wäre. (Vgl. aber z. B. Korsakowa 1939.) Ich konnte etwa 2 km unterhalb des Abwasserzuflusses, wo das Bachwasser fast diese ganzen 2 km schon in innigster Vermischung mit dem Abwasser und bei ständiger stärkster Durchlüftung rauschend durchlaufen hatte, einen durchschnittlichen O_2-Gehalt von 7,72 mg/l feststellen. Bei der meist gegebenen Wassertemperatur von 15 ° bedeutete das nur ein

Sauerstoffdefizit von rund 2,34 mg/l, also etwa 23 %. Der Fe_2O_3-Gehalt hat sich auf durchschnittlich 0,62 mg/l erhöht.

Um diesen merkwürdigen Abwasser-Gebirgsbach ökologisch zu kennzeichnen, müßte man vielleicht von einem immer noch oligotrophen, kalkarmen, stark durchlüfteten Gewässer sprechen, das nur auf eine Strecke hin α-mesosaprob überlagert ist. Die eingehende Begründung dieser Auffassung findet sich im speziellen Teil dieser Arbeit, wo gezeigt werden wird, daß sich in der hier lebenden merkwürdigen Algengesellschaft poly- bis α-mesosaprobe Elemente mit oligosaproben innigst und bei beiderseitiger guter Gesundheit vermischen. Mitis (1938) hält demgegenüber (unter allgemein limnologischen Gesichtspunkten) in einem ähnlichen, kalkreichen Gebirgsbach, der Ybbs, die Abwässer von „Papierfabriken" für „wirklich sehr stark schädigend" Einen gewissen Abschluß der polysaproben bis α-mesosaproben Überlagerung stellt der Stau des Stallegg-Elektrizitätswerkes dar, dessen etwa 6 m hohe Betonmauer ein zwar schmales, aber langes, ruhiges Becken im sonst stürmischen Flußlauf bildet. Dieses Becken liegt in dem engen V-Tal noch oberhalb der eigentlichen Wutachschlucht (Ort 24) Hier sedimentiert sich ein großer Teil jener Stoffe, welche das Wutachwasser zwischen Neustadt und hier immer ziemlich trüb erhalten. An vielen Stellen sammelt sich ein grauer bis dunkelgrauer FeS-haltiger Schlamm, auf welchem nur noch *Nitzschia palea, Hantzschia amphioxys, Surirella ovata* und *Cymbella ventricosa* voll am Leben zu bleiben scheinen, während die meisten anderen hier eingeschwemmten Bacillariaceen zugrunde gehen und nur noch ihre Schalen hinterlassen. Auf der Strecke von hier aus weiter abwärts bis zur Gauchachmündung macht dann, bei fortdauernder sehr gründlicher Durchlüftung, die Selbstreinigung und die Entgiftung des Flusses weitere Fortschritte. Dies wird im speziellen Teil auch aus der Algenflora ersichtlich werden. Zur Abwasserfrage vergleiche auch Meinck (1935).

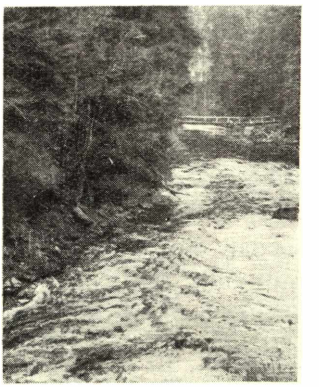


Abb. 3
Die Abwasserstrecke der Wutach hat Gebirgsbach-Charakter. (Bei Ort 23)

bb) Unterer Teilabschnitt (Kalkungszone)

Schon in der Nähe des Stallegg-Staus beginnt die allmähliche natürliche Kalkung des Wutachlaufes. Diese Kalkung fängt hier damit an, daß die kleinen Seitenbäche, welche von hoch oben aus dem Muschelkalk herabkommen, der Wutach zunächst geringe Mengen von Kalziumbikarbonat zuführen. (Bereits der Rötenbach erhält aus seinen linken Zuflüssen Kalk.) — Von der Gegend der Schattenmühle ab treten dann in der Wutach selbst Kalkklippen auf und der Kalkgehalt des Wassers nimmt nun rasch zu, so daß die Reaktion schon ein Stück weit oberhalb der Gauchachmündung sich als dauernd alkalisch erweist. Meist wandert der Neutralisationspunkt (pH—7,0), je nach der relativen Wasserführung der Wutach selbst und ihrer kalziumbikarbonathaltigen Seitenbäche, auf der Strecke zwischen Bad Boll und einem Punkte südöstlich Bachheim den Flußlauf auf und ab.

Die fortschreitende Kalkung wird erkennbar durch das allmähliche Ansteigen der Leitfähigkeit [etwa 1 km unterhalb Stallegg bereits 2,046 (25 °)], weiter durch Steigen des pH-Wertes (1 km unterhalb Stallegg durchschnittlich 6,7—6,8) und der Karbonathärte; wir haben 1 km unter Stallegg zwar bereits einen Anstieg auf durchschnittlich 3,82 DH^0, müssen aber, verglichen mit den übrigen kalkhaltigen Wässern des Gebiets, dieses Wutachwasser immer noch als sehr weich bezeichnen. Es darf vielleicht vermutet werden, daß von hier ab nun die dauernd zunehmende Konzentration des Kalzium-Ions einiges von der Giftwirkung der Abwässer physiologisch mehr und mehr kompensiert. Der Fe_2O_3-Gehalt ist bis hierher noch um einen kleinen Betrag gestiegen (nach Stichproben) und betrug hier 1,09 mg/l; flußabwärts geht der Eisengehalt dann wieder langsam zurück (vgl. aber die Bemerkung auf S. 00). Der Sauerstoffgehalt zeigt steigende Tendenz, wenn auch die hier gemessenen Werte sich zum Teil mit jenen von der Neustadt—Kappeler Straßenbrücke überschneiden. Durchschnittlich dürfte hier unterhalb Stallegg der O_2-Gehalt 7,9 mg/l betragen. Die PO_4-Konzentration hält sich annähernd gleich (1,9 mg/l). Der Gehalt an gelöster organischer Substanz ist bis hierher nun allmählich auf den Durchschnittswert von 1500 mg/l heruntergegangen (allerdings mit der Möglichkeit ziemlich beträchtlicher Schwankungen!), während er bei der Neustadt—Kappeler Straßenbrücke (vgl. Abb. 1) noch durchschnittlich 2100 mg/l betragen hatte.

Die Wasserqualitäten entwickeln sich in der Wutach nun gleichsinnig weiter und führen kurz oberhalb der Gauchach-Einmündung (wo eine plötzlich starke Änderung erfolgt!) etwa zu folgendem Endbild: pH = 7,7, Leitfähigkeit 3,450 (25 °), Karbonathärte 5,5 DH° (das entspricht 55 mg/l CaO; man bezeichnet in der Limnologie z. B. einen See erst dann als „kalkreich" wenn er 60—100 mg/l CaO enthält), gelöste organische Substanz durchschnittlich 1300 mg/l *), O_2-Gehalt 8,0 mg/l (15 °) mit einem Defizit von 3,12 mg/l, Fe_2O_3 = 0,6 mg/l, PO_4 = 1,4 mg/l, N_2O_5 = 0,9 mg/l.

Auch hier trägt der Fluß bei normaler Wasserführung noch eine starke, elfenbeinfarbige Schaumtrift, meist verteilt in handgroße Flocken. — Charakteristisch für diesen ganzen unteren Teilabschnitt ist das makroskopische Vorherrschen der Cyanophycee *Phormidium autumnale,* welche hier Lagerbildungen aufwies, die in der merkwürdigsten Weise an die Strömung angepaßt waren. (Vgl. S. 202.)

γ) Die Gauchach

Die Wasserchemie der Gauchach ist gründlich verschieden von jener der Wutach, was sich auch sehr scharf in der Algenflora der beiden Wasserläufe kund gibt.

Die Gauchach-Quellbäche allerdings ähneln, soweit sie in kalkfreiem Gestein entspringen, so sehr dem Oberlauf der Wutach, daß ihre Besprechung sich hier erübrigt.

Im Muschelkalk dagegen, und besonders auf ihrer Schluchtstrecke, wird die Gauchach zu einem sommerkalten, kalkreichen, nährstoffarmen, brausenden Klarwasser-Gebirgsbach (vgl. Abb. 4 und 9—11, S. 162 und 191, 192 und 193) von hohem pH-Wert (durchschnittlich 8,0—8,2), dessen Charakter durch das ihm zufließende Wasser der vielen kaltstenothermen Quellen noch stark unterstrichen wird.

Reiche *Fontinalis-*, *Vaucheria-* und *Cladophora*-Bestände sowie das schäumende Herabstürzen des Wassers über zahllose kleinere und größere Katarakte entfernen einen Teil der Gleichgewichtskohlensäure, so daß der pH-Wert eben dadurch meist über 8 liegt. Der O_2-Gehalt hält sich stets nahe an der Sättigungsgrenze. Bei einer höchsten Wassertemperatur von 13 ° lag er noch um 10,3 mg/l und dementsprechend betrug das Sättigungsdefizit

*) Wohl hauptsächlich auf die Ligninsulfosäuren zurückzuführen, die biologisch sehr schwer abzubauen sind (vgl. Schroeder 1939).

nur rund 0,2 mg/l. Zu O_2-Übersättigungen, die früher unter ähnlichen Verhältnissen oft vermutet worden sind, kam es während meiner Untersuchungszeit aber niemals. Dieser Befund stimmt völlig überein mit einigen entsprechenden Ergebnissen Ruttners er stellt u. a. fest, „daß gerade strudelndes Wasser nie einen höheren O_2-Gehalt aufweist, als dem jeweiligen Sättigungsgleichgewicht gegenüber der Luft entspricht, während in stehendem häufig Übersättigungen vorkommen" (Ruttner, 1940, S. 139.) — Die Karbonathärte beträgt in der Gegend der Eulenmühle (Abb. 1, Ort 9) stets etwa 8,0 DH^0; das Gauchachwasser ist hier also weich bis mittelhart. Auf dem weiteren Wege talabwärts, besonders in der Schlucht, steigt die Härte dann stetig an, um kurz vor der Einmündung der Gauchach in die Wutach auf einem Durchschnittswert von 13,0 DH^0 anzukommen. Hier ist das Gauchachwasser also etwas hart (Klut 1938) und enthält 130 mg/l CaO. — Parallel mit diesem Härteanstieg steigt in diesem nährstoffarmen Bach natürlich die Leitfähigkeit: bei der Eulenmühle beträgt sie erst 3,434 (25 °), während sie nahe der Mündung in die Wutach 4,602 (25 °) ausmacht (Messungen bei Normalwasserführung). Damit erweist sich die Leitfähigkeit (also der Gesamt-Elektrolytgehalt) des Gauchach-Schluchtabschnittes als rund 30 % höher wie jene in der Wutach nahe der Gauchachmündung. — Am krassesten ist der Unterschied zwischen Gauchach- und Wutachwasser bezüglich der Oxydierbarkeit, d. h. hier vor allem im Gehalt an gelösten organischen Stoffen. Das Gauchachwasser ist rein und völlig geruchlos und erfordert zur Oxydation im Durchschnitt nur etwa 19 mg/l $KMnO_4$, während das Wutachwasser in der Nähe der Gauchachmündung immer noch etwa 265 mg/l $KMnO_4$ verbraucht. Nach König (1899) verhalten sich also die Gehalte an gelöster organischer Substanz zwischen Wutach Gauchach etwa wie 1400 100 mg/l. Die Gauchach hat ferner einen leicht wechselnden, stets niedrigen Fe-Gehalt (0,11—0,19 mg/l Fe_2O_3), führt wenig Stickstoff-

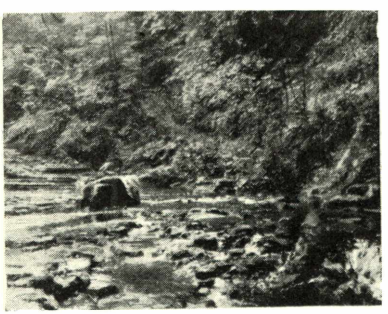


Abb. 4
Gauchach bei Niedrigwasser in der Nähe des Ortes 6. Auf den Steinen sitzt (hier nicht erkennbar) kalkinkrustierte *Chantransia pygmaea* und *Rivularia haematites*

verbindungen (0,5—0,9 mg/l N_2O_5) und der PO_4-Gehalt liegt unter der Nachweisbarkeitsgrenze. Über die chemisch bedingte P-Armut der meisten kalziumbikarbonatreichen Gewässer vergleiche Geßner (1939). Der Phosphor dürfte sich in allen Kalkgewässern meines Untersuchungsgebietes im Minimum befinden.

Hochwasser kann den Chemismus der Gauchach vorübergehend stark ändern. Die Karbonathärte sank bei der Eulenmühle, besonders bei Schneeschmelzehochwässern, von normal 8,0 DH° gelegentlich auf 3,36 DH° herab, so daß das Wasser sehr weich wurde. An einer Entnahmestelle etwa in der Mitte des Schluchtlaufes verminderte sich die Karbonathärte aus dem gleichen Anlasse von 12,32 DH° auf 7,74 DH°, das etwas harte Wasser wurde also weich. Diese ungewöhnlichen Senkungen erhielten sich immer nur kurzzeitig, höchstens 2—3 Tage. — In den Hochwasserfluten stieg dagegen die Oxydierbarkeit meist auf das Doppelte an und auch der Fe-Gehalt nahm immer um 30—50 % zu.

δ) Die Wutach unterhalb des Gauchach-Zuflusses

Bei normaler Wasserführung der beiden Bäche macht die Menge des Gauchachwassers nach meiner Schätzung etwa 30—40 % von jener des Wutachwassers aus. — Der von hier ab bis Achdorf reichende Flußabschnitt zeigt nur noch wenige Wirkungen der Industrieabwässer. Die Verdünnung durch das sehr reine, sauerstoffreiche Gauchachwasser und die stärkere Kalkung des Flusses durch die Gauchach wirken sich sichtbar günstig aus. *Cladophora* erscheint hier in der Wutach in großen Mengen (gilt als oligosaprob) und auch der empfindliche *Thymallus vulgaris* (Äsche) soll hier vorkommen. Das entspricht auch den Feststellungen Schroeders (1939), der für die Mulde angibt, daß Verdünnungen die Giftwirkung der Abwässer sehr schnell herabsetzen können. Nachdem der Fluß zwischen Wutachmühle und Aselfingen nochmals eine Strecke weit über größere Felsbrocken schäumend hinabgerauscht ist (Abb. 8, S. 188), treten in der Nähe von Achdorf dann im ruhigeren Wasser die ersten größeren Bestände von *Ranunculus fluitans* auf. Die Schaumtrift ist hier nur noch schwach und in weit voneinander entfernt schwimmende kleine Flocken verteilt.

ε) Die Quellen

Die zahlreichen Schichtquellen (Rheokrenen) in der Wutach- und besonders in der Gauchach-Schlucht gehören einem vierten

chemischen Gewässertypus an und sind untereinander so wenig verschieden, daß sie hier gemeinsam geschildert werden können:

Ihre Temperatur ist fast überall dieselbe; sie entspricht annähernd der mittleren Jahrestemperatur der Gegend und liegt zwischen 7,6 ° und 9,2 °. Die Schwankungen innerhalb der einzelnen Quelle sind unerheblich. — Die Karbonathärte dieser Quellen liegt um 14,0 DH^0, ihr Wasser ist also etwas hart. Die Leitfähigkeit ist entsprechend hoch und bewegt sich zwischen 5,201 (25 °) und 5,614 (25 °); sie ist fast ausschließlich vom Kalziumbikarbonat und der Kohlensäure bedingt, denn im übrigen ist das Wasser nährstoffarm. Die Gleichgewichtskohlensäure ist überall unvermindert am Quellaustritt noch vorhanden. Darüber hinaus zeigt eine Quelle einen leichten CO_2-Überschuß. Die pH-Werte dieser Quellen sind dadurch gegenüber jenen anderer ähnlich kalkreicher Wässer des Gebietes relativ niedrig, sie liegen zwischen 7,6 und 7,0. — Das Sauerstoffdefizit ist in unseren Quellwässern an der Austrittsstelle überall beträchtlich. In einem Falle z. B. beträgt es bei 7,8 mg/l tatsächlichem O_2-Gehalt volle 4,3 mg/l, in einem weiteren Falle stehen 7,5 mg/l O_2-Gehalt sogar 4,46 mg/l Defizit gegenüber. Bei der Betrachtung aller derartigen Wertepaare können wir ein mit durchschnittlich 57 % erstaunlich hohes Defizit feststellen. — Diese Quellwässer nehmen aber dann an der Luft sehr rasch Sauerstoff auf. In einer der untersuchten Quellen z. B. betrug der O_2-Gehalt 7,8 mg/l mit einem Defizit von 3,7 mg/l. Nach einer Laufstrecke an der Luft von nur 1 m Länge in flachem Rinnsal auf hartem Kalkfels war der O_2-Gehalt auf 9,2 mg/l mit 2,3 mg/l Defizit angestiegen und nach weiteren 5 m Lauf war annäherndes Gleichgewicht des Sauerstoffs mit der Luft eingetreten. — Der Eisengehalt aller dieser Quellwässer ist gering und bewegt sich zwischen 0,06 und 0,09 mg/l Fe_2O_3. — Der Phosphatgehalt lag in allen Quellen unter 0,05 mg/l PO_4. Auch der N_2O_5-Gehalt ist mit 0,7 bis 2,0 mg/l als niedrig zu bezeichnen. — Diese Wässer erwiesen sich auch als nur wenig oxydierbar. Mit einem Verbrauch von durchschnittlich nur 9,02 mg/l $KMnO_4$ haben sie in dieser Hinsicht die Eigenschaft sehr reiner Trinkwässer. An einigen dieser Quellen zeigen sich leichte Ansätze zu Kalkabscheidungen, bei denen meist Cyanophyceen und Rhodophyceen beteiligt sind. Zu makroskopisch auffälligen Tuffbildungen kommt es aber nirgends, obwohl der Bikarbonatgehalt all dieser Quellen hierfür durchaus groß genug sein würde. Van Oye (1937, 1938) hat in zwei sehr über-

zeugenden Untersuchungen festgestellt, daß sogar aus Wässern niedrigeren Bikarbonatgehaltes riesige Tuffmassen abgeschieden werden können. In den meisten Fällen scheint aber hierfür, wenigstens in den Anfängen, das Mitwirken bestimmter Bakterien erforderlich zu sein.

Neben diesen als Rheokrenen ausgebildeten Schichtquellen finden sich an einigen wenigen Stellen der Wutach- und Gauchachschlucht auch Tümpelquellen (Limnokrenen), die in mehrfacher Hinsicht ein ganz anderes Bild bieten. Ihr Wasserzufluß ist langsamer, einige besitzen unterirdischen Abfluß, das Wasser erwärmt sich manchmal bis gegen 19 °, hineingefallenes Laub und absterbende Sumpfpflanzen machen es meist β-mesosaprob. Die Besiedelung dieser Quelltümpel ist durchaus anders als jene der vorher geschilderten kaltstenothermen, katharoben Rheokrenen. — Neuere botanische Untersuchungen über Quellen besitzen wir vor allem von Roll (1939, 1940, 1941); als eine der klassischen Quellen-Arbeiten, allerdings vom zoologischen Standpunkt aus, gilt jene Bornhausers (1912), die in der Umgebung von Basel entstand.

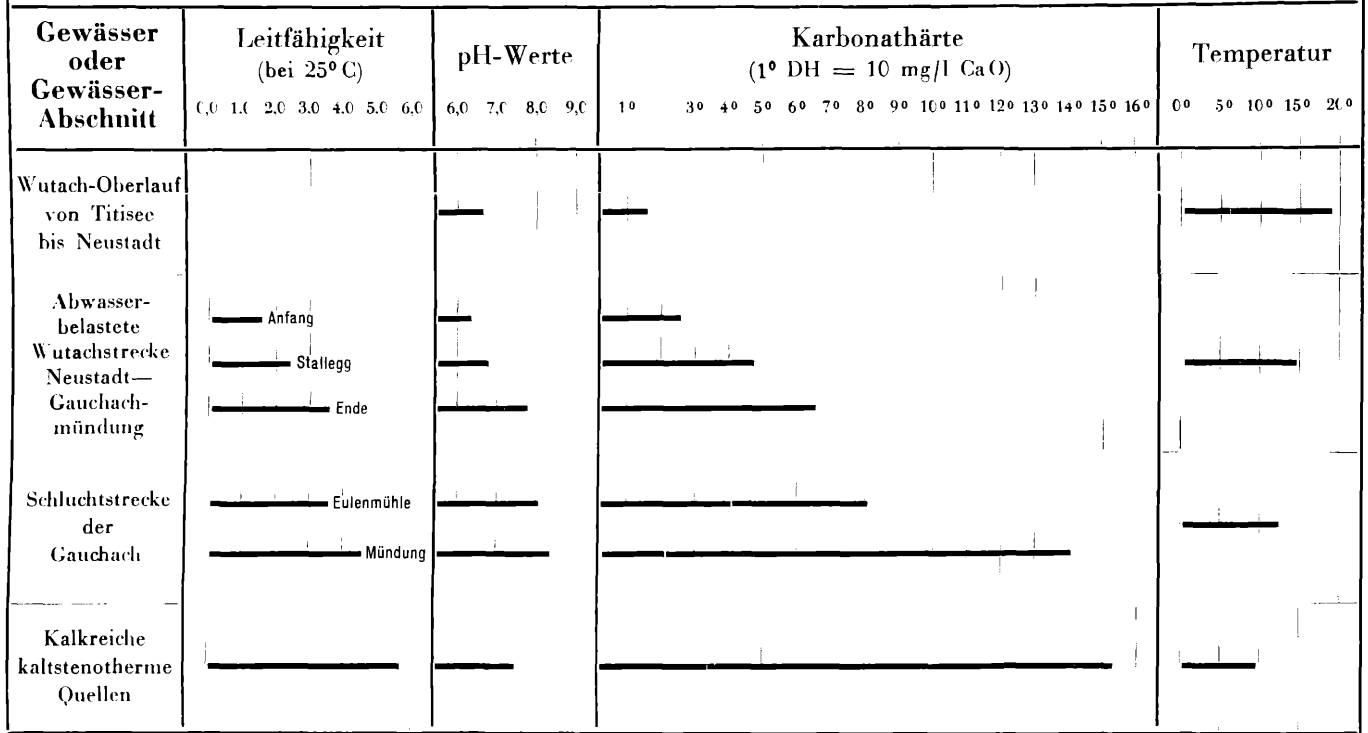
ζ) Moosrasen und feuchte Felswände

In diesen feuchten Schluchten sind schließlich auch die Moosrasen und die feuchten Felswände als Siedelungsplätze einer scharfumgrenzten Algengesellschaft von Bedeutung.

Diese eigentümlichen Wohnräume lassen sich allerdings kaum unter Gesichtspunkten der Wasserchemie hier einreihen. Die auslesenden Faktoren für die Gestaltung dieser Algenassoziation sind sicher die zeitweilige Trockenheit und oftmals, an exponierten Stellen in geeigneten Schluchtkrümmungen, hohe Erwärmung. — Das Wasser ist, wenn hier zeitweise reichlicher vorhanden, dann wohl stets O_2-gesättigt oder sogar übersättigt. Sein Kalkgehalt (und damit auch der pH-Wert) wechselt hier aber von fast 0 bei Regenüberflutung (pH dann etwa 6,0) bis zu hohen Werten im Zeitpunkt der Austrocknung. Für genauere Angaben wären Spezialuntersuchungen nötig, die im Rahmen vorliegender Arbeit nicht gemacht wurden.

Vergleichs-Tabelle

über vier bezeichnende hydrographische Werte-Gruppen aus den vier Haupt-Gewässertypen



6. Zusammenfassung der Ergebnisse des allgemeinen Teils

I. Geographie, Geologie und Klima

1. Das Naturschutzgebiet „Wutach-Gauchach" liegt am Südostrande des Schwarzwaldes bei durchschnittlich 700—800 m Meereshöhe, in der Übergangszone zwischen südlichem Hochschwarzwald und Baarhochebene.

2. Das Gebiet wird durchschnitten von zwei 100—150 m tiefen, engen Schluchten, welche von der Wutach und ihrem linken Nebenbache Gauchach ausgeräumt worden sind.

3. Der Hauptfluß Wutach entspringt an der Ostseite des höchsten Schwarzwald-Gebirgsstockes, des 1500 m hohen Feldberges. Er durchfließt in 847 m Meereshöhe den Titisee, wendet sich erst ostwärts, dann mehr nach Süden und erreicht nach 85,25 km Laufstrecke und 794,40 m Gefälle zwischen Waldshut und Thiengen den Hochrhein.

4. Die Gauchach fließt von NW nach SO, fällt auf ihrer Lauflänge von 20,48 km um 390 m und mündet schließlich in die Wutach.

5. Die Quellbäche beider Wasserläufe entspringen im Urgestein oder im Buntsandstein, sind also kalkfrei. Der Oberlauf der Wutach, einschließlich Titisee, liegt ebenfalls noch in kalkfreiem Gestein. — Die Schluchten beider Wasserläufe sind jedoch in den hier mächtigen und gut gebankten oberen Muschelkalk eingebettet.

6. Am Grunde dieser Schluchten entspringen zahlreiche, kaltstenotherme, kalkreiche Quellen, die besonders in der Gauchachschlucht einen beträchtlichen Beitrag zur Wasserführung des Baches leisten.

7. Das Klima der Baar-Hochebene, in welche die Schluchten eingesenkt sind, ist mehr kontinental und extremer als das ozeanisch getönte des Hochschwarzwaldes. Es ist mit einem Temperatur-Jahresmittel von 6,1 ° kühl. Jedoch sind in den tiefen Schluchten die Extreme gemildert. In ihnen, und besonders in der Gauchachschlucht, herrscht hohe Luftfeuchtigkeit, sehr schwache Luftbewegung und sehr starke Einstrahlungs-Abschirmung.

8. Das dem Hochschwarzwald angehörige westliche Einzugsgebiet der Wutach hat 1200—1800 mm Jahresniederschläge. Im übrigen Wutachgebiet und im ganzen Gauchachgebiet betragen die

Jahresniederschläge nur 800—900 mm. Niederschlagsreichster Monat ist der Juli, niederschlagsärmster der Februar.

II. Hydrographie

1. Die Wasserführung der untersuchten Bäche wechselt stark. Durch Gewitter hervorgerufene Sommer-Hochwässer sind häufig; Winter-Hochwässer durch plötzliche Warmluft-Einbrüche (Föhn) kommen fast alljährlich vor.

2. Das Durchschnittsgefälle der Wutach beträgt 1 100, jenes der Gauchach 1 50. Beide Wasserläufe tragen Gebirgsbachcharakter, haben stellenweise sehr reißende Strömung und felsiges Bett und weisen zahlreiche kleinere und größere Katarakte auf. Der Gebirgsbachcharakter der Gauchach ist stärker ausgeprägt als jener der Wutach.

3. In der Wutach kommt es im Winter an lenitischen Stellen zur Bildung von Eisdecken, die als Halbellipsen von beiden Ufern her beginnen und bei strenger Kälte sich in der Mitte zusammenschließen können. An den vielen felsigen Kataraktabschnitten bildet sich dagegen keine geschlossene Eiskruste, so daß die Durchlüftung des Wassers auch in der kalten Jahreszeit stets stark bleibt. — Die Gauchach zeigte während meiner Arbeitsperiode nie geschlossene Eisbedeckung. Ursache ist das reichlich zufließende stenotherme Quellwasser von durchschnittlich 8,5 ° und die gegenüber der Wutach überall noch reißendere Strömung.

4 Im Wärmehaushalt unterscheiden sich auch im Sommer Wutach und Gauchach grundsätzlich voneinander. Die Gauchach ist im Schluchtgebiet dank dem Einfluß der stenothermen kalten Quellen und dank der sehr starken Einstrahlungs-Abschirmung ein sommerkalter Bach, dessen höchste Temperatur hier mit 13 ° gemessen wurde (meist 11 bis 12 °). — Die Wutach ist dagegen auf Grund der Einschaltung des Titisees, der im Sommer stärkster Einstrahlung im klaren Gebirgsklima offen liegt, sommerwarm. (Höchster gemessener Wert unterhalb des Titisees 18,2 °.)

5. Die untersuchten Strecken beider Bäche sind (bis auf unwesentliche Abschnitte) der „unteren Forellenregion" (Lemanearegion) einzuordnen.

6. Unter den ökologisch verschiedenen Algen-Siedelungsräumen dieser Gewässer lassen sich folgende 8 Typen klar herausheben:

A. Der obere Wutachlauf vom Titisee bis nach Neustadt. Sommerwarm, kalkfrei, relativ nährstoffarm, leicht zur Dystrophie neigend, annähernd sauerstoffgesättigt, oligosaprob mit β-mesosaproben Schlammstellen, lebhaft strömend, klar.

B. Der mit Industrieabwässern belastete Wutachabschnitt von Neustadt bis zur Gauchachmündung. Er muß in 2 Teilabschnitte zerlegt werden:

1. In einen oberen Weichwasser Teilabschnitt. Hier zeigt das Wasser noch weitgehend die Grundeigenschaften, die es aus dem Titisee mitbringt (siehe unter A.).
2. In einen unteren Kalkungs-Teilabschnitt. Hier nimmt das Wasser durch die Seitenbäche und aus dem eigenen Flußbett mehr und mehr Kalk auf und verändert sich grundlegend.

Beide Abschnitte sind überlagert von den bei Neustadt zuströmenden Sulfitzellulose-Abwässern. Dadurch steigert sich insbesondere die Oxydierbarkeit des Wassers, auch sein Sauerstoffdefizit wird wesentlich größer. Trotzdem bleibt aber der Gebirgsbachcharakter in vielen Beziehungen erhalten. — Die Selbstreinigung schreitet flußabwärts verhältnismäßig langsam fort.

C. Der kurze Wutachabschnitt von der Gauchachmündung abwärts bis nach Achdorf (Ende der untersuchten Strecke). Dieser Abschnitt zeichnet sich dadurch aus, daß ihm die zufließende sommerkalte, sauerstoffreiche, stark kalkhaltige und oligotrophe Gauchach wieder einen guten Teil seines Reinwassercharakters zurückgegeben hat und die Abwasserwirkung von hier ab weitgehend ausgeschaltet ist.

D. Die Gauchach von der Eulenmühle bis zum Beginn der engen Schlucht. — Ein im allgemeinen kühler Gebirgsbach, der aber hier zuweilen sommerliche Erwärmungen bis gegen 17 ° zeigt, mit mäßiger Strömungsgeschwindigkeit und teils sandig-kiesigem, teils felsigem Bett. Mäßig kalkreich, annähernd O_2-gesättigt, nährstoffarm, oligosaprob, mit einer Reihe von β-mesosaproben Stellen über Schlamm und hinter Mühlen-Wehren.

E. Die Schluchtstrecke der Gauchach. Sehr stark gegen Einstrahlung abgeschirmt, sehr stark durchlüftet, fast überall reißende Strömung, kalkreich, etwas verarmt an CO_2, alkalisch, nährstoffarm, sommerkalt, felsiges Kalkbett.

F. Die kaltstenothermen, kalkreichen Quellen vornehmlich der Gauchachschlucht. Durchschnittstemperatur 8,5 °, trotz hohem Kalkgehalt infolge CO_2-Reichtum annähernd neutral, starkes O_2-Defizit, sehr rein, kaum oxydierbar, nährstoffarm, besonders auch eisenarm.

G. Limnokrenen (Tümpelquellen) an den Ufern der Wutach und der Gauchach. Ohne merkliche Wasserbewegung, geringer Zufluß, teilweise unterirdischer Abfluß, manchmal Erwärmung bis 19 °, durch Fall-Laub und verrottende Algenwatten meist β-mesosaprob, kalkreich, manchmal sauerstoffübersättigt. Nährstoffe etwas angereichert, oft pH-Werte über 8,2, Wasser verbraucht in Extremfällen bis 85 mg/l $KMnO_4$.

H. Feuchte Moosrasen und Felswände innerhalb der Schluchten. Wasserchemie schwer erfaßbar, von besonderen, scharf ausgelesenen Algengesellschaften besiedelt, oft stärkster Erwärmung ausgesetzt, manchmal weitgehende Austrocknung über längere Zeiträume.

Eine Reihe von hier nicht besonders genannten Wasserstellen, z. B. Wiesengräben, Quellbäche der Gauchach, Nebenbäche der Wutach, die untersucht worden sind, lassen sich alle unter eine der obigen 8 Gruppen zwanglos einordnen.

7. Bemerkungen zur Methodik und Technik

Das Untersuchungsgebiet ist zu allen Jahreszeiten besucht worden, meist in 1—4monatigem Abstande. Nur die Zeit meiner Teilnahme am Frankreich-Feldzug bedingte eine etwas über einjährige Pause. Der Aufenthalt im Gebiet betrug bei jeder Exkursion etwa 3—4 Tage.

Jedesmal konnten rund 80 Proben ins Laboratorium gebracht werden. Ein Sammelkasten mit 30 DIN-Steilbrustflaschen zu je 50 cm^3 diente der Aufnahme solcher Proben, welche hauptsächlich aus makroskopisch auffälligem Material bestanden, wie z. B. *Lemanea*, *Hydrurus*, *Microspora*, *Spirogyra*, *Vaucheria* und andere. Daneben wurde eine kleine Kiste mitgeführt, in welcher, in Watte verpackt, 50 Glastuben zu je 10 cm^3 Platz fanden. Diese Glastuben nahmen das meist mit der Handzentrifuge an Ort und Stelle angereicherte feinere Material auf.

Weitaus die meisten Proben sind am Entnahmeort sofort mit Pfeiffer von Wellheimschem Gemisch fixiert worden. Frischuntersuchungen waren nur einmal in größerer Zahl bei einem längeren Aufenthalt im Gebiet selbst (Bachheim) möglich. Sonst blieben sie, durch die jeweils mehrtägige Dauer der Sammelexkursionen und durch den 200 km weiten Weg zu meiner Arbeitsstätte in Karlsruhe, ausgeschlossen.

Das Material ist in der üblichen Weise seinen Standorten entnommen worden: größere Watten, *Cladophora,* untergetauchte höhere Pflanzen usw. mit der Hand (das Wasser ist hierfür fast nirgends zu tief), Sestonproben mit dem Planktonnetz, das für jeweils etwa 1 Stunde in die Strömung eingehängt worden war, Aufwuchs und Kalkkrusten mit einem starken Messer. Fontinalisbüschel und ähnliches wurden überm Trichter ausgedrückt und das Material nachher sofort zentrifugiert; genau so wurde mit den Moosrasen der Talhänge und Felswände verfahren, und zwar bei Regenwetter, wenn sie mit Wasser stark vollgesaugt waren.

Jene Stellen im Gebiet, an denen öfters Proben entnommen worden sind, finden sich in der Abb. 1 mit Nummern bezeichnet. Auf diese Nummern ist oft Bezug genommen.

Die Gauchachschlucht konnte bei Niedrigwasser zweimal talaufwärts mit Wasserstiefeln im Bach selbst begangen werden, ebenso einige Stellen der Wutach.

Zum Transport der Wasserproben für die im Laboratorium durchzuführenden Untersuchungen erwiesen sich die bekannten Gummi-Wärmflaschen als praktisch. Sie lassen sich in Koffern und Rucksäcken besonders leicht verpacken. Ferner wurden hierzu auch mehrere 2-l-Glasflaschen mit Gummiverschluß verwendet.

Sauerstoff- und pH-Bestimmungen erfolgten stets an Ort und Stelle. Die hierfür nötigen Geräte und Chemikalien konnten in einem kleinen Holzköfferchen bequem mitgeführt werden.*)

Zu den Temperaturmessungen dienten ein in $^1/_{10}{}^0$ geteiltes Quecksilberthermometer (geprüft) und ein Minimum/Maximum-Thermometer, das einige Male längere Zeiträume hindurch in verschiedenen Wasserstellen unter Steinen verborgen blieb.

Alle irgendwie bemerkenswerten auf den Exkursionen gemachten Beobachtungen zu unserem Thema wurden jeweils sofort an Ort und Stelle ausführlich protokolliert und skizziert, oftmals auch mittels Leica photographiert.

*) Über die hydrographisch-chemische Methodik siehe S. 152 ff.

Zu danken habe ich für das Verständnis der zuständigen militärischen Verwaltungsstelle, die mir meinen Kraftwagen wieder zur Benützung frei gab, nachdem er mir mitten in meiner Arbeit militärisch beschlagnahmt worden war. Ohne dieses Entgegenkommen wäre es mir nicht möglich gewesen, diese Arbeit zu Ende zu führen. Durch einen Kriegsschaden am rechten Fuß war ich stark behindert; aber sogar ohne dies wäre der Transport des nötigen Gepäcks und die Zurücklegung der bei jeder Exkursion über 100 km langen Wege innerhalb des schwer zugänglichen Gebietes undenkbar gewesen.

Im Laboratorium wurden die Proben in der üblichen Weise analysiert. Erst wenn dreimal nacheinander unter dem 18-mm-Deckglas auf dem Kreuztisch keine neue Alge mehr erschienen war, wurde die Analyse einer Probe als beendet angesehen. — Von allen seltenen oder kritischen Formen sind Zeichnungen und meist auch Mikro-Aufnahmen gemacht worden. Alles restliche Material wurde in 10-cm^3-Glastuben zu eventueller späterer Kontrolle numeriert aufbewahrt.

Für alle Diatomeen-Bestimmungen sind Dauerpräparate angefertigt worden. Teile des Materials wurden hierzu in H_2SO_4conc. gekocht; im heißen Kochgut entwickelte sich nach Zusatz von KNO_3 Stickstoffdioxyd, welches die noch vorhandenen verkohlten Reste der organischen Substanz vollends oxydierte. Darauf folgte auf der Zentrifuge mehrmaliges Auswaschen mit destilliertem Wasser. Die Methode ist näher beschrieben bei H u s t e d t (1930, 1927). Dieses Diatomeenmaterial wurde mit destilliertem Wasser auf Deckgläser übertragen, angetrocknet und dann mit Styrax auf den angewärmten Objektträger gegeben.

Zur Untersuchung stand mir neben der üblichen achromatischen Optik auch ein Zeißscher Apochromat als homogene Ölimmersion 2,0 mm mit einer numerischen Apertur von 1,30 zur Verfügung, der in Verbindung mit Leitzscher Monla-Punktlichtlampe und monochromatischem Grünfilter (Lifa) sowie unter gelegentlicher Benützung von Dunkelfeldbeleuchtung allen Ansprüchen genügen konnte, die bei vorliegender Arbeit billigerweise gestellt werden durften. — Da alle Diatomeenbestimmungen mit Hilfe dieses Apochromaten und unter Einschaltung von Wasser zwischen Kondensor und Objektträger, also unter weitgehender Ausnutzung seiner Apertur vorgenommen worden sind, glaube ich, Bestimmungsirrtümer hier nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen zu

haben. Gehen doch solche Irrtümer, die auch bei starker Vergrößerung vorkommen, meist auf das mangelhafte Auflösungsvermögen der verwendeten optischen Systeme zurück. — Zur Präparation der Lemanea-Arten diente ein Leitzsches Binocular mit 40-facher Linear-Vergrößerung.

Das Protokollierungsverfahren habe ich, da gerade hiervon bei algenökologischen Arbeiten sehr viel abhängt, weiter ausgebaut. Es besteht im wesentlichen jetzt aus einer Protokollkartei mit dreierlei vorgedruckten Kartenarten und aus einer alphabetischen Spezies-Kartei. Durch Numerierungen und Farbzeichen lassen sich alle irgendwie wünschenswerten Reihungen in kürzester Zeit herstellen, so daß ein stetiger Überblick über das wachsende Material gewährleistet ist.

Das Gesamtverzeichnis der während meiner Arbeitsperiode im Untersuchungsgebiet gefundenen Algen (S. 224) ist wiederum alphabetisch aufgestellt, da die Vorteile des raschen Nachschlagenkönnens allein schon jene einer systematischen Anordnung überwiegen.

C. Spezieller Teil

(Algen und Algengesellschaften)

1. Die Algengesellschaften der verschiedenen Bäche, Bachabschnitte, Quellen, Moosrasen und Felswände

a) Die Wutach vom Titisee bis Neustadt (WO)

Gleich nachdem die Wutach den Titisee (Abb. 2; vgl. auch Abb. 1, Ort 32) verlassen hat, fließt sie als Bach mit durchschnittlich 1 m Wassertiefe ruhig dahin. Dieser Bach ist leicht sauer, kalkfrei, nährstoffarm, sommerwarm, zeigt leichte Neigung zur Dystrophie und ist annähernd sauerstoffgesättigt (vgl. S. 155).

Auf seinem Grunde wechseln Stellen, welche mit faust- bis kopfgroßem Geröll und Geschiebe aus Urgestein bedeckt sind, mit solchen ab, an denen sich ein brauner, humoser und ziemlich eisenreicher Grundschlamm halten kann. Fontinalisbestände und Myriophyllumwiesen siedeln hier auf dieser Bachstrecke, von der Abb. 5 eine Vorstellung geben soll.

Unmittelbar unter dem Wehr, das den Abfluß des Titisees reguliert, fallen besonders während der Winterzeit die kleinen, rötlichvioletten Büschlein der zahlreichen *Chantransien* auf. Sie halten die stark abgekanteten Geschiebesteine des Moränenmaterials und das Mauerwerk des Wehres unter Wasser besetzt. Der größte Teil dieser *Chantransien* besteht aus Vorkeimen von *Batrachospermum moniliforme,* die von März bis Mai sich hier zu entfalten beginnt und bis in den Herbst und Frühwinter hinein reichlich gedeiht. All diese vielen *Chantransien* entsprechen genau der Form *Chantransia pygmaea* Kütz. und sind mit ihr auch wohl völlig identisch. Andere, mehr graubraune und blassere *Chantransien* sind die Vorformen der hier nicht seltenen *Lemanea fluviatilis.* Eine weitere Gruppe dieser *Chantransien*-Scharen stimmt mit der Definition und den Abbildungen von *Chantransia chalybea* (Lyngb.) Fries überein; diese Art ist also in meinen Listen zu führen, obwohl ich glaube, daß es sich auch hierbei um eine *Batrachospermum*-Vorform handelt.

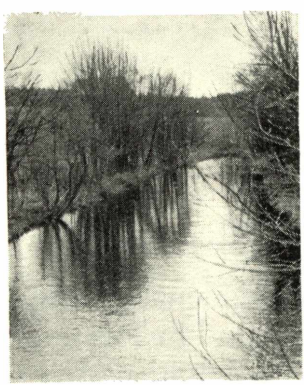


Abb. 5
Der kalkfreie Bach verläßt, ruhig ostwärts fließend, den Titisee

An den Steinen flutet reichlich *Draparnaldia glomerata.* Watten von *Microspora amoena* und *Ulothrix zonata* mit *Ulothrix tenerrima* erscheinen besonders im Mai. *Tribonema viride* bildet hier ebenfalls leuchtend grüne Watten, eine schmale *Mougeotia* ist beigemischt, ebenso *Spirogyra bellis* und eine weitere *Spirogyre* mit einem Chromatophor und durchschnittlich 28 Zelldurchmesser. Da und dort tritt ferner eine *Vaucheria* in größerer Menge in Erscheinung. Damit ist das makroskopische Bild abgeschlossen.

Als Steinbesatz, im Schlamm und in den *Fontinalis*- und *Myriophyllum*beständen lebt hier aber weiter eine überaus artenreiche Algenflora; zusammengefaßt mit dem vorher Angeführten ergibt sie folgende Liste:

Anabaena constricta (w)
Aphanocapsa koordersi fo. (w)
Aphanochaete repens (ö)
Aphanothece clathrata (ei)
Batrachospermum ectocarpum (ö)
„ *moniliforme (ö)*
Botryococcus braunii (ö)
Bulbochaete spec. (ö)

Chamaesiphon oncobyrsoides (ö)
polymorphus (ö)
Chantransia chalybea (ei)
Closterium jenneri (w)
Cosmarium humile var. glabrum (w)
quadratum (w)
reniforme (ei)
Dinobryon divergens (h)
Draparnaldia glomerata (ö)
Glenodinium uliginosum (ei)
Gloeococcus schroeteri (w)
Gonatozygon kinahani (w)
Homoeothrix juliana (ei)
Hydrurus foetidus (h)
Lemanea fluviatilis (ö)
rigida (se)
Lyngbya aerugineo-coerulea (w)
aestuarii (w)
attenuata (ei)
martensiana (ei)
Lyngbya nigra (ö)
Microspora amoena (h)
floccosa (ei)
pachyderma (ei)
Mougeotia spec. ($\varnothing = 12\,\mu$) *(ö)*
Oedogonium landsboroughii (w)
„ *spec.* ($\varnothing = 42\,\mu$) *(h)*
Oscillatoria limnetica (w)
Penium navicula (ei)
Peridinium willei (ö)
Phormidium tinctorium (ei)
Pleurocapsa minor (ei)
Spirogyra bellis (ei)
spec. ($\varnothing = 30\,\mu$; 1 Chrom.) *(ö)*
Stigeoclonium spec. (w)
Tribonema viride (ei)
Ulothrix tenerrima (w)
zonata (ei)
Uronema confervicola (se)
Vaucheria spec. (ei)

Dazu folgende Diatomeen

Achnanthes minutissima (ö)
minutissima var. cryptocephala (ei)
Amphipleura pellucida (ei)
Caloneis bacillum (w)
Ceratoneis arcus (h)
arcus var. amphioxys (ö)
Cocconeis placentula (ei—ö)
Cyclotella comta (ö)
stelligera (ö)
Cymbella affinis (ei)
alpina
austriaca (ei)
cistula (ei)
gracilis (w)
lanceolata (w)
naviculiformis (h)
turgida (ei)
ventricosa (ö)
Diatoma anceps (ei)
hiemale var. mesodon (ei—ö)
Epithemia sorex (nur 1 Bruchstück)
Eucocconeis lapponica (ei)
Eunotia arcus (ei—ö)
arcus var bidens (ei—ö)
Eunotia arcus var. uncinata (ei)
(mit Schalenverbiegungen)
formica (ei)
gracilis (ei)
paludosa (w)
pectinalis (ei)
pectinalis var. bidens (w)
pectinalis var. minor (w)
pectinalis var. ventralis (w)
veneris (ö)
Fragilaria capucina var. lanceolata (ei)
intermedia (ö)
virescens (ei)
virescens var. mesolepta (w)
Frustulia rhomboides var. saxonica (ei)
vulgaris (ö)
Gomphonema acuminatum (w)
acuminatum var. brébissonii (ei)
acuminatum var. coronata (h)
acuminatum var. trigonocephala (w)
angustatum var. producta (ei)
augur var. gautieri (ei)
constrictum (ei)

Gomphonema gracile (ei)
lanceolatum var. insignis (w)
longiceps fo. gracilis (ei—ö)
longiceps var. subclavata (h)
parvulum (ei)
Hantzschia amphioxys (se) (teratologische Formen)
Melosira distans (ei)
varians (w)
Meridion circulare (ei)
circulare var. constricta (ö)
Navicula cryptocephala (ei)
exigua (w)
gastrum (ei)
pseudoscutiformis (se)
pupula (w)
radiosa (ei—ö)
rhynchocephala (ö)
rotaeana (ö)
Neidium bisulcatum (ei)
Nitzschia hantzschiana (w)
stagnorum (w)
Pinnularia acrosphaeria (ei)
braunii var. amphicephala (ei)
gibba (ö)
maior (ei)
microstauron (ö)
subcapitata (ei)
undulata (ei)
viridis (ö)
Stauroneis anceps fo. gracilis (ö)
parvula (se)
phoenicenteron (ö)
Stephanodiscus astraea (ei)
Surirella angustata (ei)
Synedra amphicephala (ei)
rumpens (w)
ulna (h)
vaucheriae (ei)
Tabellaria fenestrata (ö)
flocculosa (sh)

In dieser Florenliste erweisen sich als mehr oder weniger eindeutig aus dem Plankton des Titisees stammend die Formen:

Botryococcus braunii (ö)
Ceratium hirundinella (h)
Dinobryon divergens (h)
Glenodinium uliginosum (ei)
Gloeococcus schroeteri (w)
Gonatozygon kinahani (se)
Lyngbya attenuata (w) (nur Winter)
Oscillatoria limnetica (w)
Peridinium willei (ö)
Cyclotella stelligera (ö)
Melosira distans (ei)

Der Titisee selbst ist in vorliegende Untersuchungen nicht einbezogen worden. Er wirkt aber auf Flora und Wasserbeschaffenheit unseres oberen Wutachabschnittes (WO) deutlich ein. Einige Angaben über diesen See finden sich bei Scheffelt (1909), Rabanus (1915) und Höll (1928). Er ist ein typischer, nährstoffarmer Urgebirgssee, der durch den Einfluß dreier Hochmoore in seinem Einzug leicht dystroph ist. Das reichliche Vorkommen von *Isoetes lacustris* (einem Wasserfarn) dokumentiert seine Nährstoffarmut [nicht aber, wie oft fälschlich angenommen wird, den niedrigen pH-Wert; vgl. Iversen (1929) und Roll (1939)].

Weiterhin ist für diesen See (Abb. 2) auch eine Algenauswahl bezeichnend, die ich aus der Zusammenstellung der Algen Badens bei Rabanus (1915) herausziehe und die zum größten Teil von ihm selbst aufgesammelt worden ist:

Binnuclearia tatrana
Characium acutum (A. Br. coll.)
Closterium jenneri
rostratum
toxon
„ *venus*
Coleochaete scutata
Cosmarium bioculatum
botrytis
reniforme
subbroomei
undulatum var. minut.
Cylindrocystis brébissonii
Didymoprium grevillei
Euastrum elgans
oblongum
pectinalis
verrucosum
Eudorina elegans
Gonatozygon monotaenium
Gongrosira debaryana
Hyalotheca muccosa
dissiliens
Micrasterias mahabuleshwarensis
Netrium digitus
Sphaerozosma vertebratum
Spondylosium secedens
Staurastrum cuspidatum
dejectum
gracile
intricatum
polytrichum
sexangulare
striolatum
Ulothrix tenerrima
Xanthidium cristatum
antilopaeum

Diese Liste entspricht vollkommen dem mäßig sauren und leicht humosen Charakter des Sees und bestätigt gleichzeitig, besonders durch den Reichtum an *Desmidiaceen,* daß es sich um ein oligotrophes und oligosaprobes Gewässer handelt.

Einige hundert Meter weiter talab vom See entfernt, wo die Wutach über Moränenschotterbänke schneller und flacher schießt und sich, kleine Inseln bildend, in mehrere Arme zerteilt (Abb. 6), fand ich zwei besonders bemerkenswerte Erscheinungen: Alljährlich, von Mitte Februar bis Mitte Mai etwa, entstanden hier Massenentwicklungen von *Hydrurus foetidus,* jener eigenartigen *Chrysophycee,* die ihre Ruhezellen in feste, knorpelige, reichverzweigte Gallertbäumchen von durchschnittlich etwa 20 cm Länge einschließt. An allen Steinen, Wurzeln und festgeklemmten Treibhölzern fluten sie, meist eng verfilzt mit großen Watten von *Microspora amoena,* oliv- bis bräunlich-schwarzgrüne, lange Strähnen

Abb. 6
Wutach bei Ort 31. Gebiet stärkster *Hydrurus - Microspora* - Entwicklung. Links hinten Standort der *Lemanea rigida*

bildend. In den Tagen, in denen die Wassertemperatur im Zuge der sommerlichen Erwärmung des Titisees 16—17° übersteigt, verschwinden sie sehr plötzlich. Losgerissene Zweigchen von *Hydrurus* zeigen sich dann überall im Seston.

Weiter wuchs hier, in einem kleineren Bacharm im Schatten jener Fichten, die auf Abb. 6 links im Hintergrund zu sehen sind, die für Baden und wohl auch für Deutschland neue *Lemanea rigida* Sirodot. Nähere Einzelheiten zeigt Taf. I, 1—6; vgl. auch die Erörterung im Gesamtverzeichnis S. 240. Diese Rotalge saß auf kantigen Geschiebesteinen etwa 20 cm unter Wasser und wurde sonst im Gebiet nicht mehr gefunden. *)

Die Gesamtliste dieser Strecke Titisee—Neustadt (WO) enthält eine größere Zahl von Arten, die als vorwiegend montan bezeichnet werden können:

Chamaesiphon polymorphus
Hydrurus foetidus
Ulothrix zonata (?)
Ceratoneis arcus
arcus var. amphioxys
Cymbella austriaca
Diatoma hiemale var. mesodon
Eucocconeis lapponica
Eunotia paludosa
pectinalis
Eunotia veneris
Fragilaria virescens
virescens var. mesolepta
Gomphonema longiceps fo. gracilis
Melosira distans
Neidium bisulcatum
Nitzschia hantzschiana
Pinnularia braunii var. amphicephala
undulata

Bei dieser Auswahl stütze ich mich vor allem auf die Verbreitungsangaben von Husted (1930). — Auf den Tafeln II und III sind die meisten vorwiegend montanen Diatomeen meines Gebietes abgebildet.

Daß es sich bei diesem Bachabschnitt (WO) um ein typisch oligosaprobes, fast katharobes Wasser handelt (Kolkwitz 1935), geht aus nachfolgender Zusammenstellung eindeutig hervor:

Chantransia chalybea o (—βm)
Dinobryon divergens o (—βm)
Draparnaldia glomerata o (—βm)
Hydrurus foetidus kath. (—o)
Lemanea fluviatilis o (—βm)
Microspora amoena o
Ulothrix tenerrima o (—βm)
Amphipleura pellucida o (—βm)
Ceratoneis arcus kath.
Diatoma hiemale var. mesodon o—kath.
Melosira distans o
Pinnularia subcapitata o
Tabellaria flocculosa o

Natürlich finden sich hier auch eine Anzahl βm-Algen; diese sind aber entweder nur in geringer Abundanz vorhanden, oder sie besiedeln die vorhin genannten lenitischen Schlammstellen, sprechen also nicht gegen den oligosaproben Charakter dieses Bachabschnittes.

*) Vgl. aber Fußnote S. 241.

Als Kern der langen Algenliste dieses oberen Wutachabschnittes, d. h. als Zusammenstellung solcher Formen, welche hier ihr optimales Gedeihen zu finden scheinen, möchte ich noch folgende kleine Gruppe herausheben:

Microspora amoena	*Eunotia paludosa*
pachyderma	*veneris*
Ulothrix tenerrima	*Frustulia rhomboides var.*
zonata	*Pinnularia acrosphaeria*
Cymbella gracilis	,, *subcapitata var. Hils.*
turgida	*Tabellaria flocculosa*

Diese Algen scheinen durch die ähnliche Lage ihrer Optimumskurven für die meisten ökologischen Faktoren, d. h. durch eine weitgehende Gleichheit ihrer ökologischen Bedürfnisse hier vereinigt zu sein und dürften daher unter ähnlichen hydrographischen Umständen auch anderwärts zusammen vorkommen. Man könnte in ihnen vielleicht so etwas wie den Kern einer „Assoziation" erblicken, der vielleicht aus besiedelungsgeschichtlichen Gründen hier sehr unvollständig ist. — Indessen vermag ich aus Gründen, die an anderer Stelle (S. 216 ff.) auseinandergesetzt sind, den algensoziologischen Bestrebungen der letzten 20 Jahre noch nicht rückhaltlos zu folgen.

Die lange Reihe der übrigen 122 Arten und Varietäten der Gesamtliste dieses Standortes besteht überwiegend aus solchen, für welche die meisten Optimalpunkte außerhalb der Gegebenheiten dieses Standortes liegen oder welche eine so große ökologische Spannweite besitzen, daß sie auch in ganz anders beschaffenen Wasserstellen ähnlich gut gedeihen können wie hier.

Zum Schluß mag aus dem Analysenergebnis folgendes festgehalten werden:

Die Wutach zwischen Titisee und Neustadt gibt sich auch durch ihre Algenflora als leicht saurer, kalkfreier Reinwasser-Gebirgsbach zu erkennen.

Unter den hier gefundenen 134 Arten und Varietäten befinden sich 9, die auf saures und mäßig saures Wasser beschränkt zu sein scheinen. Es befinden sich darunter ferner 19 Algen, welche als vorwiegend montan angesprochen werden können. 13 Formen aus der Gesamtliste dieses Biotops sind oligosaprob, einige davon mit Neigung zu katharob, andere zu βm. Schließlich finden wir darunter auch 11 Arten, die aus dem Plankton des Titisees stammen. Die Diatomeen stehen in der Gesamtliste in fast doppelter Anzahl den Nichtdiatomeen gegenüber. Erstaunlich ist der geringe Anteil der *Desmidiaceen*.

b) Die saure Abwasserstrecke der Wutach von Neustadt bis zum Stallegg (WAw)

In diesen im vorigen Abschnitt geschilderten Reinwassergebirgsbach mit seinem reichen Algen-Bestand fließt nun kurz unterhalb Neustadt sulfithaltiges Abwasser eines größeren Zellulosewerkes ein. Die Abwässer werden zunächst außerhalb des Baches aufgestaut und das Ablassen geschieht proportional der stark veränderlichen Wasserführung der Wutach.

Wir wollen die Wirkung auf die Algenflora verfolgen.

Die sich ergebenden eigenartigen Verhältnisse sind nur zu verstehen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Wutach auch auf der Abwasserstrecke ein raschfließender, schäumender, stark durchlüfteter Gebirgsbach bleibt (Abb. 3); über die hydrographischen Daten vergleiche man S. 157 ff.

Der Sulfitgehalt verursacht etwa auf die ersten 300 m hin eine starke Verarmung der Algenflora. Diese Verödungsstrecke ist relativ kurz. Das kommt daher, daß die Oxydation des Sulfites zu Sulfat infolge der starken Durchlüftung rasch vor sich geht und hat seinen Grund auch teilweise darin, daß die Fabrik bereits eine Voroxydation bzw. eine Austreibung von Schwefligsäure in besonderen Apparaten vornimmt. — Auch auf dieser Verödungsstrecke findet man im Schlamm hinter Steinen reichlich Diatomeen entsprechend der unten folgenden Liste. Wenn man aber nach einer längeren Niedrigwasserperiode, wo die Einschwemmung aus dem Reinwasserabschnitt von oben her nur schwach ist, solche Aufsammlungen durchsieht, so sind es zumeist tote Individuen. Nur *Nitzschia palea, Navicula cryptocephala* und *Surirella ovata* traf ich hier öfters lebend an.

Die Oxydation des Sulfites scheint schon vor dem Ort 28 (Abb. 1) ziemlich beendet zu sein. An der überall massenhaften *Sphaerotilus*vegetation ist das nicht ohne weiteres zu erkennen. Sie nimmt erst weiter abwärts allmählich ab, beginnend bei Ort 27 etwa, wo bereits reichlich *Phormidium autumnale* auftaucht, die nun auf den Steinen Platz findet. Entnimmt man aber beim Ort 28 Diatomeenproben aus den *Sphaerotilus*flocken, so weisen sie bereits die meisten Arten lebend auf, welche in der folgenden zusammenfassenden Liste angegeben sind. Diese Liste stellt eine Zusammenfassung dar aus verschiedenen Proben, die der Strecke zwischen den Orten 28 und 27 zu allen Jahreszeiten entnommen worden sind:

Batrachospermum ectocarpum (ei)
(mit vielen Chantransien)
Beggiatoa alba (w)
Chaetophora elegans (w)
Closterium leibleinii (ei)
moniliferum (w)
parvulum (ei)
Microspora amoena (h)
Microthamnion strictissimum (se)
Phormidium autumnale (h)
Prasiola crispa (Ufer) *(ei)*
Sphaerotilus natans (s. h.) (herrscht!)
roseus (h)
Stigeoclonium amoenum (w)

Dazu folgende Diatomeen

Achnanthes lanceolata (ei)
minutissima (ei)
Amphora ovalis var. pediculus (ei)
Ceratoneis (h), *arcus var. amphioxys (h)* } häufig mit Schalenverbiegungen
Cyclotella meneghiniana (ei)
stelligera (w)
Cymbella cistula (ei)
naviculiformis (ei)
prostrata (ei)
sinuata (ei)
turgida (se)
ventricosa (ö)
Diatoma anceps (se)
hiemale var. mesodon (ei)
vulgare (ei)
Eunotia gracilis (w)
pectinalis var. minor (se)
praerupta var. bidens (w)
Fragilaria intermedia (ö)
virescens (ei)
Frustulia vulgaris (ei)
Gomphonema angustatum
var. producta (ei)
constrictum (w)
Hantzschia amphioxys (se)
Melosira italica (w)
Navicula cocconeiformis (se)
cryptocephala (ei)
rhynchocephala (ei)
rotaeana (se)
Nitzschia hantzschiana (w)
palea (ei)
Pinnularia braunii var. amphicephala (w)
microstauron (ei)
viridis (ei)
Stauroneis anceps fo. linearis (w)
Surirella angustata (w)
ovata (ö)
tenera (w)
Synedra ulna (ö)
Tabellaria flocculosa (ei)

Die 52 Formen dieser eigenartigen Liste bieten ein geradezu wirres Bild. — Versuchen wir, sie nach dem Kolkwitzschen Saprobiensystem (1935) auseinanderzulegen, indem wir noch weitere typische Proben heranziehen:

An polysaproben bis α-mesosaproben Arten sind vorhanden:

Beggiatoa alba (w)
Phormidium autumnale (sh)
Sphaerotilus natans (sh)
roseus (sh)
Cyclotella meneghiniana (h)
Navicula cryptocephala (ö)
Nitzschia palea (ei—ö)

Kombination und Abundanzverhältnisse dieser Gruppe würden es nahelegen, ohne weiteres hier von einem polysaproben Gewässer zu sprechen und auf eine weitere Analyse zu verzichten.

Zunächst zeigt sich aber dann die Liste der βm-Arten doppelt so lang:

Batrachospermum ectocarpum (ei)
Chaetophora elegans (ei)
Closterium leibleinii (ei)
moniliferum (ei)
„ *parvulum (w)*
Achnanthes minutissima (h)
Amphora ovalis (ei)
Melosira italica (ö)
Navicula rhynchocephala (w)
rotaeana (h)
Pinnularia viridis (ei)
Surirella ovata (ei)
angustata (w)

Die Abundanzverhältnisse sprechen zwar hier nicht so eindeutig wie oben, jedoch kann das Vorhandensein dieser βm-Arten richtig eingeschätzt werden in Verbindung mit nachfolgender Gruppe:

Microspora amoena (h)
Ceratoneis arcus (sh)
arcus var. amphioxys (sh)
Diatoma hiemale var. mesodon (h)
Tabellaria flocculosa (ö)

Diese Gruppe enthält Vertreter der oligosaproben und der katharoben Zone, und zwar gleich in großer Häufigkeit. Es handelt sich nicht etwa um eine zufällige Zusammenschwemmung ökologisch divergierender Arten, sondern um ein zum Teil ausgesprochen gutes, zum anderen Teil wenigstens individuenreiches Gedeihen von polysaproben und α-mesosaproben zusammen mit oligosaproben und katharoben Arten.

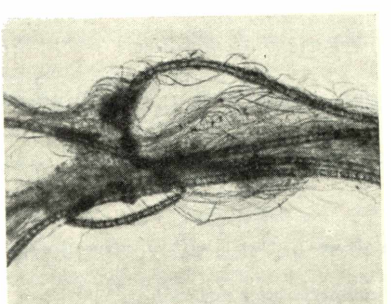


Abb.
Microspora amoena und *Sphaerotilus* in lebhaftem, gemeinschaftlichem Wachstum

Abb. 7 ist eine Mikroaufnahme von einem hier überaus häufigen Fall, der besonders im Frühjahr auch makroskopisch stark in Erscheinung tritt: An Steinen und Wurzelwerk hängen mächtige, graugrüne, flutende Watten, die aus einer innigen Verwachsung von *Sphaerotilus natans* mit *Microspora amoena* bestehen. Es sind nicht jene kümmerlichen *Sphaerotilus*-Keimlinge, die man häufiger auf *Microspora* beobachten kann und die auch in der Literatur erwähnt sind, sondern beide Partner befinden sich in voller Entwicklung. Im Frühjahr konnte ich in markierten Watten dieser Art in drei-

tägigem Abstand bei *Microspora* eine bedeutende Zellvermehrung feststellen; *Sphaerotilus* andererseits ist völlig weiß und unverschmutzt und in gesunden Büscheln von meist über 10 cm Länge in die Watten dicht eingewoben. Die innige Umschlingung der *Microspora*-Fäden durch den „Pilz" geht aus der Mikroaufnahme Abb. 7 hervor, die nur einen winzigen Ausschnitt darstellt und bei deren Vorbereitung das Material künstlich zerzupft und die langen Bakterienfäden zwangsläufig zum größeren Teile abgerissen werden mußten. — Solche Watten sind sehr groß; man kann sie gleichsam kilogrammweise aus dem Bach schöpfen, und ich habe solche gefunden, in denen sich hunderte von kleinen, schwarzgrauen Anneliden eingenistet hatten. *Microspora* verschwindet hier nicht eher, als sie mit Beginn des Sommers auch weiter oben im Reinwasserabschnitt zurückzugehen und makroskopisch zu verschwinden pflegt.

Zur Erklärung dieser eigenartigen Verhältnisse, daß sich hier nämlich im ganzen Algenbestand Reinwasser- und Abwasserorganismen so innig durchdringen und mischen, drängen sich vor allem zwei Überlegungen auf:

Einmal scheint es, daß bei starker Wasserführung des Baches und der dadurch bedingten erhöhten Strömungsgeschwindigkeit ein großer Teil der herabgeschwemmten Reinwasserorganismen die gefährliche Sulfitzone genügend rasch und ohne erhebliche Schädigung zu passieren vermag, wenn er sich dort auch nicht auf die Dauer ansiedeln kann. An diesen weiter unten gelegenen und ziemlich sulfitfreien Stellen gelingt es ihnen dann, weiterzuleben, wenn auch nicht optimal, so doch immerhin in recht beträchtlicher Individuenzahl. Es ist besonders interessant und spricht für die Richtigkeit dieser Überlegung, daß unter den hier gefischten lebenden und sehr reichlich vorhandenen Exemplaren der katharoben *Ceratoneis arcus* und ihrer *var. amphioxys* oft mehr als die Hälfte der Ausbeute aus teratologischen Formen besteht. Sie zeigen gedrungenere Form, dickere Köpfe und vielfältige, oft bizarre Schalenverbiegungen. Ich habe zwei solche Individuen in die Abb. 14 eines *Phormidium autumnale*-Lagers, das ebenfalls an dieser Stelle vorkommt, eingezeichnet.

Die zweite Überlegung sagt uns, daß es sich hier ja gar nicht um eine faulstoffbelastete Abwasserzone handelt. *Sphaerotilus* gedeiht zwar in ganz außerordentlichen Massen, ist aber selbst kein Fäulniserreger. Die Giftstoffe der Sulfitabwässer sind ganz andere als jene, die sich z. B. über dem Faulschlamm eines eutrophen

Tümpels ansammeln und H_2S-Geruch verbreiten; dort fehlt der Sauerstoff oft vollkommen, hier im Bach ist er reichlich vorhanden, wenn er auch nicht die Sättigungsgrenze zu erreichen pflegt. Sobald die Oxydation der Sulfite zu Sulfaten vollzogen ist, besteht also hier ganz offenbar für eine Reihe von Reinwasserorganismen kein Hindernis mehr, wenigstens ein mehr oder weniger kümmerliches Leben im Bach zu fristen. Da die Zersetzung der organischen Stoffe der Sulfitzellulose-Abwässer nur sehr langsam fortschreitet, besonders jene der Lignin-Sulfosäuren, gibt es mit wenigen Ausnahmen hier und weiter bachabwärts keine Zonen mehr, in denen sich die Zersetzungsstoffe so stark anhäufen, daß ein Leben der empfindlicheren Algen ganz unmöglich gemacht würde. — Allerdings darf auch nicht verschwiegen werden, daß aus den gleichen Gründen bis hinab zur Gauchachmündung keine entscheidende Besserung der Verhältnisse eintritt.*) Weiter können sich im Stallegg-Stau und auch sonst an lenitischen Stellen, besonders im Sommer, wenn bei geringerer Wasserführung das Wasser sich stärker erwärmt und an lenitischen Stellen der Schlamm nicht wie sonst ausgeräumt wird, besondere und ungünstige Verhältnisse entwickeln. Dieser Schlamm enthält neben Sulfaten viel organisches Material, u. a. trotz der Vorreinigung der Abwässer bisweilen viel von den charakteristischen Tüpfeltracheiden des Koniferenholzes. Es kann zu Gärungen, Sulfatreduktionen und so zu sekundären Verunreinigungen kommen. Als Glück muß es bezeichnet werden, daß solche lenitischen Stellen in einem Gebirgsbach wie der Wutach nach Ausdehnung und Zahl nur beschränkt vorhanden sind.

Aus allem ergibt sich für den hier nun besprochenen Abschnitt etwa folgender Schluß:

Die Wutach behält auch auf ihrer Abwasserstrecke wesentliche Züge ihres Gebirgsbach-Charakters bei. Vor allem Wasserbewegung, Sauerstoffgehalt und pH-Wert werden nicht einschneidend geändert. — Wirklich vernichtend auf die Algenvegetation wirkt nur die Sulfitzone, die aber dank der starken Durchlüftung nur wenige hundert Meter lang ist. Die Abwasserstrecke ist keine eigentliche Fäulniszone; hierfür ist das Wasser zu stark bewegt und durchlüftet und sind auch die organischen Stoffe der Sulfitzelluloseabwässer zu schwer angreifbar. — Es können sich, nachdem die

*) Die charakteristische Schaumtrift ist, wenn auch allmählich schwächer werdend, bis zum Ende unserer Untersuchungsstrecke zu verfolgen.

Sulfite oxydiert sind, in dieser Abwasserstrecke einige Reinwasserorganismen in charakteristischer Vergesellschaftung mehr oder weniger gut am Leben erhalten, während daneben typische Abwasserorganismen ihr freudiges Gedeihen finden. — Von der reichen, 134 Arten umfassenden Algenliste des Titiseeausrinns und der oberen Wutachstrecke bis Neustadt ist hier unterhalb der Sulfitzone eine scheinbar besonders resistente, wenn auch gegen die hier fehlenden Faulstoffe empfindliche Auslese von rund 45 Arten übriggeblieben, zu welchen 3 typische Abwasserbewohner in Massenentwicklung, nämlich *Sphaerotilus natans, Sphaerotilus roseus* und *Phormidium autumnale* hinzugekommen sind.

Anhangsweise sei hier noch hinzugefügt, wie weit sich das Bild der Algenbesiedelung der Wutach bis zum Stallegg (Ort 23) geändert hat, nach einer Abwasserlaufstrecke also von etwa 8 km.

Es f e h l e n beim Stallegg (Ort 23) gegenüber dem Bachlauf an der Gutachbrücke (zwischen Ort 27 und 28)

Chaetophora elegans
Closterium leibleinii
Microthamnion strictissimum
Cymbella cistula
prostrata
turgida
Diatoma anceps
vulgare
Hantzschia amphioxys
Navicula cocconeiformis
Nitzschia hantzschiana
Pinnularia braunii var. amphicephala

Es kommen beim Stallegg n e u hinzu:

Ankistrodesmus falcatus
Caloneis silicula
Cocconeis pediculus
Cymbella aspera
Gomphonema parvulum
Meridion circulare
Navicula radiosa
Nitzschia dissipata
Pinnularia nobilis
Stauroneis phoenicenteron
Synedra rumpens

Das ökologische Bild wird durch diesen Austausch kaum verändert. Die Verhältnisse in der Wutach sind also zwischen Ort 27 und Ort 23 etwa gleich geblieben. Nur *Sphaerotilus* geht auf dieser Strecke ganz erheblich zurück. Er tritt unterhalb des Stallegg-Staus nur noch als kurzrasiger, unauffälliger Steinüberzug auf, der von anklebendem Schlamm ganz braun ist und nur bei sehr genauem Hinsehen als *Sphaerotilus* erkannt werden kann.

Erwähnenswert ist ferner noch die Feststellung, daß hier nun die A r t *Ceratoneis arcus* wieder stark hervortritt gegenüber ihrer *var. amphioxys*, während zwischen den Orten 27 und 28 diese Varietät und ihr ähnliche Krüppelindividuen das Bild mehr oder weniger beherrschten.

c) Die zunehmend kalkhaltige Abwasserstrecke der Wutach vom Stallegg bis zur Gauchachmündung (WAh)

Zunächst die Seitenbäche, später, etwa vom Ort 21 ab, auch die Steine und Felsen des Bachbettes selbst, führen dem Wutachwasser auf diesem Abschnitte allmählich immer mehr Kalziumhydrokarbonat zu. Dadurch wird erst eine Neutralisierung, gegen Ende des Abschnitts aber eine dauernde alkalische Reaktion erreicht. Das Kalziumion zeigt deutlichen Antagonismus gegenüber vielen auf die Algen als Gift wirkenden Stoffen. Darauf hauptsächlich, aber zum Teil auch auf die langsam fortschreitende Selbstreinigung, ist es zurückzuführen, daß die Zusammenstellung der Algen dieses Abschnittes wieder eine längere Liste ergibt:

Batrachospermum ectocarpum (ei)
Closterium acerosum (ö)
leibleinii (ei)
moniliferum (ei)
parvulum (ei)
Cosmarium botrytis
cucumis (sse)
„ *vexatum (se)*
Dactylococcopsis fascicularis (w)
Glaucocystis nostochinearum (w)
Gloeotrichia pisum
Microspora amoena (ö)
pachyderma (w)
Microthamnion strictissimum (se)
Mougeotia spec. (∅ = 25 µ) (ö)
Oocardium stratum (se)
Oscillatoria limosa (ö)
sancta (ei)
tenuis (ei)
Phormidium autumnale (sh)
Sphaerotilus natans (Reste)
Spirogyra spec. (∅ = 46 µ) (ö)
Staurastrum hystrix (se)
„ *orbiculare (ö)*
Tribonema viride (ö)
Ulothrix aequalis (ei)
zonata (ei)
Vaucheria spec. steril. (ö)

Dazu die Diatomeen

Achnanthes exigua (w)
lanceolata (ö)
minutissima (h)
peragallii (sse)
Amphora ovalis (w)
perpusilla (ei)
Ceratoneis arcus (ö)
arcus var. amphioxys (ei)
Cocconeis diminuta (w)
placentula (w)
„ *placentula var. lineata (ei)*
Cyclotella meneghiniana (ö)
Cymbella affinis (ei)
alpina (se)
naviculiformis (ei)
Cymbella prostrata (w)
sinuata (ei)
turgida (se)
ventricosa (sh)
Diatoma anceps (w)
hiemale var. mesodon (ö)
vulgare (w)
Eunotia arcus (w)
lunaris (ei)
pectinalis var. minor (w)
praerupta var. inflata (se)
Fragilaria construens var. triundulata (w)
intermedia (w)
pinnata (w)
virescens (ei)

Gomphonema angustatum
var. producta (ei)
constrictum (ei)
parvulum (ei)
Hantzschia amphioxys (se)
Melosira islandica subspec.
helvetica (ei)
italica (ei)
varians (w)
Meridion circulare (w)
circulare var. constricta (w)
Navicula cari (ei)
cocconeiformis (se)
cryptocephala (ö)
gastrum (se)
gracile (w)
hungarica var. linear. (w)
pupula (ei)
radiosa (ei)
rhynchocephala (ö)
rotaeana (ei)
Neidium affine var. amphiceph. (w)
affine var. longiceps (se)
iridis (ei)
Nitzschia acicularis (w)
amphibia (ei)
linearis (ei)
palea (w)
stagnorum (w)
Pinnularia maior (ei)
subcapitata var. hils. (w)
viridis (ö)
Stephanodiscus astraea (w)
Surirella angustata (ei)
ovata (ö)
ovata var. pinnata (ei)
robusta (se)
Synedra rumpens (w)
ulna (w)
ulna var. oxyrhynchus (w)
Tabellaria fenestrata (ei)
flocculosa (se)

Dieses Verzeichnis mit seinen fast 100 Formen steht der Liste aus dem reinen Wutachoberlauf zahlenmäßig nicht wesentlich nach. Die Proben, die hier zusammengefaßt worden sind, stammen von den Orten 15—21 und berücksichtigen alle Jahreszeiten gleichmäßig. Es finden sich auch hier wieder einige Reinwasser- und Montanformen unter den übrigen. — Eines aber muß ausdrücklich betont werden: obwohl alle diese Formen lebend gefunden worden sind, ist es dennoch sehr unwahrscheinlich, daß sie hier im Wutachlauf selbst jenes Gedeihen finden, welches zu lebhafter Fortpflanzung und zu dauernder Erhaltung der Arten an diesem Siedelungsplatz erforderlich wäre. Dieses Urteil gründet sich auf genaue Untersuchungen kleinerer und größerer Nebenbäche dieses Abschnittes. Es ist nicht möglich, die verschiedenen Florenlisten hier aufzuführen; sie zeigen jedoch einheitlich eine im ganzen gesünder aussehende und vor allem viel individuenreichere Flora. Eines der besten Beispiele bietet der Lothenbach zwischen dem Ort 20 und der Schattenmühle.

Hier lebt auch noch die empfindliche *Cladophora glomerata* und *Lemanea fluviatilis* in prächtigen Beständen, die das makroskopische Bild beherrschen. Beide Arten fehlen dieser Wutachstrecke; *Cladophora* gedeiht in der Wutach erst wieder von der Gauchachmündung an abwärts. Nach einer etwas unklaren An-

deutung hat Rabanus (1915) noch oberhalb der Gauchachmündung *Cladophora* in der Wutach gefunden. Es muß sich dabei um die Strecke zwischen Bad Boll (Ort 19) und der Gauchachmündung gehandelt haben. Heute ist sie hier nirgends mehr vorhanden. — Ich glaube aus dem allem schließen zu müssen, daß sich der relativ reiche Algenbestand der kalkreicheren Abwasserstrecke der Wutach oberhalb der Gauchachmündung immer wieder durch Einschwemmung aus den Nebenbächen ergänzt und ohne diese Zufuhr ärmer aussehen müßte. Daß dieser Bestand artenreicher ist als jener auf der oberen kalkfreien Abwasserstrecke, führe ich zum Teil auch auf die entgiftende Wirkung des Kalziumions und auf die hier weiter fortgeschrittene Oxydation zurück. Das makroskopische Bild dieser Abwasserstrecke wird bestimmt durch die unzähligen graublau-grünen Lager der Cyanophycee *Phormidium autumnale,* welche hier überall die meisten Steine besetzt halten.

d) Die Wutach unterhalb der Gauchachmündung bis Achdorf (WG)

Diese Flußstrecke ist gekennzeichnet durch die weitgehende Wiederherstellung des Reinwassercharakters mit der Einmündung der Gauchach. Eine eingehende Florenanalyse erübrigt sich; man erhält den Algenbestand ziemlich genau durch die Kombination der Florenliste des Gauchach-Schluchtabschnittes mit der Liste des kalhaltigen Abschnittes der Wutach oberhalb der Gauchachmündung. — Nur *Lemanea* hält sich auffällig zurück; dagegen zeigt sich *Cladophora* hier überall voll und schön entwickelt, auch *Fontinalis* ist wieder vorhanden. Nach einer letzten, brausenden Gefällstrecke zwischen Wutachmühle und Aselfingen, wo die vereinigten Gewässer noch einmal reinen Gebirgsbach-Charakter zeigen (Abb. 8), geht der Fluß dann kurz vor der Grenze unseres Untersuchungsgebietes zu ruhigem Lauf in ziemlich schlammreichem Bett über. Große Bestände von *Ranunculus aquatilis* stellen sich ein; die zahlreichen *Cladophora*-Büschel fluten in langsamerer Strömung

Abb. 8
Wutach unterhalb der Gauchachmündung beim Beginn der Äschenregion, nahe Aselfingen

und an vielen Steinen des Bettes sitzt auch hier *Fontinalis antipyretica*. In diesen *Cladophora-* und *Fontinalis*beständen findet sich regelmäßig eine Gesellschaft von Diatomeen, die hier abschließend noch notiert sei:

Achnanthes lanceolata (ei)
linearis (w)
Ceratoneis arcus (ö)
arcus var. amphioxys (w)
Cocconeis pediculus (h)
Cymbella prostrata (se)
sinuata (ö)
ventricosa (h)
Diatoma hiemale var. mesodon (ei)
vulgare (ö)
vulgare var. capitulata (h)
Fragilaria intermedia (ö)
virescens (ei)
Frustulia vulgaris (ei)
Gomphonema angustatum var. prod. (ei)
„ *olivaceum (w)*
Navicula cryptocephala (ei)
gracilis (ei)
„ *viridula (ei)*
Nitzschia gracilis (w)
Pinnularia maior fo. hyalina (w)
„ *subcapitata (ei)*
Surirella ovata (ei)
Synedra ulna (ei)
Tabellaria fenestrata (ei)
flocculosa (se)

e) Die Gauchach oberhalb der Schlucht (GO)

Die kleinen Quellbäche der Gauchach im kalkfreien Einzugsgebiet zeigen gegenüber der oberen Wutach und ihrer Nebenbäche nichts wesentlich Neues.

Dagegen hat der Bach im breiteren, freien Tal oberhalb der Schlucht, also etwa zwischen Gauchenmühle und Guggenmühle (Ort 10 bis 8), ein eigenartiges Gepräge. Lotische Stellen wechseln mit lenitischen in bunter Reihenfolge ab; streckenweise über im Bachbett anstehenden Kalkfels rauschend, verbreitert sich gleich darauf das Wasser wieder über sandig-kiesiges Gebiet mit mehreren Wasserarmen, von denen die meisten nur bei Hochwasser Strömung zeigen. Diese stark mäandrierenden Arme weisen tiefe Kolke mit klarem, stehendem Wasser auf. Die Inseln zwischen den Armen und die breiten, nassen Ränder dieser Strecken sind besetzt von einem undurchdringlichen, über mannshohen Bestand von *Petasites officinalis*.

Nur wenige Elemente der Algenflora fallen hier dem Beschauer makroskopisch sofort auf. Die ruhigstehenden, tieferen Klarwasserkolke enthalten zuweilen eine ungeheure Menge von senkrecht im Wasser schwebenden, langen, tiefbraunen Schlieren; von Algen derselben Farbe ist auch ihr Boden überzogen. Es handelt sich hier um die Cyanophycee *Lyngbya nigra*, die ihre beste Entwicklung

immer im Spätsommer gezeigt hat. — *Cladophora* ist vorhanden, tritt aber stark zurück, weil sie in dem von den häufigen Hochwässern immer wieder umgepflügten Sand und Kies keine Anheftungsstellen findet. An den wenigen Orten, wo Kalkfels im Bachbett ansteht, finden wir außer ihr zuweilen am Rande des Wassers schön blaugrüne Anflüge, die aus Massenentwicklungen der überaus zierlichen Cyanophycee *Merismopedia punctata* bestehen, einer Art, die sich auch in fast allen Quellen der Schlucht wiederfindet. Nicht sofort als Algen erkennbar sind jene Myriaden kleiner, 3 bis 6 mm großer Höckerchen von der Farbe der Kalksteine, mit denen diese oft über weite Strecken des Bachbettes hin vollständig überkleidet sind. Diese Höckerchen sind die mit Kalk inkrustierten Lager der Cyanophycee *Rivularia haematites,* die hier überall sehr üppig gedeiht. Wenn längere Zeit etwas übernormaler Wasserstand geherrscht hat, dann nehmen diese Höckerchen zum großen Teil eine dunkelbraungrüne Farbe an, weil dann die weiterwachsenden, radial in ihnen stehenden Algenfäden über die Kalkoberfläche hervorwachsen.

Genauere Untersuchung der Aufsammlungen aus diesem Bachabschnitt förderte noch folgendes zutage:

Botryococcus calcareus (se)
Cladophora glomerata (ei)
Closterium leibleinii (ei)
moniliferum (ö)
strigosum (w)
Cosmarium vexatum var. lacustre (ö)
Dactylococcopsis acicularis (ei)
Lyngbya nigra (sh)
Merismopedia punctata (h)
Mougeotia parvula (ö)
Rivularia haematites (h)
Spirogyra spec. (∅ = 32 μ; 1 Chrom.) (ö)

Ferner an Diatomeen

Achnanthes linearis (w)
minutissima (ei)
Amphipleura pellucida (ö)
Caloneis silicula (ei)
Cocconeis pediculus (ei)
placentula var. lineata (ei)
Cymatopleura elliptica (ö)
solea (ö)
Cymbella naviculiformis (ei)
ventricosa (ei)
Diatoma hiemale var. mesodon (w)
Fragilaria virescens (w)
Frustulia vulgaris (ö)
Gomphonema constrictum var. capitata (ei)
Hantzschia amphioxys (w)
Melosira varians (h)
Meridion circulare (w)
Navicula cari (ei)
gracilis (w)
radiosa (ei)
viridula (ei)
Nitzschia dissipata (ei)
„ *palea (ei)*
Stephanodiscus astraea (w)
Surirella ovata (ö)
angustata (w)
spiralis (ei)
Synedra ulna var. oxyrhynchus (w)
Tabellaria fenestrata (w)

Als interessant herauszuheben sind vor allen Dingen *Botryococcus calcareus, Cosmarium vexatum var. lacustre* und die vorwiegend montane, große *Surirella spiralis*. — *Lemanea* fehlt hier im oberen Gauchachgebiet.

f) Die Gauchach innerhalb der Schlucht (GS)

Hier handelt es sich um die ausgeprägteste Gebirgsbachstrecke in meinem Untersuchungsgebiet. In brausendem Lauf eilt der sommerkalte Reinwasserbach über anstehende Muschelkalkfelsen, bricht sich vielfach schäumend an großen, im Bachbett liegenden Felsbrocken, wälzt sich ruhiger durch tiefe Kolke und stürzt über zahlreiche, meist durch kleine Verwerfungen entstandene Katarakte. Algenökologisch stellt diese Bachstrecke einen ganz extremen Raum dar. Ihre hydrographischen Verhältnisse sind auf S. 145 geschildert und von ihrem Aussehen geben die Abb. 4 und 9 bis 11 eine Vorstellung.

Bei einem Gange durch die Schlucht fallen auch dem Laien sofort Massenentwicklungen einiger großer Algenformen auf, die sich hier besonders wohl fühlen. Es sind dies zunächst die im Sommer in allen Quellabflüssen, auch im Bach an ruhiger strömenden Stellen, besonders oberhalb von Katarakten, ebenso in der Spritzzone und bisweilen auch an nassen Felsflächen außerhalb des strömenden Wassers saftig grün leuchtenden, großen *Vaucheria*-Lager, deren dichte und grobfädige Filze von verschiedenen Arten und Formen dieser Siphoneen-Gattung gebildet werden (vgl. Abb. 9). — Ebenfalls etwas ruhigere Strömung bevorzugend wächst hier im Bach auf dem felsigen Grund festgeheftet der große, derbe Siphonocladialen-Vertreter *Cladophora glomerata* in flutenden, graugrünen Büscheln. Er ist trotz seiner Derbheit eine recht empfindliche Alge und verlangt einen hohen Reinheitsgrad des Wassers. — Überall auf harten Kalkfelsplatten in den schnellerschießenden, reißenden Wasserstellen, auch in der Sprühzone der Katarakte und selbst im Aufprall bemerken wir die schwärzlich-olivgrünen, mächtigen, dich-

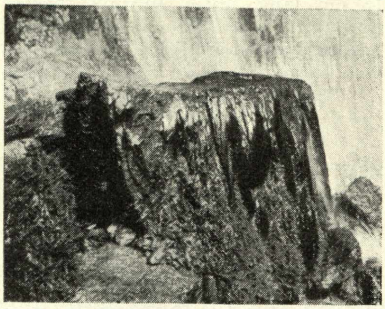


Abb. 9
Eigenartige, vom Spritzwasser gekämmte Lager von *Vaucheria sessilis* in der Gauchachschlucht

ten und von der Strömung gekämmten Wiesen der Rotalge *Lemanea fluviatilis,* die beim ersten Hinsehen mit ihren bis 2½ mm dicken, langen Borsten äußerlich etwas an den Winterschachtelhalm erinnert. Diese typische Form der Schlucht ist nur von Oktober bis Januar makroskopisch nicht zu entdecken. — Wiederum an Stellen schwächerer Strömung, vor allem vor den Quellabläufen und auf Geröllsteinen in tieferen Kolken, wachsen die meist tiefbraunen oder braunvioletten, nuß- bis faustgroßen, sehr schleimigen Büschlein der Froschlaichalge *(Batrachospermum).* Diese Rotalgengattung ist hier hauptsächlich durch die beiden Arten *B. moniliforme* und *B. ectocarpum* vertreten; beide verlangen dauernde Wasserbedeckung und Wasserbewegung und wählen ihren Standort entsprechend. — Während der Winterszeit, etwa von Dezember bis Mitte März, fallen weiterhin große, tütenförmige, wundervoll blaugrün leuchtende und glänzende Gehänge der Blaualge *Phormidium favosum* auf. Abb. 15 zeigt, wie diese Gehänge besonders an jenen Stellen zu finden sind, an denen Quellwasser über die Treppenstufen der Muschelkalkschichten hinunterfällt. Das intensive, leuchtende Blaugrün dieser Gehänge, das durch das in dünner Schicht darüberrinnende Wasser lackartig glänzt, bildet einen wundervollen Farbgegensatz zum umgebenden Schnee. — Die auf Steinen und Felsen im Bach verbreiteten Kalkkrusten von *Rivularia haematites* und *Chantransia pygmaea* mit ihren Begleitern fallen dem ungeübten Auge schon weniger auf, ebenso die dunkelbraungrünen Krusten von *Phaeodermatium.* — Da und dort, besonders auf anstehendem Fels in den Quellabflüssen, zeigen mehr leuchtendbraune oder mehr manganbraune Anflüge die Anwesenheit zahlreicher Bacillariaceen an.

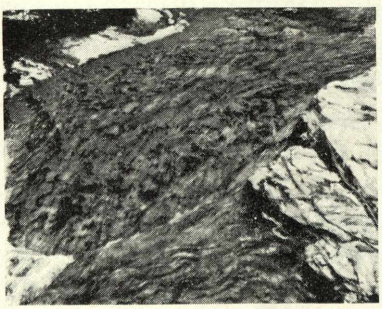


Abb. 10

*Lemanea*büschel *(L. fluviatilis),* 10 bis 15 cm lang, Mitte Juli auf harter Kalkplatte, über die das Wasser mit 7 m/sec. Geschwindigkeit strömt. In den Borstenbüscheln zahlreiche Diatomeen. Gauchachschlucht

Merkwürdigerweise fehlten in diesem ökologisch für sie scheinbar so geeigneten, kühlen, rauschenden Bach während meiner ganzen Arbeitsperiode jene uns von der oberen Wutach und ihren Seitenbächen vertrauten großen, dunklen Watten von miteinander ver-

mengten *Hydrurus*- und *Microspora*-Beständen. Ich konnte sie hier zu keiner Jahreszeit auch nur in Spuren entdecken.

Die übrige, nicht allzu artenreiche und hauptsächlich aus Diatomeen bestehende, makroskopisch nicht wahrnehmbare Algenflora des Schluchtbaches hat nur sehr beschränkte Siedlungsmöglichkeiten. Sie findet sich fast ausschließlich in den dichten, großen *Fontinalis*-Büscheln, die hier das Bild der Bachvegetation sehr stark mitbestimmen, dann auch in den *Lemanea*-Wiesen und den *Cladophora*-Beständen, zum Teil auch zwischen den Fäden der *Vaucheria*-Lager. — Lenitische Biotope sind selten und klein. Es kann sich da und dort ein heller, humusarmer und fast eisenfreier Kalkschlamm ansammeln; seine Besonderheit ist eine kleine Zahl großer Diatomeen-Formen: *Cymatopleuren*, *Campylodiscus noricus* und ähnliche.

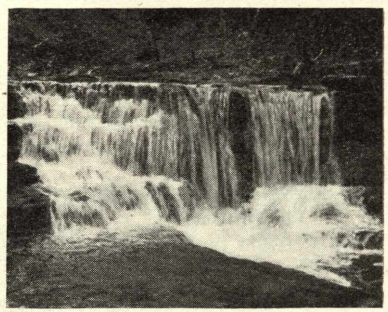


Abb. 11

Katarakt an einer Querverwerfung mit typischer Besiedelung: Oberhalb im ruhigeren Wasser *Vaucheria*-Lager; links im stark brausenden Wasser dichte *Lemanea*wiesen; auf der 10 cm tief überfluteten ebenen Kalktafel links vorn drei *Batrachospermum*arten (links vom Beschauer her strömen kalte Unterwasserquellen aus, in denen die Büschel sitzen); im tiefen Kolk nach rechts hin *Cladophora*

Hier die Gesamtliste:

Batrachospermum ectocarpum (ö)
„ *moniliforme (h)*
Chantransia chalybea (ei)
„ *pygmaea (ö)*
„ *violacea (ei)*
Cladophora glomerata (sh)
Closterium ehrenbergii (ei)
Cosmarium botrytis (ö)
Lemanea fluviatilis (sh)
Leptochaete gracilis (ö)
Merismopedia punctata (h)
Mougeotia spec. ($\varnothing = 32\,\mu$) *(ö)*
Oedogonium spec. ($\varnothing = 20\,\mu$) *(ei)*
Phaeodermatium (ö)
Phormidium incrustatum (ö)
Rivularia haematites (h)
Tribonema viride (ei)
Vaucheria sessilis (h)
„ *sessilis fo. clavata (h)*
„ *sessilis fo. repens (h)*
„ *terrestris (h)*
„ *spec. et spec.*

Dazu die folgenden Diatomeen:

Achnanthes lanceolata (ö)
„ *linearis (ei)*
„ *minutissima (ei)*
„ *minutissima var. cryptoceph. (ei)*
Amphipleura pellucida (ö)
Amphora ovalis (w)
„ *ovalis var. pediculus (ei)*
Caloneis bacillum (ei)

Campylodiscus noricus var. hibern. (w)
Ceratoneis arcus (ei)
Cocconeis diminuta (w)
pediculus (sh)
placentula (ei)
Coscinodiscus lacustris (w)
Cymatopleura elliptica (ö)
solea (ö)
Cymbella affinis (ei)
alpina (w)
austriaca (ei)
cistula var. maculata (w)
helvetica (w)
naviculiformis (ei)
sinuata (w)
tumida (w)
tumidula (se)
ventricosa (ö)
Diatoma anceps (ei)
hiemale var. mesodon (ö)
vulgare (h)
vulgare var. capitulata (ei)
vulgare var. producta (h)
Eunotia pectinalis var. min. (w)
Fragilaria intermedia (ö)
virescens (w)
Frustulia vulgaris (ö)
Gomphonema angustatum var.
producta (ö)
constricta var. capitata (ei)
Gomphonema longiceps var. subclavata (ei)
olivaceum (ei)
parvulum (ei)
Gyrosigma acuminatum (ei)
attenuatum (ei)
Melosira varians (ö)
Meridion circulare (ö)
Navicula binodis (se)
cari (ei)
cryptocephala (w)
exigua (w)
gastrum (ei)
gracilis (ei)
graciloides (w)
menisculus (w)
pupula (w)
rhynchocephala (ei)
Nitzschia dissipata (ei)
linearis (ö)
recta (ei)
Rhoicosphenia curvata (ö)
Surirella angustata (w)
ovata (ei)
ovata var. pinnata (ei)
spiralis (w)
Synedra acus (ei)
„ *ulna (ei)*
Tabellaria fenestrata (se)
flocculosa (sse)

Diese Gesamtliste zeigt einige (12) Formen, welche den montanen Charakter dieser Gesellschaft betonen:

Batrachospermum moniliforme
Chantransia chalybea
Lemanea fluviatilis
Achnanthes linearis
Ceratoneis arcus
Cymbella alpina
Cymbella austriaca
Diatoma anceps
hiemale var. mesodon
Fragilaria virescens
Gomphonema longiceps var. subclav.
Surirella spiralis

Andererseits bestätigen folgende 8 Arten, daß es sich um ein sehr reines Gewässer handelt, das frei von Fäulnisstoffen ist:

Batrachospermum moniliforme
Lemanea fluviatilis
Amphipleura pellucida
Ceratoneis arcus
Diatoma hiemale var mesodon
Surirella spiralis
Synedra acus
Tabellaria flocculosa

Die 16 weiterhin in der Liste enthaltenen βm-Formen sind vorwiegend Besiedler der vorerwähnten, seltenen Schlammstellen dieses Baches. — Der Steinbesatz ist überall nur verhältnismäßig gering.

g) Die kaltstenothermen, kalkreichen Schichtquellen, vornehmlich in der Gauchachschlucht (Qu)

Als Schichtquellen auf härteren Muschelkalkbänken austretende Rheokrenen sind untersucht worden bei den Orten 6, 5 und 4, zwei Quellen beim Ort 5, weiter je eine bei Ort 16 und 19. Hydrographisch sind all diese Quellen unter sich ähnlich und auf S. 163 ausführlich geschildert.

Von ihren Algen bilden einige Lager oder sind größere Einzelpflanzen, so daß sie ohne weiteres zu sehen sind. *Phormidium favosum* tritt mit ihren blaugrünen Gehängen besonders im Winter hervor (Abb. 15 S. 206). Dicke *Vaucheria*-Watten entwickeln sich vor allem in den Quellabläufen auf ihrem Weg zum Bach, der meist nur wenige Meter lang ist. Diese Watten glänzen infolge der Durchnässung und sehen aus wie ein dicker, dunkler Pechstrom, der langsam über die Steine herabfließt. Wenn die kühlen Quell-Abläufe auf ebenen Kalk-Schichtplatten ruhiger abströmen, sind sie meist von den tiefbraunen schleimigen Büscheln der im Gebiet lebenden *Batrachospermum*-Arten besiedelt, die sich dann, wie z. B. das seltene *Batr. arcuatum* Kylin, streng an den austretenden kühlen Quellstrom halten. Der vom Quellwasser überströmte, anstehende Kalkfels ist mancherorts von den dunklen, kalkinkrustierten Lagern der *Chantransia incrustans* und ihrer Begleiter überzogen, unter denen *Leptochaete*-Arten eine Rolle spielen.

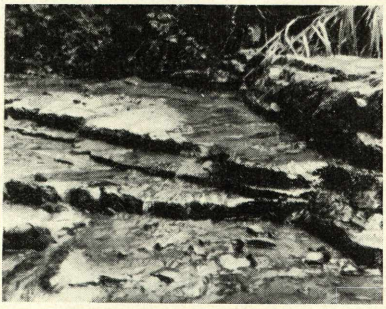


Abb. 12
Kaltstenothermes Quellwasser läuft langsam über ebene Kalkplatten nach dem Bach zu. Bevorzugte Entwicklungsplätze zahlreicher Diatomeen. Gauchachschlucht

Da die ökologischen Verhältnisse aller untersuchten Quellen fast vollständig übereinstimmen, gebe ich im folgenden eine Besiedelungs-Gesamtliste. Die auch hier bei weitem überwiegenden

Diatomeen siedeln besonders gerne auf den ebenen Stufen der Muschelkalkschichten, über die das Quellwasser zuweilen wegfließt. Abb. 12 gibt einen solchen bevorzugten Diatomeen-Quellablauf vom Ort 6 wieder. Die Diatomeen bilden dann hier leuchtendbraune oder mehr manganbraune Anflüge auf den Kalkplatten, die schon mit bloßem Auge sofort zu sehen sind.

Batrachospermum arcuatum (ei)
ectocarpum (ö)
moniliforme (ö)
Chantransia incrustans (ö)
chalybea (ei)
Closterium moniliferum (ei)
Cyanostylon microcystoides (sse)
Leptochaete gracilis (h)
crustacea (ö)
Leptochaete fonticola (ei)
Lyngbia lagerheimii (ei)
purpurascens (ö)
Phormidium favosum (sh)
incrustatum (ö)
Prasiola spec. (fluviatilis?) (w)
Vaucheria sessilis (ö)
terrestris (h) (am Rand)

Dazu die Diatomeen

Achnanthes affinis (ei)
biasolettiana (ei)
clevei (se)
lanceolata (h)
lanceolata var. rostrata (w)
linearis (h)
minutissima (h)
minutissima var. cryptoceph. (ö)
Amphipleura pellucida (ei)
Amphora normani (ei)
ovalis (ei)
ovalis var. pediculus (ei)
„ *perpusilla (ei)*
Caloneis bacillum (ei)
silicula (w)
silicula var. truncatula (w)
Cocconeis diminuta (ei)
pediculus (ei)
„ *placentula (w)*
Cyclotella stelligera (w)
Cymatopleura elliptica (se)
solea (w)
solea var. apiculata (ö)
Cymbella affinis (ö)
alpina (ö—h)
lacustris (w)
naviculiformis (w)
prostrata (ei)
sinuata (se)
Cymbella tumida (ei)
turgida (w)
ventricosa (w)
Diatoma anceps (w)
vulgare (w)
vulgare var. brevis (w)
„ *vulgare var. producta (w)*
Diploneis oculata (se)
ovalis (ei)
ovalis var. oblongella (w)
puella (se)
Eucocconeis flexella (w)
Fragilaria brevistriata (se)
construens var. venter (w)
intermedia (ö)
Frustulia vulgaris (ö)
Gomphonema abbreviatum (se)
angustatum var. prod. (ei)
constrictum (w)
parvulum (ei)
Gyrosigma acuminatum (ei)
Hantzschia amphioxys (se)
Melosira varians (w)
Meridion circulare (sh)
Navicula binodis (ei)
cari (ö)
cincta (ei)
cocconeiformis (se)
cryptocephala (ei)

Navicula dicephala (w)
gastrum (ö)
gracilis (ei)
grimmei (ei)
lanceolata (ei)
menisculus (ei)
minima var. atomoides (se)
muralis (w)
mutica (w)
peregrina fo. (w)
placentula fo. jeniseiensis (se)
placentula fo. lanceolata (w)
placentula fo. rostrata (se)
pupula (w)
radiosa (se)
rhynchocephala (w)
rotaeana (ei)
seminulum (ei)
Neidium affine var. longiceps (w)
dubium fo. constricta (w)
Nitzschia acicularis (w)
dissipata (ei)
gracilis (w)
linearis (ö)
Pinnularia fasciata (se)
mesolepta (ei)
viridis (ei)
Rhoicosphenia curvata (ei)
Stauroneis anceps (w)
montana (se)
„ *smithii (ei)*
Stephanodiscus astraea (se)
Surirella angustata (w)
elegans (w)
ovata (h)
ovata var. pinnata (ei)
spiralis (ei)
Synedra rumpens (w)
„ *ulna (ei)*
Tabellaria fenestrata (w)
flocculosa (se)

Von den 114 Algen dieser Quellenliste sind 86 % Diatomeen. Unter den 14 % Nicht-Diatomeen befinden sich aber zwei sehr interessante Formen: *Batrachospermum arcuatum* Kylin (vgl. aber die Bemerkungen in der ABC-Liste S. 226) als neu für Süddeutschland und *Cyanostylon microcystoides*, eine Cyanophycee, die erst einmal von Geitler im Gebiet der Lunzer Seen gefunden worden ist. Ich habe diese eigenartige Form, deren Zellen zu einer oder mehreren auf dicken, glasklaren Gallertsäulen sitzen, auf Taf. I, 7—9, gezeichnet. *Prasiola fluviatilis* (= *P. sauteri)* muß ich insofern ausnehmen, als die Bestimmung nicht sicher ist. Ich fand in allen Proben nur einreihige Zellfäden; die charakteristischen flächigen Verbreiterungen konnte ich zu keiner Jahreszeit entdecken. Da es sich jedoch dem Standorte nach — (immer im kalten, klaren, fließenden Quellwasser, das nur sehr geringe Stickstoffmengen aufwies) — kaum um *Prasiola crispa* gehandelt haben kann, führe ich die Art wenigstens unter Vorbehalt hier an.

Bei den Kieselalgen ist das häufige Auftreten der *Cymbella alpina* besonders interessant. *Navicula peregrina,* die als Salzwasserform gilt, hätte man hier wohl kaum vermutet; ich fand sie in den Quellabflüssen aber einige Male. Ebenso hätte man die wiederholt auftretende *Cymbella lacustris* in den wenige Meter langen Abläufen dieser kaltstenothermen Quellen kaum gesucht. Daß sich *Tabellaria*

flocculosa, die im allgemeinen ganz anders gelagerte ökologische Bedürfnisse zeigt, wenigstens in einigen seltenen Exemplaren lebend hier halten kann, ist ebenfalls seltsam.

h) Beispiel eines stehenden Wassers in der Wutachschlucht

Es handelt sich bei diesem kaum 12 m^2 großen Tümpel um eine Limnokrene mit äußerst langsamem Wasserzufluß; die Entwässerung geschieht unterirdisch nach der nur wenige Schritte entfernten Wutach zu. Der Tümpel liegt etwas erhöht und deshalb nicht im Hochwasserbereich. Er ist durch hineingefallene Zweige und Blätter ziemlich humushaltig; seine Ränder sind mit dichten Moosrasen überzogen, die auch ins Wasser hineinreichen. Sphagnum fehlt unter diesen Moosen natürlich völlig, da der Tümpel kalkhaltig ist. Sein pH-Wert bewegt sich etwa zwischen 7,2 und 7,9. Da der Tümpel einigermaßen sonnengeschützt liegt, erreicht sein Wasser auch im Sommer nur selten Temperaturen über 18° um so mehr, als das zufließende Quellwasser für stetige Kühlung sorgt. Das Wasser ist besonders im Sommer sauerstoffreicher, als man es in einer Limnokrene vermuten sollte, weil zu dieser Zeit große Algenwatten für Beseitigung der Kohlensäure und Erzeugung von Sauerstoff sorgen. Durch das viele verrottende, hineingefallene Pflanzenmaterial der nahen Bäume besitzt das Wasser einen starken eutrophen Zug; es ist jedoch klar und oligosaprob mit höchstens sehr leichter Neigung zu β-mesosaproben Eigenschaften.

Ich führe die Algenliste dieses Tümpels aus zwei Gründen hier auf: einmal sollen die Begleiter des seltenen, hier vorkommenden *Mischococcus confervicola* genannt werden, und zum zweiten mag er als Beispiel dafür dienen, daß auch unter den Umweltsbedingungen dieser Schluchten ein reiches, den Beständen kalkhaltiger Flachmoore der Oberrheinebene ähnliches Algenleben sich zu entfalten vermag, sobald nur ruhigstehendes Wasser und ein größerer Nährstoffgehalt geboten werden.

Aphanocapsa grevillei (ei)
Characiopsis acuta (ei)
longipes (w)
pyriformis (ei)
tuba (ei)
turgida (ei)
Characium braunii (ei)
clava (se)
Characium obtusum (ei)
„ *ornithocephalum (ei)*
Chlorobotrys regularis (ö)
Chroococcus turgidus (w)
Closterium acerosum (ei)
ehrenbergii (ö)
moniliferum (ö)
Cosmarium botrytis (ö)

Cosmarium curtum (sse)
reniforme (se)
speciosum (ei)
subcrenatum (w)
Cryptomonas erosa (ei)
Draparnaldia spec.
Euglena viridis (ei)
Gloeotila protogenita (ei)
Lepocinclis ovum (ei)
Lyngbia aestuarii (ei)
martensiana (ei)
Microspora stagnorum (ei)
Microthamnion kützingianum (ei)
strictissimum (ei)
Mischococcus confervicola (ei)
Mougeotia spec. (∅ = 28 μ) (h)
spec. (∅ = 7 μ) (ö)
Oedogonium spec. (∅ = 15 μ) (ei)
Ophiocytium cochleare (ei)
maius (ö)
parvulum (ei)
Pandorina morum (se)
Phacus caudata (w)
„ pleuronectes (w)
Protococcus annulatus (ei)
Staurastrum muticum (w)
Stigeoclonium tenue (w)
Tetraspora lubrica (ei)
Trachelomonas oblonga (w)
„ volvocina (w)
Tribonema minus (ö)
monochloron (w)
viride (h)
Vaucheria sessilis (ö)

Dazu die folgenden Bacillariaceen

Achnanthes affinis (w)
lanceolata (w)
minutissima (ö)
minutissima var. cryptoceph. (ei)
Amphipleura pellucida (ei)
Amphora ovalis (w)
Caloneis bacillum (se)
silicula (se)
silicula var. trunc. (w)
Cymbella aequalis (se)
affinis (w)
alpina (w)
aspera (ei)
cistula (ö)
cymbiformis (ei)
naviculiformis (ö)
parva (w)
turgida (w)
ventricosa (ei)
Eunotia lunaris (ö)
lunaris var. subarcuata (w)
gracilis (h)
Fragilaria intermedia (ö)
pinnata (se)
Frustulia vulgaris (w)
Gomphonema acumin. var. coron. (ei)
constrictum (ei)
Gomphonema longiceps (ei)
longiceps fo. gracilis (ei)
olivaceum (ö)
olivaceum var. calcarea (ei)
Hantzschia amphioxys (w)
amphioxys var. capitata (ei)
Melosira varians (w)
Meridion circulare (h)
Navicula pupula (ei)
pupula var. pseudopupula (w)
rhynchocephala (ei)
radiosa (h)
similis (se)
tuscula fo. (ei)
Nitzschia acicularis (ei)
linearis (ei)
palea (w)
sigmoidea (se)
tryblionella var. victoriae (se)
Pinnularia maior fo. hyalina (ei)
mesolepta (ei)
viridis var. rupestris (se)
viridis var. sudetica (se)
Stauroneis anceps (ö)
anceps fo. linearis (ei)
phoenicenteron (ei)
smithii (ei)

Surirella angustata (ei)
ovata (ei)
Synedra ulna (w)
Synedra ulna var. oxyrhynchus (ei)
„ ulna var. danica (se)
Tabellaria flocculosa (se)

Über *Mischococcus confervicola* vgl. das ABC-Verzeichnis S. 245. Erwähnenswert scheint mir noch das häufige Vorkommen von *Navicula radiosa*, die hier im Gebiet sonst relativ selten ist. Diese Diatomee war im kalkreichen Weingartener Flachmoor (Wehrle, 1939) die absolut häufigste Diatomee. Ihr häufiges Vorkommen hier im *Mischococcus*tümpel und ihr entsprechendes Auftreten in Wgt scheint mir dafür zu sprechen, daß sie vor allem ruhiges, dann aber auch wohl wärmeres und vielleicht auch humushaltiges Wasser bevorzugt.

i) Die Algenflora der Moosrasen und der Felswände in der Gauchach und Wutachschlucht

Eine gegen Austrocknung, gegen pH-Schwankungen und auch gegen Schwankungen in der Gesamtsalzkonzentration des Wassers recht resistente Gesellschaft von wenigen Arten findet sich mit großer Übereinstimmung überall in den Moosrasen und an den mehr oder weniger feuchten Felsen der Schluchten. Sie umfaßt als immer wiederkehrenden Kern:

Aphanocapsa grevillei (ö)
Chroococcus westii (ei)
Gloeocapsa granosa (se)
Gloeothece palea (w)
Hormidiopsis crenulata (se)
Nostoc microscopicum (h)
Synechococcus aeruginosus (h)
Achnanthes lanceolata (w)
Caloneis silicula (w)
Diploneis ovalis (ö)
Hantzschia amphioxys (h)
Melosira roeseana (h)
Navicula cari (w)
contenta (sh))*

Wir dürfen auch weiterhin die beiden in den Schluchten häufigen und an den Kalkfelswänden siedelnden Trentepohliaarten bis zu einem gewissen Grade in diese Gesellschaft mit einbeziehen: *Tr. aurea* und *Tr umbrina*.

k) Die Algengesellschaft einer der in den Schluchten sehr seltenen stark eisenhaltigen Wasserstellen

Abschließend sei noch die kleine und artenarme Florenliste eines Eisenockerquellsumpfes beim Ort 4 aufgeführt. Der Sumpf

*) Nach Fertigstellung vorliegender Arbeit erhielt ich eine sehr interessante Abhandlung über ähnliche Algengesellschaften: Cedercreutz, C., Beitrag zur Kenntnis der Felsenalgen in Finnland. — Mem. Soc. Faun. et Flor Fennica **17**, 105—121. 1940/41.

liegt in einem Equisetum maximum-Bestand, ist nur im Frühjahr wasserreich und trocknet im Hochsommer fast vollständig aus. Trotzdem zeigt er in den Frühjahrsmonaten folgende Arten bei guter Gesundheit und zum Teil in reicher Individuenzahl:

Closterium acerosum (ei)
„ moniliferum (ö)
Gallionella ferrugineum (ö)
Tribonema affine (h)
Vaucheria sessilis (ö)

Dazu ferner

Achnanthes lanceolata (se)
Caloneis silicula (se)
Gomphonema angustatum var. prod.(ö)
longiceps fo. gracilis (ei)
Hantzschia amphioxys fo. capitata (w)
Meridion circulare (ö)
Navicula dicephala (w)
Navicula radiosa (ei)
Nitzschia amphibia (ei)
linearis (ei)
Pinnularia maior (h)
viridis (ei)
Stauroneis anceps (sh)
Surirella ovata (ei)

Der Sumpf war an wolkenlosen Tagen jeweils mehrere Stunden der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt und erreichte dann schon im ersten Frühjahr meist Temperaturen von über 22 ° Sein pH-Wert betrug ziemlich konstant 7,0. Die Karbonathärte des Wassers betrug nur 4,7 DH°; der Fe_2O_3-Gehalt war 4,8 mg/l. Die Oxydierbarkeit war hoch: das Wasser erforderte 128 mg/l $KMnO_4$. Überall zeigte die Wasseroberfläche die Interferenzfarben des Limonithäutchens.

Interessant ist vor allem die sehr starke Entfaltung der Bacillariacee *Stauroneis anceps* in diesem extremen Milieu wie auch das reichliche Vorkommen von *Pinnularia maior.* *)

2. Besondere Beobachtungen über Lagerbildung, Verbreitung und Gedeihen an einigen makroskopisch auffälligen Algenarten

In diesem Abschnitte sollen einige eigenartige Erscheinungen erörtert werden, die sich an größeren Beständen von *Phormidium autumnale*, *Phormidium favosum* und *Lemanea fluviatilis* zeigten

*) Während des Druckes vorliegender Arbeit ging mir eine äußerst gründliche diesbezügliche Abhandlung zu: Thunmark, S., Über rezente Eisenocker und ihre Mikroorganismen-Gemeinschaften. — Bull. Geol. Inst. Upsala **29**, 1—285: 8 Tafeln. 1942. Auch hier zeigen sich in einer Großzahl von Fällen *Tribonema*-Arten, *Pinnularia maior* und *Stauroneis anceps* neben dem allerdings noch öfter wiederkehrenden *Stauroneis phoenicenteron* in eisenreichen Sumpfstellen sehr gut vertreten.

und die bisher in der Literatur zum Teil kaum gewürdigt worden sind.

a) *Phormidium autumnale*, eine in Gebirgsbächen nicht seltene Cyanophycee, fand sich im Gebiet besonders auf der Abwasserstrecke der Wutach in beachtlicher Massenentwicklung. Sie überzieht dort Steine aller Größen, sobald sie nur einige Zeit ruhig im Bachbett liegen, mit den für viele Phormidiumarten so charakteristischen „Lagern", d. h. mit einer Haut leicht verfilzter und mit ihren Scheiden zusammenhängender Fäden.

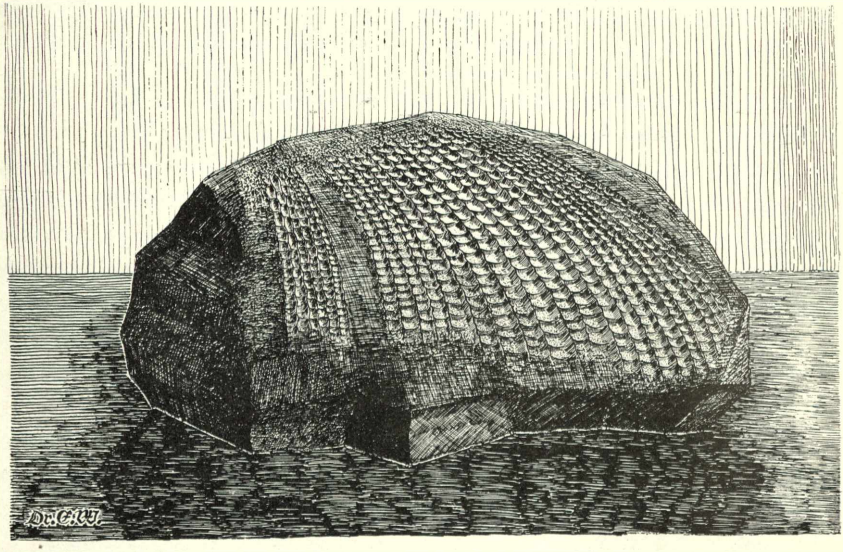


Abb. 13

Gitterlager von *Phormidium autumnale* auf einem etwas über faustgroßen Stein. In der ursprünglichen Lage war der Stein 2—3 cm hoch, von hinten links her überströmt und etwas mehr der Strömung entgegengeneigt (Lager horizontal). Wutach

Diese Lager von *Phormidium autumnale* erfahren nun in der Wutach und wohl auch anderwärts eine recht eigentümliche Ausformung. Es ist hierüber in der Literatur, wie mir auch Herr Prof. Dr. Geitler in Wien dankenswerterweise bestätigte, bisher nichts bekannt geworden, so daß es sich lohnen dürfte, hier zu weiteren Beobachtungen anzuregen.

Zunächst die Tatsachen:

Ich fand in der Wutachschlucht an Stellen, wo das Wasser des Baches langsamer und gleichmäßiger strömt, sehr auffällige, regel-

mäßig gitterförmige *Phormidium*lager (Abb. 13). Voraussetzung für ihre Bildung war stets, daß die Steine eine glatte Fläche bieten mußten, welche mehr oder weniger horizontal unter einer langsam strömenden, nur wenig mächtigen Wasserschicht zu liegen hatte. Als Mächtigkeit dieser Wasserschicht beobachtete ich meist $^1/_2$—3 cm, als Strömungsgeschwindigkeit 20—30 cm/sec.

Die erhöhten, grau-blaugrünen Rippen der Lager bestanden aus annähernd parallel liegenden *Phormidium*-Fäden, die stets relativ fest zusammenklebten. Die Rippen saßen einer ebenen, dünnen, zusammenhängenden *Phormidium*-Haut auf, die man als ganzes gemeinsam mit ihnen vom Stein abheben konnte. In den kleinen Mulden zwischen den gitterförmig stehenden Rippen sammelte sich ein sehr heller, leicht graubrauner und äußerst feiner Kalkschlamm an; durch den Farbgegensatz zwischen den dunklen Rippen und dem hellen Schlamm und auch durch ihre Regelmäßigkeit fallen die Lager im Bach sofort auf.

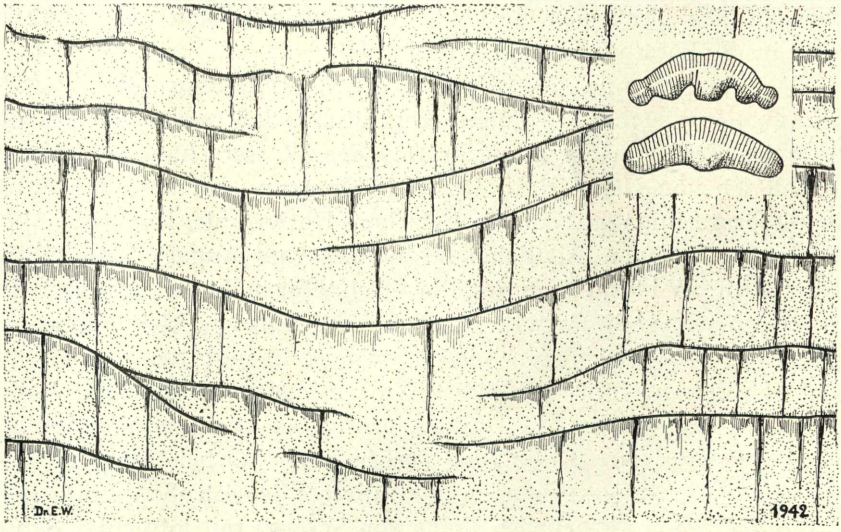


Abb. 14
Ausschnitt aus einem Lager von *Phormidium autumnale* aus rascherer Strömung. Rechts oben zwei Kümmerformen von *Ceratoneis arcus* aus Abwasser. Wutach

Späterhin entdeckte ich dann an schnellerströmenden Gefällstellen des Flusses, überall dort, wo das Wasser größere Geröllsteine in dünner Schicht rascher überrinnt, ähnliche, aber mehr

grobmaschige und ziemlich unregelmäßige *Phormidium*-Lager (Abb. 14). Eine Verwandtschaft mit den oben geschilderten Lagerbildungen war trotz des anderen Aussehens sofort zu erkennen. — Die Querrippen waren bei diesen grobmaschigen, unregelmäßigen Lagern stets viel stärker ausgebildet als die oft nur angedeuteten Längsrippen; Schlammansammlungen in den Netzmaschen fehlten. Auch war kein zusammenhängender Boden aus *Phormidien*-Filz vorhanden, so daß in jedem Feld des Gitters der blanke Stein zu sehen war.

Die Maschenweite bei den regelmäßigen, zuerst geschilderten Lagern betrug 2 bis 7 mm. Häufig waren die Maschen rechteckig, mit ihrer Längserstreckung in der Richtung der Strömung liegend.

Bei den in rascherer Strömung liegenden Lagern hatten die einzelnen Gitterfelder meist eine Ausdehnung von mehreren (2 bis 4) Zentimetern.

Die Lager erwiesen sich stets als ziemlich empfindlich; sie konnten auch nach Fixierung mit Pfeifferschem Gemisch und bei vorsichtigem Transport in völlig gefüllten Flaschen nicht unverletzt ins Laboratorium gebracht werden.

Worin ist nun die Ursache dieser merkwürdigen Lagerbildungen zu suchen? — Meine Vermutung, daß es sich um ein geordnetes Feld von Strömungskräften des Wassers handeln könnte, erhielt ich von Herrn Prof. Dr. Wittmann Direktor des Flußbaulaboratoriums an der Technischen Hochschule Karlsruhe, bestätigt.*) In einer brieflichen Mitteilung vom August 1941 führte Herr Prof. Wittmann für die regelmäßigen Lager aus, daß die Querrippen bzw. die zwischen ihnen liegenden Mulden kleinen Wasserwalzen entsprechen, deren Achsen waagerecht und quer zur Stromrichtung liegen. Innerhalb dieser Walzen lagert sich der feine Kalkschlamm ab, welcher die Mulden erfüllt. — Die erhöhten Längsrippen deuten darauf hin, daß ferner noch Wirbelstraßen in der Strömungsrichtung vorhanden sind; diese Wirbelstraßen setzen sich aus einer ununterbrochenen Folge von Walzen mit lotrechter Achse zusammen.

Auf welche Weise diese regelmäßig geordneten Strömungskräfte des Wassers nun hier das Wachstum der *Phormidium*-Fäden richten und lenken, ist noch nicht klar durchschaubar. Man

*) Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Direktor Prof. Dr. Wittmann für seine freundliche Hilfe bei der Aufklärung dieser Lagerbildungen meinen herzlichsten Dank aussprechen.

könnte zunächst daran denken, daß es sich um ein einfaches, mechanisches Hineingedrängtwerden der wachsenden Fäden in die ruhigsten Zonen des Strömungsbildes handelt. In diesem Falle wäre aber doch wohl eine Auffaserung der Rippen an ihren Grenzflächen und ein Fluten einzelner Fäden in den bewegteren Zonen zu erwarten. Dies ist aber nicht der Fall, so daß man zur Annahme einer rheotropischen Reizreaktion der wachsenden *Phormidium*-Fäden geradezu gedrängt wird. Ob diese Annahme freilich den Tatsachen entspricht, muß zunächst noch ungeklärt bleiben und nur Versuche mit nicht schwierig heranzuziehenden *Phormidium autumnale*-Kulturen könnten hier sicheren Aufschluß geben.

b) Auch ein zweiter Vertreter der Gattung *Phormidium*, die schön dunkelblaugrün gefärbte Blaualgenart *Phormidium favosum*, zeigte im Gebiet beachtenswerte Lagerbildungen.*) Ich habe versucht, diese Lager in Abb. 15 etwas schematisiert darzustellen. In bester Entwicklung fand ich sie stets im Winter, um die Jahreswende bis in den Februar hinein. Sie hingen in den stenothermen Quellen der Gauchachschlucht, die auch zu dieser Jahreszeit stets eine Durchschnittstemperatur von 8,5 ° aufwiesen. Wie die Abb. 15 zeigt, finden sie sich an jenen Stellen, wo das Quellwasser über die Treppenstufen der Muschelkalkbänke herabfällt; hier hängen sie ganz frei, also nicht mit der Rückseite dem Felsen angeschmiegt. — Die tütenförmigen Gebilde haben einen flach-elliptischen Querschnitt und sind an ihrer ganzen Oberfläche von einer strömenden Quellwasserhaut eingehüllt, die sich am unteren Ende des Lagers zu einem fingerdicken Brunnenstrahl zusammenzieht. Die zwar dunklen, aber doch leuchtend blaugrünen Außenflächen der Lager sehen durch diese stete Wasserumhüllung lackglänzend aus.

Ein Querschnitt durch ein solches Lager zeigt, daß nur eine wenige Millimeter dicke äußere Schicht aus blaugrünen, lebenden *Phormidium*-Fäden besteht. Im Innern bilden locker verfilzte, farblose, tote Fäden ein räumliches Netzwerk, das, in der Regel 2 bis 3 cm mächtig, ganz von äußerst feinem, bei der Assimilation abgeschiedenem, fast weißem Kalkschlamm erfüllt ist. Verletzt man die dunkle, lebende Außenschicht des Lagers, so läuft dieser wasserdurchtränkte Kalkschlamm zum Teil aus.

---

*) Für die Bestimmung bin ich Herrn Prof. Dr. Geitler Wien zu herzlichem Dank verpflichtet.

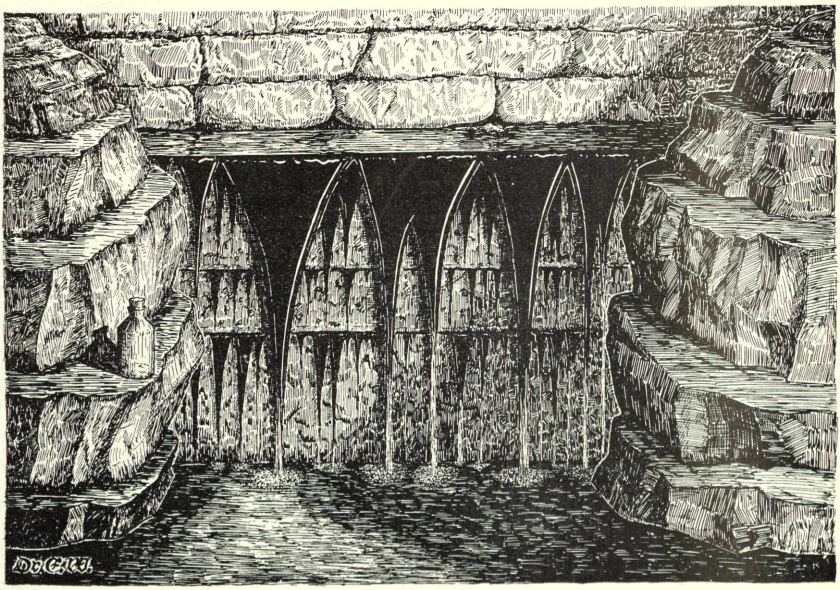


Abb. 15
Hängende, 30—40 cm lange Lager von *Phormidium favosum* in einer kaltstenothermen Quelle. Gauchachschlucht. Januar

Der Grund dafür, daß diese Lager nur im Winter schön und groß entwickelt sind und daß sie auf den Sommer hin verschwinden, um ihre Entwicklung im Spätherbst von neuem zu beginnen, ist noch ganz unbekannt. — Da die Schüttung der Quellen und auch ihre Wassertemperatur sowie die sonstigen Qualitäten des Quellwassers durch die verschiedenen Jahreszeiten keine Änderungen erfahren, muß er entweder in der Alge selbst oder in anderen Umweltfaktoren, vielleicht in der während des Winters hier um so viel geringeren Lichtmenge liegen. Es wäre zu untersuchen, ob *Phormidium favosum* allgemein tieferen Schatten bevorzugt.

c) *Lemanea fluviatilis* stellt uns im Gebiet ebenfalls eine Reihe von Problemen. Pascher und Schiller (1925, Pascherflora) weisen darauf hin, wie wenig über die Biologie der einzelnen Süßwasserrhodophyceen bis dorthin bekannt geworden ist. Das gilt auch heute noch für diesen in Baden und wohl auch anderwärts verbreitetsten Vertreter der Gattung *Lemanea*, ja der Süßwasser-Rotalgen überhaupt. Über das im ABC-Verzeichnis (S. 239) Gesagte hinaus muß noch folgendes hier erörtert werden:

Es ist bis heute eine ungelöste Frage, wie sich die Verbreitung der Rhodophyceen (und vieler anderer Algen) bachaufwärts vollzieht. Vielleicht kann aus meinen Beobachtungen über die obere Verbreitungsgrenze der *Lemanea fluviatilis* in der Gauchach eines Tages ein Beitrag zur Lösung dieser Frage werden.*)

Abb. 16

I. Diese obere Verbreitungsgrenze ist ganz eigener Art und liegt beim Ort 7 (Abb. 1), etwa 100 m nach einer 90 °-Kurve, in welcher der Bach aus der NS-Richtung in die WO-Richtung übergeht. Das Bachbett verläuft hier über große, harte, ebene Muschelkalktafeln, die nach links vorwärts in der Bachrichtung einfallen und deren Köpfe unter Wasser schräg-quer zur Bachrichtung streichen. Das hier lebhaft brausende Wasser prallt gegen die harten Schichtköpfe und überschießt die geneigten Kalkplatten in dünner Schicht. *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* überwölben von beiden Ufern her den Bach. Kommt man von oben den Bach herab, so beginnt an einem dieser zahlreichen hintereinander liegenden Schichtköpfe (Abb. 16) nun ganz plötzlich und unvermittelt die *Lemanea*-Besiedelung, und zwar sogleich in außerordentlicher Üppigkeit und quer über die ganze Bachbreite. Weiter bachabwärts, wo überall bis zur Gauchachmündung die *Lemanea*-Bestände sehr massenhaft und üppig bleiben, sind sie trotzdem nirgends stärker entwickelt als hier gleich zu Beginn, sowohl was Individuenzahl als auch was Größe der Einzelindividuen anbelangt. Hier an der oberen Besiedelungsgrenze war es, wo noch Mitte August über 40 cm lange *Lemanea*-Borsten gemessen werden konnten und wo zeitweise auf der ganzen Bachbreite kein Zentimeter von der Pflanze freigelassen wurde. — Die Grenze ist scharf wie mit dem Messer geschnitten. Über diesen Schichtkopf hinaus bachaufwärts findet man, obwohl die ganzen ökologischen Verhältnisse

*) Vgl. weiter die Fußnote auf S. 212, Abschnitt 2.

gleichbleiben und z. B. die sonst überall mit *Lemanea* vergesellschaftete *Cladophora glomerata* auch weiter oben unverändert gut gedeiht, doch keine einzige *Lemanea*-Pflanze mehr.

Das ist die eigenartige Situation; eine zwingende Erklärung hierfür muß ich freilich zur Zeit ebenfalls noch schuldig bleiben.

II. Um den Ursachen des auffällig üppigen Gedeihens von *Lemanea fluviatilis* in der Gauchachschlucht näher zu kommen (vgl. ABC-Verzeichnis, S. 239), habe ich Mitte August 1941 folgenden Vergleich angestellt:

An ein- und demselben Tage (18. 8. 41) wurden *Lemanea*-Borsten gesammelt

1. Im Dreisamfluß inmitten der weiten Talebene östlich der Stadt Freiburg, 320 m ü. M., Wassertemperatur 17 °, kalkfrei, Gebirgsbach-Charakter. (An der Entnahmestelle erscheinen zur Zeit der Schneeschmelze Massenentwicklungen von *Hydrurus foetidus.)*
2. 9 km weiter östlich im selben Wasserlauf (Rotbach) beim Hirschsprung, 440 m ü. M., 14,5 ° Wassertemperatur, kalkfrei, in enger Schlucht, ziemlich beschattet, Gebirgsbach-Charakter.
3. Noch einmal 7 km weiter ostwärts, wieder im selben Wasserlauf, im Löffeltal, 800 m ü. M., 12 ° Wassertemperatur, kalkfrei, Gebirgsbach-Charakter.
4. Jenseits des Sattels von Hinterzarten, wiederum weitere 5 km ostwärts, im Titisee-Ausrinn, Wassertemperatur in dem sommerwarmen Gewässer unterhalb des Sees 17,3 ° Wasser sonst wie 1—3, kalkfrei. Standort unter der Straßenbrücke bei Ort 32 stark beschattet, 848 m ü. M.
5. Noch weitere 24 km nach Osten in der Gauchach innerhalb der Schlucht, 590 m ü. M., Wassertemperatur 12 ° im Gegensatz zu den Standorten 1—4 Wasser stark kalkhaltig nicht leicht sauer wie dort (pH rund 6,5), sondern alkalisch (pH 8 2). Gebirgsbach-Charakter.

Der Vergleich der *Lemanea*-Aufsammlungen des gleichen Tages von den beschriebenen Standorten ist außerordentlich aufschlußreich.

Vergleichen wir zunächst die Proben von den Standorten 1, 2 und 3, also aus verschiedenen Höhen und Temperaturbereichen des leicht sauren, kalkfreien Reinwasser-Gebirgsbaches an der westlichen Schwarzwald-Abdachung (Abb. 17).

Am wärmsten und dem Licht am stärksten ausgesetzten Standort 1 bilden die Borsten nur noch formlose, verrottende Massen. Am Standort 2, der kühler und mehr beschattet ist, sind sie noch besser erhalten, zeigen aber an einzelnen Stellen auch bereits Verrottungserscheinungen. — Am Standort 3 haben die Borsten nicht nur ein allgemein kräftigeres Aussehen, sondern sind auch noch vollkommen frisch, was in der Abb. 17 sehr deutlich zur Anschauung kommt.

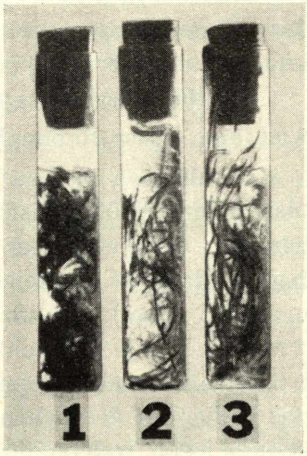


Abb. 17
Drei am selben Augusttag gesammelte *Lemanea*-Proben aus Bergbächen in verschiedener Höhenlage und mit verschiedener Wassertemperatur. Erläuterungen im Text

Außerordentlich interessant ist es nun, daß die Probe aus dem noch höher als Standort 3 gelegenen Titisee-Ausrinn, die außerdem im Schatten der Straßenbrücke entnommen worden war, genau dasselbe verrottete Aussehen wie jene aus der Dreisam bei Freiburg besaß und darum gar nicht in die Abbildung aufgenommen zu werden brauchte. Der entscheidende Faktor für die frühe Zersetzung ist also die Temperatur (nicht das Licht).

Eine absolute Sonderstellung nimmt endlich die am gleichen Tage am Standort 5 (Gauchachschlucht) gesammelte Probe ein. Wassertemperatur und auch Beschattung entsprechen etwa jenen des Standortes 3, der sich, wie Abb. 17, Nr. 3, zeigt, als relativ günstig erwies. Der einschneidende Unterschied besteht aber im hier herrschenden Kalkreichtum und im entsprechenden hohen pH-Wert von 8,2. — Die hier gesammelten *Lemanea*-Proben lassen sich mit jenen der Abb. 17 überhaupt kaum vergleichen: die Borsten waren alle 6- bis 8mal so lang, 2- bis 3mal so dick, dunkelgrün

(während die der Abb. 17 braun waren) und vollkommen frisch.*) — Damit ist folgendes erwiesen:

1. *Lemanea fluviatilis* findet ihr optimales Gedeihen im Gebiet nur bei hohen pH-Werten und reichlicher Anwesenheit von Kalk; sie bildet dann besonders große und kräftige fertile Borsten aus.

2. Sie ist in ihrer Vegetationsdauer außerordentlich abhängig von der Wassertemperatur und findet ihr Temperaturoptimum in kühlen Gewässern (10 ° bis 13 °).

3. Ein starkes Maß von Lichtabschirmung scheint die Entwicklung dieser Rhodophycee nicht zu behindern, eher zu fördern.

Im übrigen bleiben natürlich alle bisher gewonnenen Erkenntnisse über die ökologischen Ansprüche der *Lemanea fluviatilis* unberührt. Ich verweise aber noch einmal ausdrücklich auf die Notizen im ABC-Verzeichnis, S. 239. Ferner vergleiche man Oltmanns (1923), III., S. 408. Um die ökologischen Ansprüche der *Lemanea fluviatilis* richtig zu beurteilen, dürfen wir nicht so sehr kalkfreie und höher temperierte Kümmerstandorte heranziehen, wie das bisher oft geschehen ist, sondern müssen jene Verhältnisse zugrunde legen, welche die Pflanze an kalkreichen, kühlen Optimalstandorten zeigt. Dank ihrer Lebenszähigkeit wächst diese Alge auch an Kümmerstandorten noch leidlich und pflanzt sich auch reichlich fort. Wir dürfen aber auf Grund der Verhältnisse an den Optimalstandorten *Lemanea fluviatilis* als ausgesprochen montan

*) *Lemanea fluviatilis* entwickelt den von Rabanus (1915) untersuchten Kümmerstandorten der kalkfreien, wärmeren Gebirgsbäche an der Westseite des Schwarzwaldes ihre Borsten rascher und früher als an den Optimalstandorten der Gauchachschlucht. — Ein nachträglicher Vergleich Ende Mai/Anfang Juni 1942 ergab an guten Standorten der Gauchachschlucht eine Durchschnittsborstenlänge von erst 2—2,5 cm, ∅ 75 μ; Chantransienfäden waren an der Basis noch überall in dichten Büscheln erhalten, eben erst beginnende Borstenbildungen zeigten sich überall reichlich. Borstenfarbe lichtes, durchscheinendes Grasgrün, Karposporen fehlen noch gänzlich, Borstengipfel sind in vollem Wachstum.

Zur gleichen Zeit war in einem Massenvorkommen der Alge an einer Querverbauung des Wagensteigbaches ostwärts von Freiburg bei einer Wassertemperatur von 17 ° die Durchschnittsborstenlänge 6 cm, ∅ 300 μ, die Maximallänge (selten) 11 cm. Die Chantransienbüschel an der Basis waren überall verschwunden, die Karposporenbildung hat begonnen. Einzelne Borsten fangen bereits an abzubröckeln; das Maximum der Entwicklung steht unmittelbar bevor, liegt also hier im wärmeren, kalkfreien Gewässer 2—3 Monate früher als in der Gauchachschlucht, wo dann allerdings auch beträchtlich größere Ausmaße der Einzelindividuen wie der Bestände erreicht werden.

und kalkfreundlich bezeichnen. Ihr „Vorkommen" allein genügt eben auch hier, wie dieses Beispiel deutlich zeigen dürfte, nicht für die Erkenntnis der optimalen Bedingungen; wir haben ähnliche Beispiele ja auch für zahlreiche andere Algen.

Man weiß seit langem, daß Vertreter der Gattung *Lemanea* in Kalkgebieten nicht selten sind (vgl. u. a. Pascher/Schiller, 1925, pg. 137). Darüber hinaus ist mit Vorliegendem nun wohl dargetan, daß unter den sonstigen Gegebenheiten meines Gebietes ein höherer Kalkgehalt zu den Optimalbedingungen gehört.

Rabanus (1915) hat an einer Stelle einmal als Vermutung ausgesprochen, daß *Lemanea fluviatilis* vielleicht deswegen nicht in die rheinnahen Abschnitte der Dreisam vordringe, weil der Kalkgehalt dieser Strecke sie daran hindern könnte (pg. 45) dies ist also nicht der Fall. — Ferner sind in der Literatur auffällig wenige Standorte von *Lemanea fluviatilis* aus den Gebirgsbächen der Alpen genannt (vgl. Pascher/Schiller 1925); soweit es die Bäche der Kalkalpen betrifft, dürfen wir wohl schließen, daß es nicht der Kalkgehalt ist, der die Alge dort am Erscheinen bisher gehindert hat. Wir werden hier an die vielleicht allzu niedrige Durchschnittstemperatur oder eher an besiedelungsgeschichtliche Gründe denken müssen. *)

---

*) Einige Zeit nach Abschluß vorliegender Arbeit gelang es mir, einen außerordentlich interessanten Standort von *Lemanea fluviatilis* zwischen Feldberg und Seebuck im Schwarzwald, nahe der Baumgrenze, in der subalpinen Region, bei 1335 m ü. M., aufzufinden. Die Alge wächst hier in reichen Beständen in einem schäumenden, steil abfallenden Quellbach von etwa 50 l/sec. Wasserführung. Der Bach kommt aus dem Sattel zwischen Seebuck und Feldberg und stürzt 200 m tief über die Felswände hinab zum 1111 m ü. M. gelegenen Feldsee (Karsee). Wasser oligotroph, kalkfrei, pH 6,5, Temperatur 9,5 ° (an verschiedenen Stellen des Einzugsgebiets Mitte Juni noch Firnschnee). Fertile Borsten auffällig dünn, Durchschnittslänge 7—8 cm, dunkel olivgrün, sehr dichtstehend, überall im schäumenden Aufprall der Wasserstürze. Zweite Junihälfte beginnende Karposporenbildung (Astbüschel fertig ausgebildet). Aus diesem nachträglichen Fund ergeben sich verschiedene Schlüsse, die das Vorangehende ergänzen und zum Teil unterstreichen:

1. Kühle Wassertemperatur, Nährstoffarmut, starke Durchlüftung und Beschattung (zwischen Felsen und Krüppelbäumen) entsprechen fast völlig den Verhältnissen in der Gauchachschlucht (Optimalstandorte). Trotzdem bleiben die Borsten hier relativ klein, wenn auch die Bestände sehr dichte Rasen bilden und erhebliche Ausdehnung haben. Auch sind die Algen dieses Standortes in der Entwicklung (Karposporenbildung) jenen der Gauchachschlucht trotz der hier herrschenden etwas kühleren Durchschnittstemperatur um schätzungshalber

3. Zur Statistik der Algenflora des Wutach- und Gauchach-Gebietes

Nachfolgende zahlenmäßige Ergebnisse lassen sich am besten darstellen auf der Grundlage eines Vergleiches mit der Algenflora eines kalkreichen Flachmoores in der warmen Oberrheinebene.

Während meiner Arbeitsperiode konnte ich im untersuchten Gebiet insgesamt 437 Algenarten und Varietäten ermitteln. Das sind 96 Formen weniger als in dem zum Vergleich heranzuziehenden Weingartener Flachmoor (Wehrle 1939), welches 533 Formen aufzuweisen hatte. — Im Hinblick darauf, daß es sich im Gebiet der hier vorliegenden Arbeit zum größeren Teil um ökologisch extreme Biotope, wie reißende Gebirgsbäche und kaltstenotherme Quellen handelte, ist diese Ausbeute von 437 Arten erstaunlich hoch.

Diese 437 Arten und Varietäten verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Klassen:

Algenklassen	Zahl der Vertreter	
	Wutach-Gauchach	Weingarten
Schizophyceen	56	38
Flagellaten	13	75
Diatomeen	243	233
Heteroconten	18	20
Conjugaten	44	62
Chlorophyceen	52	98
Rhodophyceen	9	—
Arten unsicherer Stellung	2	—

Die zweite Kolonne gibt zugleich die entsprechende Aufgliederung für die Flora des Weingartener Flachmoores in der Oberrheinebene.

(Fortsetzung der Fußnote von Seite 211.)

2 Wochen voraus. — Für beide Umstände dürfte der Kalkgehalt und die Wasserstoffionenkonzentration verantwortlich zu machen die hier nicht optimal sind.

2. Durch diesen Fund wird das Problem der bachaufwärts gerichteten Wanderung der Rhodophyceen erheblich eingeengt und schärfer formulierbar. — Der Fundort liegt im Mittelpunkt des diluvialen großen Feldberggletschers an der Oberkante der 200 m hohen Felswände über dem Karsee. Die Alge kann also erst in postglazialer Zeit hier heraufgewandert sein; eine Verschleppung durch Fische über die hohen Felswände aufwärts ist ausge-

Die Schizophyten (vorwiegend Cyanophyceen) sind in meinem Bergbachgebiet mit 56, in Weingarten nur mit 38 Arten vertreten. Nur 18 % des vereinigten Artenbestandes waren gleichzeitig im Gebirgsbachgebiet wie auch im Flachmoor der Ebene vorhanden. 52 % blieben auf das Wutach-Gauchachgebiet beschränkt; 30 % fanden sich ausschließlich im Moor. — Für unser weiteres badisches Gebiet ergibt sich also ein Hinweis darauf, daß die Cyanophyceen die kühleren Bergbäche entschieden bevorzugen.

Die Flagellaten zeigen ein gerade umgekehrtes Verhalten. Sie sind im Bergbachgebiet nur mit 13, im Flachmoor der Ebene dagegen mit der erstaunlich großen Anzahl von 75 Arten vertreten. Nur 9 % des vereinigten Artenbestandes (81) waren gleichzeitig in beiden Vergleichsgebieten vorhanden; 84 % blieben auf das Flachmoor beschränkt, nur 7 % gehören allein dem Gebirgsgebiet, und hier zum großen Teil dem Titiseeplankton an. Im Gebirgsgebiet fehlt der eigentliche Lebensraum der meisten Flagellaten: das ruhige, eutrophe, wärmere Wasser kleinerer Tümpel. Damit ist auch ihre gesamte Klasse hier nur sehr spärlich vertreten.

Die Diatomeen sind im Bergbachgebiet in 243 Arten und Varietäten gefunden worden, also in etwas größerer Zahl als im Flachmoor der Ebene, wo sie mit 233 Vertretern erschienen. Der vereinigte Artenbestand umfaßt 339 verschiedene Formen. Von diesen treten 41 % im Bergbach und im Flachmoor der Ebene gemeinsam auf. 31 % von ihnen sind auf das Bergbachgebiet beschränkt, 28 % finden sich ausschließlich im ruhigen Flachmoor. — In dieser stärkstvertretenen Klasse sind also auffällig viele Formen vorhanden, die über eine sehr große ökologische Spannweite verfügen und daher sich in den verschiedensten Regionen halten und wohlbefinden können. Von den relativ wenigen, schein-

---

(Noch Fortsetzung der Fußnote von Seite 211.)

schlossen. Es kommt nur Verschleppung von Sporen in Frage, die unter den hier vorliegenden Umständen durch Larven von Wasserinsekten, durch Vögel (etwa *Cinclus aquaticus*, Wasseramsel) oder in außergewöhnlich trockenen Sommern durch Wind erfolgt sein könnte (Aufwinde an den sich stark erwärmenden Felswänden sind häufig).

Das Abbröckeln der fertilen *Lemanea*borsten und das Ende der Vegetationsperiode an diesem subalpinen Standort wird weiter verfolgt. Zur Charakteristik des Gebietes sei noch erwähnt, daß in unmittelbarer Nachbarschaft des Standortes *Saxifraga stellaris*, *Primula auricula*, *Mulgedium alpinum*, *Bartsia alpina* und andere alpine Florenelemente wachsen.

bar etwas stärker spezialisierten Vertretern habe ich die vorwiegend montanen auf den Tafeln II und III vorliegender Arbeit zum größten Teile herausgehoben und abgebildet.

Die Heteroconten erschienen in der Bergbachregion mit 18, im Flachmoor der Ebene mit 20 Vertretern. Von dem vereinigten Artenbestand (27) sind wiederum 41 % im Gebirge und in der Ebene gleichzeitig vorhanden; 26 % sind auf unser Bergbachgebiet, 33 % auf das Flachmoor beschränkt. — Diese Verteilung stimmt so auffällig mit jener der Diatomeen überein, daß ich in ihr eine Stütze für die These der nahen Verwandtschaft beider Klassen erblicke.

Die Conjugaten treten in der Bergbachregion mit 44, im Flachmoor der Ebene mit 62 Arten auf. Im Gebirgsbach selbst sind sie nur sehr spärlich vertreten und bevorzugen, besonders die Desmidiaceen, Ufertümpel und Wiesengräben. — Vom vereinigten Formenbestand (89) waren 20 % sowohl im Flachmoorgebiet der Ebene wie auch in der Bergbachregion vorhanden. 30 % blieben auf mein Untersuchungsgebiet im Gebirge beschränkt, 50 % auf die Oberrheinebene. — Die Conjugaten sind zum allergrößten Teil keine „Bachformen", auch nicht im Gebirge. Würden wir dagegen die bei uns nur im Gebirge verbreiteten und ausgedehnteren Hochmoore mit berücksichtigt haben, dann hätte allerdings der Gebirgsanteil der Conjugaten dank der unzähligen Hoch- und Zwischenmoordesmidiaceen das Hauptkontingent ausgemacht.

Die Chlorophyceen sind in meinem Untersuchungsgebiet in 52 Arten gefunden worden, im Weingartener Moor dagegen fand ich von ihnen 98 Arten. Der Unterschied ist hauptsächlich bedingt durch die Protococcalen, welche, ähnlich wie die Flagellaten, die in der Ebene häufigeren ruhigen kleinen Wasserstellen bevorzugen und den schneller fließenden Bach im allgemeinen meiden. 19 % des vereinigten Formenbestandes (126) waren den beiden Vergleichsgebieten gemeinsam eigen: Auf die Bergbachregion beschränkt zeigten sich nur 22 %, während 59 % ausschließlich im Florenbestand der Ebene vorkamen. — Daraus ergibt sich ein deutliches Hinneigen der Chlorophyceen zu den ruhigen Bächen und Tümpeln der Ebene.

Die Rhodophyceen haben im badischen Gebiet den kühlen, brausenden Gebirgsbach zur eigentlichen Heimat. Nur der Rheinstrom selber, in welchem aber *Lemanea* ganz fehlt, macht

dem Gebirgsbach hierbei einige Konkurrenz. In das Flachmoor der Ebene hat diese Klasse keinen Vertreter entsandt. Die untersuchten Bergbäche und Quellen beherbergen dagegen 9 Arten von Rotalgen. — Was an Rhodophyceen aus der Oberrheinebene bekannt geworden ist, fand sich stets an Stellen, welche Ähnlichkeit mit den Gebirgsbächen hatten: an Wehren, Buhnen, Mühlrädern und in kühlen Quell-Rinnsalen. Es gibt hierbei nur wenige Ausnahmen.

Ein zusammenfassender Rückblick zeigt:

Von dem vereinigten Artenbestand unserer Bergbachregion und des zum Vergleich herangezogenen Flachmoores der Ebene, welcher insgesamt 752 Nummern umfaßt, sind nur 210 Arten oder 28 % des Gesamtbestandes den beiden gegensätzlichen Gebieten gemeinsam eigen. 542 Arten oder 82 % des Gesamtbestandes dagegen finden sich entweder ausschließlich im Gebirge oder ausschließlich in der Ebene; dabei erhielt das Flachmoor der Ebene mit 316 Arten den Hauptanteil, während 226 Arten auf das Untersuchungsgebiet im Gebirge beschränkt blieben.

Rabanus (1915) veröffentlichte eine Zusammenstellung aller bis dahin aus Baden bekannt gewordenen Algen, allerdings unter völligem Ausschluß der Schizophyten, Flagellaten und Diatomeen. Die Liste, welcher viele Fundortangaben und einige Schätzungen der relativen Mengen, aber fast keine ökologischen Daten beigegeben sind, umfaßt 606 Arten und Varietäten. Ihre gelegentliche Weiterführung auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse wäre dringend erwünscht; ebenso ihre Erweiterung auf die drei noch fehlenden Klassen. Auch ihre Gliederung entspricht nicht mehr den heutigen systematischen Anschauungen. — Allein die vorliegende und die zum Vergleich benützte Weingartener Arbeit würde das Algenregister Badens bei einer solchen Neubearbeitung um rund 550 Nummern vermehren können. Eine Berücksichtigung der anderen inzwischen über die badische Algenflora erschienenen Arbeiten müßte das badische Algenverzeichnis auf rund 1500 Nummern erweitern und damit die Zahl der bekannten Algen jener der im Gebiet vorhandenen höheren Pflanzen schon sehr nahe rücken.

4. Einige Bemerkungen zum Problem der Algen-Soziologie

Kurz (1922), Allorge (1925), Messikommer (1927), Laporte (1931), Budde (1934, 1940 a) u. a. haben sich bemüht, ihre Untersuchungen über Algen auch nach soziologischen Gesichtspunkten anzusetzen.*) Es ist von einigen dieser Autoren verschiedentlich darauf hingewiesen worden, daß die Algengesellschaften bestimmter Lokalitäten vor allem aus Arten zusammengesetzt sind, welche unter sich ähnliche ökologische Bedürfnisse haben und deshalb gerade hier, unter einer bestimmten Konfiguration von Umweltsbedingungen, sich zusammenfinden.**)

Eine solche Gesellschaft umfaßt dann freilich meist nicht alle jene Arten, welche unter dem hier gegebenen ökologischen Faktorenkomplex leben könnten. Eine größere oder kleinere Zahl von ihnen kann aus besiedelungsgeschichtlichen Gründen fehlen. In einer im Druck befindlichen Arbeit (Arch. f. Hydrob. XXXIX, 1942) habe ich mich, zusammen mit K. Behre in Bremen, mit der Wirkungsweise der gesellschaftsbildenden Faktoren näher auseinandergesetzt.

Kennzeichnend für eine ökologisch bedingte Algengesellschaft können immer nur solche Arten sein, welche eine kleine ökologische Spannweite besitzen, d. h. welche für Änderungen der einmal gegebenen Umweltsbedingungen recht empfindlich sind und durch sie zum Verschwinden gebracht werden.

Solche empfindliche Algen, die als gute Indikatoren für die ökologischen Gegebenheiten angesprochen werden können, kennen wir leider nur in verhältnismäßig geringer Anzahl. Ihr Anteil an der gesamten Algenflora scheint wesentlich geringer zu sein als jener guter Indikatoren im Bereich der höheren Gewächse. — Solche Arten, bei denen Minimum und Maximum mindestens einer wesentlichen Optimumskurve recht nahe beieinander liegen, wären als die wahren Charakterarten ausreichend definierbarer Algengesellschaf

*) Sehr interessant in dieser Hinsicht ist auch Panknin, W. Die Vegetation einiger Seen in der Umgebung von Joachimstal etc. Bibl. Bot., **119**. 1—161. 1941. (RM. 86.—.)

**) Vgl. hierzu auch die nach Fertigstellung vorliegender Arbeit erschienene umfassende Veröffentlichung E. Messikommers Beitrag zur Kenntnis der Algenflora und Algenvegetation des Hochgebirges um Davos. Bern (Hans Huber), 1942. Dieses reichhaltige und schöne Werk bietet außerordentlich viel Interessantes zu dieser und anderen Fragen.

ten anzusehen. Schon eine sehr kleine Gruppe solcher guter Charakterarten würde zur exakten Definition einer Gesellschaftseinheit ausreichen.

Da wir im Algenreich schon heute eine relativ außerordentlich hohe Anzahl von Arten mit langgestreckten Optimumskurven kennen, die auf Änderung der Umweltsbedingungen innerhalb weiter Grenzen nur recht schwach reagieren, und da gleichzeitig im Wasser solch schroffe Gegensätze in den Milieuxbedingungen nicht vorzukommen pflegen, wie wir sie vom festen Boden als Pflanzenstandort kennen, so haben wir in allen denkbaren Algengesellschaften mit einer Riesenzahl mehr oder weniger indifferenter Begleiter von vornherein zu rechnen. Es ist deshalb auch nicht wahrscheinlich, worauf schon Messikommer (1927) hingewiesen hat, daß wir in der Algenforschung jemals zu jener erschreckenden Zahl von definierten Gesellschaften kommen werden, wie sie die Soziologie der höheren Gewächse heute schon zu verzeichnen hat. Es ist das wohl als ein wahres Glück zu betrachten; denn falls man sich entschließt, einen großen natürlichen Bereich fließender, stetiger Übergänge durch Aufstellung einer gegliederten Typenreihe geistig zu bewältigen, so muß man die Zahl dieser Typen klein und leicht überblickbar erhalten. Mit der Erhöhung der Typenzahlen über ein recht niedrig liegendes Optimum hinaus verliert dieses ganze Ordnungsprinzip (um etwas anderes handelt es sich nicht) fortschreitend an Wert.

Ferner ist zu erwägen, daß es auch unter den genannten stenoöken Algenarten, welche als gute Charakterarten verwendbar wären, wohl nicht einmal zwei gibt, deren ökologische Spannweiten sich vollkommen decken. Deshalb sind auch schon an relativ nur wenig andersartigen Standorten selbst diese „guten" Charakterarten stets wieder in anderen Gesellschafts-Konfigurationen zu erwarten. Die Natur kennt eben hier keine festen Grenzen und keine festen Gesellschafts-Typen; wir müssen sie theoretisch setzen und definieren. Wir dürfen dies auch tun, falls hierfür ein ausreichender Anlaß vorliegt.

Es gibt ferner, genau im selben Sinne, in der Natur keine festen Typen von Gewässern, wenn wir sie nach der Kombination der Amplituden aller ökologischen Faktoren betrachten; auch hier sind alle Übergänge fließend, kein Gewässer gleicht ökologisch völlig dem anderen, wenn sich auch oft große Ähnlichkeiten finden lassen.

Demgemäß finden wir in der Natur ja auch niemals eine Algengesellschaft an einer anderen Stelle in genau derselben Zusammensetzung wieder. Ja es ist nicht einmal zu erwarten, daß wir auch nur eine mäßige Zahl von Charakterarten genau in derselben Kombination und unter denselben Abundanzverhältnissen ein zweites Mal wieder antreffen könnten.

Die extremen Grenzen der in der Natur vorkommenden Kombinationen ökologischer Faktoren kennen wir ziemlich genau. Ebenso kennen wir die meisten Algenarten, die unter den extremsten Bedingungen noch zu leben vermögen. Dazwischen liegt aber ein weiter Bereich, in welchem es theoretisch wie praktisch unendlich viele Kombinationen gibt, sowohl was die Werte und Schwankungen der ökologischen Faktoren als auch was die Zusammensetzung der Algengesellschaften betrifft. Diese Unendlichkeiten suchen wir geistig zu bewältigen durch wohlüberlegte Setzung von Grenzen und durch theoretische Aufstellung von Typen für die so abgegrenzten Bereiche. Diesen theoretischen Typen teilen wir dann die in der Natur wirklich vorkommenden, jedoch nie völlig mit ihnen übereinstimmenden, ähnlichen Faktorenkombinationen bzw Algengesellschaften zu.

Wir würden aber das Kronjuwel naturwissenschaftlicher Denkweise, nämlich das Aufsuchen und Herausarbeiten funktioneller Zusammenhänge leichtsinnig preisgeben, würden wir nicht in der Zusammensetzung jeder Algengesellschaft eine Wirkung ganz bestimmter ökologischer Faktorenkomplexe erblicken, die dafür Ursache sind. Die besiedelungsgeschichtlichen Zufälligkeiten spielen hier nur insofern hinein, als sie einzelne Glieder aus der jeweiligen Algengesellschaft fernhalten können.

Voraussetzung für die Aufstellung brauchbarer und unter sich gleichwertiger Gesellschaftseinheiten ist daher die genaue Kenntnis der ökologischen Ansprüche möglichst vieler stenoöker Arten. Die Algenökologie ist verhältnismäßig jung, und ich bin gegenwärtig noch nicht davon überzeugt, daß sie diese Voraussetzung schon in ausreichendem Maße erfüllen kann.

Jener andere Weg, der zur Aufstellung algensoziologischer Gesellschaftseinheiten mehrmals schon begangen worden ist, nämlich die bloße Registrierung zufällig in der Natur aufgefundener Algenkombinationen, darauffolgend Zusammenfassung ähnlicher Gesellschaften und die Erhebung des Kombinates zu einem Typus,

erscheint mir vor allem deswegen nicht unbedenklich, weil bei ihm die „geisteswissenschaftliche" Denkweise durchscheint, d. h. weil er auf eine kausale Auffassung der Erscheinungen grundsätzlich verzichtet. Man mag stark verlockt sein, ihn zu beschreiten, weil dieser Weg rascher zum Ziele zu führen verspricht. Aber die so gewonnenen Gesellschaftseinheiten sind zufällige, haben unter sich verglichen nicht das gleiche Gewicht, lassen nur schwer eine klare Abgrenzung dessen zu, was nun Charakterart ist und was nicht und machen es fast unmöglich, die besiedelungsgeschichtlichen Zufälligkeiten zu eliminieren.

Aus all den dargelegten Gründen habe ich in der vorliegenden Arbeit noch darauf verzichtet, die Analysenergebnisse von den einzelnen Standorten soziologisch auszuformen, obwohl das in dem einen und anderen Falle wohl möglich gewesen wäre. Dafür habe ich mich aber bemüht, durch Angabe der Abundanzverhältnisse, durch ausführliche hydrographische Schilderungen und durch Aufnahme möglichst vielseitiger ökologischer Notizen in das ABC-Verzeichnis aller im Gebiet gefundenen Algen einen Beitrag für eine künftige, ökologisch wohlbegründete Algensoziologie zu leisten.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse des speziellen Teiles

(Eine Zusammenfassung des allgemeinen Teils [Ökologische Grundlagen] findet sich auf S. 167.)

1. Die Wutachstrecke Titisee—Neustadt enthält eine Algenflora aus 114 Arten. Davon bestehen $^2/_3$ aus Diatomeen. Als m o n t a n können 19 Arten der Gesamtflora angesprochen werden; 13 Arten sind oligosaprob oder katharob. — In diesem Bachabschnitt fand sich die für Deutschland neue *Lemanea rigida* Sirdt. Vor Beginn der sommerlichen Erwärmung traten Massenentwicklungen von *Microspora amoena* und *Hydrurus foetidus* auf.
2. Die Abwasserstrecke unterhalb Neustadt beginnt mit einer kurzen Sulfitzone, die praktisch frei von lebenden Algen ist. Nachdem wenige hundert Meter unterhalb des Abwasserzuflusses die Oxydation des Sulfits zu Sulfat beendet ist, tritt eine Flora von 52 Algenarten auf, in welcher Reinwasser- und Ab-

wasserelemente bunt gemischt sind. Besonders *Microspora amoena* und *Ceratoneis arcus* vertreten in großer Individuenzahl die eine, *Sphaerotilus natans, Phormidium autumnale* und *Nitzschia palea* die andere Gruppe. Die Reinwasservertreter fühlen sich allerdings nicht völlig wohl: etwa 50 % aller *Ceratoneis*-Individuen zeigen Schalenverkrüppelungen. — Andererseits bilden *Microspora amoena* und *Sphaerotilus natans* in inniger Verflechtung große Gemeinschafts-Watten. Der abwasserbelastete Bach ist frei von eigentlichen Fäulnisstoffen, ist stark durchlüftet und bewahrt weitgehend seinen Gebirgsbach-Charakter.

3. Auf der zunehmend kalkhaltigen Abwasserstrecke vom Stallegg bis zur Gauchachmündung schreitet der Abbau der verunreinigenden Stoffe nur langsam fort. Gleichzeitig scheint der zunehmende Kalkgehalt eine teilweise Entgiftung zu bewirken. Daher vermag sich eine zum Teil aus den Seitenbächen eingeschwemmte und von hier aus immer wieder erneuerte reichere Algenflora von rund 100 Arten (vorwiegend Diatomeen) hier leidlich zu halten. Unter ihnen befindet sich *Microspora amoena*, die sonst als empfindlich gilt. *Cladophora glomerata* und *Lemanea fluviatilis*, die in den Seitenbächen reichlich vorkommen, fehlen hier indessen.

4. Die Wutachstrecke unterhalb der Gauchachmündung bis zur Grenze meines Untersuchungsbereiches erhält durch die verdünnende, sehr reine Gauchach ihren Charakter als ziemlich reiner Bergbach wieder zurück. Die meisten Elemente aus den weiter oben liegenden Florenabschnitten der beiden Bäche gedeihen auch hier. Die relativ empfindliche *Cladophora glomerata* bestimmt sogar auffällig das makroskopische Bild des Flusses, während sich *Lemanea fluviatilis* stark zurückhält. Nach Aussagen der Anwohner lebt in diesem Abschnitt *Thymallus vulgaris* (Äsche).

5. Die Gauchach oberhalb der Schlucht zeigt im freien Tale einen vielfältigen Wechsel zwischen lenitischen Stellen mit tiefen Kolken und ruhigen Seitenarmen und andererseits lotischen Biotopen, wo das Wasser lebhaft über Felsen oder grobes Geröll schießt. — Die lenitischen Strecken sind durch spätsommerliche Massenentwicklung von *Lyngbya nigra*, die lotischen durch reichliche Steinüberkrustungen von *Rivularia haematites* gekenn-

zeichnet. Die Erwärmung des Wassers kann hier im Sommer bis 17 ^{0} ansteigen.

6. Die Schluchtstrecke der Gauchach, die den ausgeprägtesten Gebirgsbach des ganzen Untersuchungsgebietes darstellt, beherbergt eine Algenflora von 90 Arten. 67 von diesen sind Diatomeen, der Rest besteht vorwiegend aus Cyanophyceen und Rhodophyceen. Das makroskopische Bild, in welchem auch *Fontinalis antipyretica* stark hervortritt, wird bestimmt durch *Lemanea fluviatilis, Cladophora glomerata, Chantransien* und verschiedene *Vaucheria*-Arten; an wenigen Stellen tritt auch noch *Rivularia haematites* hinzu.

7. In den unter sich sehr ähnlichen, kalkhaltigen, kaltstenothermen Quellen fanden sich 114 Arten, von denen 86 % Diatomeen waren; den Rest teilten Cyanophyceen und Rhodophyceen fast ausschließlich unter sich. An besonders interessanten Formen beherbergten diese Quellen *Batrachospermum arcuatum* Kylin (vgl. aber S. 226), *Chantransia incrustans* Hansgirg, *Cyanostylon microcystoides* Geitler und in großen Mengen *Cymbella alpina* Grunow

8. Eine Limnokrene in der Wutachschlucht, d. h. ein 12 m^2 großer, kalk- und humusreicher Tümpel mit sehr geringem Quellwasserzufluß, beherbergte als eine der ganz wenigen stehenden Wasserstellen des Gebietes auf engstem Raume eine auffallend reiche Algenflora mit 110 Arten. Die Zusammensetzung aus 60 Diatomeen und 50 Nichtdiatomeen wie auch die Artenkombination erinnerte stark an entsprechende Tümpel der Oberrheinebene. Die interessanteste Alge war hier der seltene, an alkalische Reaktion streng gebundene *Mischococcus confervicola*, der dreimal auf *Tribonema viride* und zweimal auf einer 22 μ breiten *Mougeotia spec.* gefunden wurde.

9. Die hier im Gebiet stets individuenreiche Flora der Felswände und Moosrasen setzte sich zusammen aus 2 Trentepohlien, 6 Cyanophyceen und 7 Diatomeen.

10. *Phormidium favosum* und *Phormidium autumnale* zeigten bei Massenentwicklung im Gebiet bemerkenswerte Ausformungen ihrer Lager. Während *Ph. favosum* während der Wintermonate in den Quellen große, wasserüberströmte Gehänge entwickelte, die innen mit feinem Kalkschlamm gefüllt waren, bildete *Ph.*

autumnale mittels ihrer großen Lager die gitterförmigen, komplizierten Strömungskraftfelder des Wassers genau ab.

11. Vergleichende Untersuchungen über die Ökologie von *Lemanea fluviatilis* in verschiedenen, auf einer West-Ostlinie quer über den Schwarzwald verteilten Berggewässern mit verschiedener Höhenlage und Wasserqualität ergaben, daß *Lemanea fluviatilis* im Gebiet ihr optimales Gedeihen nur in stark strömenden, kühlen, kalkreichen und beschatteten Bächen mit festem Untergrund findet. — Die interessante obere Verbreitungsgrenze dieser Alge in der Gauchach wurde untersucht und beschrieben.

12. Durch einen Vergleich der Algenbesiedelung des Wutach-Gauchachgebietes mit jener eines eutrophen, kalkreichen Flachmoores der Oberrheinebene wurde festgestellt: Cyanophyceen und Rhodophyceen sind viel reicher entfaltet im Bergbachgebiet, während Flagellaten und Chlorophyceen (von diesen vor allem die Protococcales) die ruhigen Gewässer der Ebene bevorzugen. Diatomeen und Heteroconten verteilen sich auffällig gleichmäßig über kalkreiche Gewässer in Gebirge und Ebene. — Von dem 752 Nummern umfassenden Gesamt-Artenbestande der vereinigten Listen aus Wutach-Gauchach-Gebiet und Weingartener Flachmoor (W e h r l e 1939) in der Oberrheinebene kamen nur 210 Arten gemeinsam in beiden Gebieten vor. 316 Arten fanden sich nur in der Ebene, 226 Arten nur im Gebirge.

13. In das ABC-Gesamtverzeichnis aller von mir während meiner Arbeitsperiode im Wutach-Gauchachgebiet gefundenen Algen wurden die ökologischen Daten für die einzelnen Arten eingetragen, soweit sie bisher aus der weiteren Umgebung bekannt geworden sind und durch vorliegende Arbeit bestätigt bzw. auch neu ermittelt werden konnten.

14. Die 69 häufigsten und verbreitetsten Arten des Untersuchungsgebietes wurden in einer Frequenztabelle vereinigt und nach der Häufigkeit ihres Auftretens graphisch dargestellt. Eine weitere Liste faßt die im Gebiet gefundenen, vorwiegend montanen Diatomeen zusammen, die zumeist auf Taf. II und III abgebildet worden sind.

Die vorliegende Arbeit entstand in der Zeit vom März 1939 bis zum Mai 1942. Während meiner Teilnahme am Frankreich-Feldzug und einer viermonatigen Lazarettzeit erfuhren die Untersuchungen eine längere Unterbrechung; sie wurden leider auch später vielfach behindert durch die Folgen einer Kriegsbeschädigung. So hat sich der Abschluß etwas länger hinausgezögert, als vorgesehen war, und manches Geplante mußte leider auch unterbleiben.

Für eine ganze Reihe freundlich gewährter Hilfen und für manchen guten Rat habe ich herzlich zu danken.

Herr Prof. Dr. B u d d e in Dortmund hatte *Batrachospermum*-Proben durchgesehen und mir Vergleichsmaterial überlassen. Mit Bestimmungen und Hinweisen hat mir Herr Prof. Dr. G e i t l e r am Botanischen Institut der Universität Wien bei der Bearbeitung der Cyanophyceen geholfen. Herrn Prof. Dr. W i t t m a n n, Direktor des Flußbaulaboratoriums an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, verdanke ich die strömungstechnische Aufklärung der Lagerbildung bei *Phormidium autumnale*. Fräulein Dr. E. K a n n in Wien hat meine Protokolle und Mikrophotogramme über *Chantransia incrustans* geprüft und bestätigt. Herr Prof. Dr. G ö h r i n g e r in Karlsruhe unterzog sich der Mühe, als ausgezeichneter Kenner des Gebietes mir die geologischen Angaben dieser Arbeit zu revidieren und zu ergänzen. Kollege Prof. Dr. L e i n i n g e r in Karlsruhe hat durch stets waches Interesse und mannigfachen Rat meine Arbeit gefördert.

Nicht zuletzt aber habe ich der Herren Direktor Prof. Dr. A u e r b a c h und Prof. Dr. F r e n t z e n von den Badischen Landessammlungen für Naturkunde zu gedenken: entscheidende Anregung, die Vermittlung eines Unkostenbeitrags aus der Kettnerstiftung und die Mühewaltung bei der Drucklegung erfordern besonderen Dank, den ich auch dem Naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe aussprechen möchte.

K a r l s r u h e a. Rh., im Mai 1942.

D. Verzeichnisse, Tabellen und Tafeln

1. ABC-Verzeichnis

aller von mir während meiner Arbeitszeit im Wutach-Gauchach-Gebiet gefundenen

Algen

nebst ökologischen Notizen und vergleichenden Hinweisen auf die Ergebnisse einiger anderer ökologisch orientierter Arbeiten.

Zum Vergleich und zur Ergänzung sind hauptsächlich herangezogen worden: Schroeder (1939), Jaag (1938), Messikommer (1927 und folgende), Kolkwitz (1935) und Kolkwitz & Marsson (1908), Hustedt (1930)*), Pascher und Mitarbeiter (1912—1932), Rabanus (1915) sowie eigene frühere Arbeiten und in der Literatur verstreute, von mir gesammelte Notizen. Diese natürlich noch sehr unvollständigen Zusammenstellungen und Vergleiche sind als Beitrag zur Grundlegung einer künftigen, ökologisch orientierten Algensoziologie gedacht.

Erläuterungen

Fundortsangaben der vorliegenden und aus meiner Weingartener Arbeit (Wehrle, 1939)

WO = Wutach-Oberlaufstrecke Titisee—Neustadt. Vgl. S. 155 u. 173.

WAw = Kalkfreie Wutach-Abwasserstrecke Neustadt—Stallegg (Weichwasserstrecke mit geringer Karbonathärte). Vgl. S. 157 u. 180.

WAh = Kalkhaltige Wutach-Abwasserstrecke Stallegg—Gauchachmündung (Hartwasserstrecke mit höherer Karbonathärte). Vgl. S. 160 u. 186.

WG Wutach unterhalb der Gauchachmündung bis Achdorf. Vgl. S. 163 u. 188.

GO = Gauchach im freien Tal oberhalb der Schlucht. Vgl. S. 161 189.

GS = Gauchach-Schluchtstrecke. Vgl. S. 161 191.

Qu = Stark kalkhaltige Quellen mit kaltstenothermem, nährstoffarmem Wasser, hauptsächlich in der Gauchachschlucht. Vgl. S. 163 u. 195.

Nw = Kalkfreie Weichwasser-Nebenbäche, hauptsächlich im Urgesteinsgebiet zwischen Titisee und Rötenbach (Abb. 1; Ort 25).

Nh = Kalkhaltige Hartwasser-Nebenbäche.

Wgt = Weingartener Flachmoor in der oberrheinischen Tiefebene bei Karlsruhe. Warm, eutroph, humos, kalkreich, pH 6,9—8,4 (vgl. Wehrle 1939).

*) In der Pascher Süßwasserflora, vgl. Lit. 65.

Benennungen der geschätzten Menge

(sse) = sehr selten
(se) = selten
(w) = nur wenige
(ei) = einige mehr
(ö) = öfters
(h) = häufig
(sh) sehr häufig

Diese Mengenangaben beziehen sich, soweit sie in vorliegendem Verzeichnis auftreten, auf die durchschnittliche relative Häufigkeit an den jeweils angegebenen Standorten meines Untersuchungsgebietes.

Die Belastung der Gewässer mit organischen Zersetzungsprodukten (Fäulnisstoffen) ist mit den Bezeichnungen ausgedrückt, die das Kolkwitzsche Saprobiensystem in der Fassung von 1935 verwendet.

Das vorliegende Algen-Gesamtverzeichnis wurde praktischen Gründen in zwei Teile geteilt:

A. Nichtdiatomeen

B. Diatomeen (S. 255)

An Stelle der systematischen Anordnung ist innerhalb der beiden Teile die alphabetische gewählt, um ein rascheres Nachschlagen zu ermöglichen.

A. Nichtdiatomeen

1. *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler (w)

Oft auf Faulschlamm. — pH-Bereich bis 8,2; zuweilen in stark kalkigem Wasser; verträgt H_2S. — polys. — WO, lenitische Schlammstellen; Nw, auf dunklem Humusschlamm; Wgt, auf schwarzem FeS-Schlamm. — Ges.-holde Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

2. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs (ei)

Allgemein verbreitet. — Beste Entwicklung in eutrophen, stehenden, kleineren Gewässern bei pH um 7,0. — Gegen Verschmutzung wenig empfindlich. — WAw und WAh, an lenitischen Stellen. WO (aus dem Titisee-Plankton), Wgt, auch mäßig saure oder kalkhaltige Torfgewässer, Ufertümpel, Wiesengräben im Gebiet. — Bei Hochproduktion βm. — Auch im Faulschlamm bei Neuhausen (Rheinfall) und als Plankter im Untersee (Bodensee).

3. *Ankistrodesmus pfitzeri* (Schröder) G. S. West (sse)

Als „zerstreut" angegeben. — Unter katharoben Bedingungen in sehr kalkreichen und kohlensäurereichen, kaltstenothermen, nährstoffarmen Quellen. pH 7,2—7,8. Ökolog. Spannweite unbekannt. — Qu. — Nicht bei Rab., 1915.

4. *Aphanocapsa grevillei* (Hass.) Rabh. (ö)

Für feuchte Erde, Sümpfe, manchmal auch Plankton angegeben. — Verträgt starken Kalkgehalt und hohen pH-Wert (mindestens bis 8,5). Aerophytisch. —

(!) An den Hängen und Felswänden der Wutach- und Gauchachschlucht in feuchten Moosrasen, immer vergesellschaftet mit *Synechococcus aeruginosus, Nostoc microscopicum, Melosira roeseana* und *Navicula contenta*. Auch in nassen Moosen in Höhlen am Rheinfall.

5. *Aphanocapsa koordersi* Ström (se)

Für einen See auf Java angegeben. — Bei einem pH um 6,7 in kalkfreiem, leicht dystrophem Wasser (!), weitere ökol. Daten unbekannt. — WO (aus dem Titisee-Plankton). — Meine *Aphanocapsa*-Form entspricht der bei Geitler (1925, pg. 65) für die Art *koordersi* Ström gegebenen Diagnose. Wegen der bekannten Schwierigkeit der Cyanophyceen-Bestimmungen und wegen des Fehlens weiterer Angaben über Ökologie und Fundorte nenne ich sie hier nur mit Vorbehalt.

6. *Aphanocapsa muscicola* (Mengh.) Wille (w)

Für feuchte Erde, feuchte Felsen angegeben. — Standort leicht kalkig, pH um 7,0; schattig. — (!) Im nassen Moos am Rand einer Limnokrene in der Wutachschlucht (Abb. 1; Ort 15).

Aphanochaete repens A. Br. (ei)

Als „weit verbreitet" und epiphytisch auf anderen Algen *(Rhizoclonium, Mougeotia, Spirogyra* u. a.) angegeben. — pH-Bereich 5,4—8,0, nährsalzarmem Wasser gut gedeihend, ebenso in eutrophen Wässern und in huminsäurehaltigen. — WO meist auf *Oedogonium spec.;* Wgt häufig in jungen Torfstichen (pH 6,8—7,8). — Auch im Hochrhein bei höherem Kalkgehalt und pH über 7,0. Im ganzen Gebiet nicht selten (Rab., 1915).

8. *Aphanothece clathrata* W. & G. S. W. (w)

Bisher nur aus USA und Irland angegeben. — In kalkfreiem, leicht dystrophem Wasser bei pH um 6,7. — WO (aus dem Plankton des Titisees). — Meine Form entspricht der Diagnose (Geitler, 1925). Ich gebe sie aber, aus denselben Gründen wie bei Nr. 5 dieses Verzeichnisses, hier nur mit Vorbehalt an.

9. *Batrachospermum arcuatum* Kylin (ei)

Ursprünglich aus kleinen Bächen in Schweden bekannt (vgl. Pascher/Schiller 1925, pg. 184). Später von Budde (1933) zum ersten Male in Deutschland an vier Standorten in Westfalen gefunden. — In kaltstenothermen, kalkreichen Quellen und ihren Abflüssen. (!) pH 7,0—7,2, sehr kohlensäurereich, sehr kalkreich (13 DH°), nährstoffarm, völlig reines Wasser, zl. starkes Sauerstoff-Defizit von 4,46 mg/l. — Ich habe nur ♀ Exemplare gefunden; Spermatangien waren an keiner Pflanze zu entdecken, obwohl die im Habitus sehr ähnliche *Batr. ectocarpum* zur selben Zeit sehr reichlich Spermatien erzeugte, und zwar in der unmittelbaren Umgebung. Mein Material hat Prof. Budde vorgelegen; die Identität mit *Batr. arcuatum* Kylin ist höchstwahrscheinlich. Ich kann aber aus den genannten Gründen die Art hier nur mit dem erforderlichen Vorbehalt nennen. (Vgl. auch S. 195—197.) — Qu, in der Gauchachschlucht (Abb. 1; Ort 5). Nicht bei Rab., 1915.

10. *Batrachospermum ectocarpum* Sirodot (ö)

Für langsamfließende Bäche angegeben, reichlich im Frühjahr und Sommer. — Großer pH-Bereich: 6,5—8,0; sowohl im kalkfreien wie auch im sehr kalkreichen

Wasser, bisweilen auch in leicht gelbem Humuswasser. Gegen Verunreinigungen nicht empfindlich. Sehr beträchtliche ökol. Spannweite. In kalten Bergbächen wie in wärmeren Bächen der Ebene, ja sogar in kaltstenothermen Gebirgsquellen von 7,5 °. — WO, auf größeren Steinen, GS, an Stellen ruhigerer Strömung, Qu; in kümmerlichen Exemplaren noch im Abwasser WAw. — In den Quellen fand ich die Art Mitte Mai fruktifizierend. — In der Ruhr (Budde, 1933); in Frankreich: „Rivières et ruisseaux à lits caillouteux. Mars-Octobre, suivant les localités, l'espèce étant plus hâtive dans les ruisseaux que dans les rivières plus profonde." (Sirodot, 1884.) Nicht bei Rab., 1915.

11. *Batrachospermum moniliforme* Roth (h).

Für schnellfließende Bäche, Quellen und klare Seen in ganz Europa als häufig angegeben. — Von kalkfreien, mäßig sauren Wässern bis zu dauernd alkalischen mit hohem Kalkgehalt (pH etwa 6,4—8,5). Vorwiegend oligotroph, oligos. bis kath. — Geht bisweilen auch in leicht verschmutztes Wasser (βm), auch in Gräben, die sommers austrocknen; wurde sogar im Abfluß der Zwestener Mineralquelle gefunden. — Januar (!) und Mai (!) fruktifizierend, nach Rabanus (1915) im Frühjahr und Herbst. — Nach Budde (1933) ist die Alge das ganze Jahr vorhanden, mit stärkerer Zunahme vom Herbst zum Winter hin. — WO; GS; Qu, überall reichlich. — In Rheinebene und Schwarzwald recht verbreitet. Im Schwarzwald kommt „fast in jedem schnellfließenden kleinen Gewässer vereinzelt *Batr. moniliforme* vor" (Schmidle, 1893); es handelt sich hier fast ausschließlich um kühle, leicht saure, kalkfreie Wässer. Auch im Hochrhein, der Hauptströmung folgend, bei viel Kalk und dauernd alkal. Reaktion, häufig.

12. *Beggiatoa alba* (Vauch.) Trévison (ei)

Große, farblose, fadenförmig-vielzellige Schwefelbakterie. Kriechend, H_2S-bedürftig, verlangt auch O_2. Vereinzelte Fäden WAw und WAh auf Schlamm an lenitischen Stellen. Auch Wgt auf Faulschlamm.

13. *Botryococcus braunii* (Kütz.) Pasch. (ei)

Vorwiegend im Plankton, beste Entwicklung Herbst/Winter/Frühjahr. Sowohl in kalkreichem alkalischem wie in kalkfreiem, mäßig saurem Wasser (pH etwa 6,7—7,5). Bisweilen auch noch bis pH 4,6. — WO (Winterplankton des Titisees). Auch Wgt. Ebenso im Plankton des Untersees (Bodensee) bei reichlich Kalk und pH um 7,4 häufig.

14. *Botryococcus calcareus* W. & G. S. W (se)

Bisher nur aus Torfsümpfen bei Viernheim (nördlich Mannheim) und aus Irland angegeben. — Im Gebiet in stehenden kleinen Wasserstellen mit Erwärmung bis 20 °, viel Kalk und pH bis 8,4. — GO, in Strudellöchern über dem Normalwasserspiegel.

15. *Bulbochaete spec.* (ö)

In reichverzweigten Bäumchen hauptsächlich WO; nicht bestimmbar, da nie fruktifizierend angetroffen.

16. *Ceratium hirundinella* O. F. M. (h)

Planktonform mit jahreszeitlichem Gestaltwechsel; verträgt Kalk und die verschiedensten pH-Werte, geht auch reichlich in kalkfreies, mäßig saures Wasser

(Höll, 1928). Im Sommer und Winter reichlich. — WO (aus dem Titisee-Plankton). — Auch häufig und ganzjährig im alkalischen Untersee (Bodensee). Charakterart im Fragilarieto crotonensis — Asterionelletum gracillimae Allorges (1922) und Messikommers (1927).

17. *Chaetophora elegans* (Roth) Ag. (ei)

Für fließende und stehende Gewässer angegeben. — In kalkreichen alkalischen und kalkarmen, mäßig sauren Wässern (pH etwa 5,5—8,0). Große ökologische Spannweite, relativ unempfindlich. — βm. — Auf lebenden und toten Substraten. — WAw und WAh, auch Wgt. Verbreitet.

18. *Chamaesiphon curvatus* Nordst. (ei)

Für stehende und fließende Gewässer auf Wasserpflanzen angegeben. — Scheinbar reines Wasser und alkalische Reaktion bevorzugend (es sind mir keine Fundorte bekannt, aus denen sich anderes schließen ließe). Im Gebiet überall zusammen mit *Cladophora glomerata* und meist epiphytisch auf ihr *(Cladophora* ist streng an alkalische Reaktion gebunden). — Vermutlich oligos. — Nh, GS. — Im alkal. Unterlauf der Eder zusammen mit *Cladophora glomerata;* überall im Rheinfall.

19. *Chamaesiphon incrustans* Grun. (w)

Für stehende und fließende Gewässer auf Algen und Wasserpflanzen angegeben. Ökol. Bedürfnisse wahrscheinlich ähnlich wie bei *Ch. curvatus,* wenn auch nicht an Kalk gebunden. — Nh auf *Cladophora glomerata.*

20. *Chamaesiphon oncobyrsoides* Geitler (ö)

Als Epiphyt auf Faden-Cyanophyceen angegeben. — Hier in kalkfreiem Wasser mit pH um 6,7 und leichtem Humusgehalt. — Auf feinen Holzsplittern Wehren und anderen Wasserbauten. — WO.

21. *Chamaesiphon polymorphus* Geitler (ö)

Als in Gebirgsbächen sehr häufig angegeben. — Kalkfreies wie kalkhaltiges Wasser (pH etwa 6,4—7,6). — Hier in reinem Wasser. — WO in der Spritzzone an Holzwerk. — Auch im alkalischen Wasser des Rheinfalls häufig.

22. *Chantransia chalybea* (Lyngb.) Fries (h)

Angegeben als sehr verbreitet im frischen, sauerstoff- und kohlensäurereichen Wasser in Kalk- wie in Urgebirgsgegenden, an Brunnen, in starkfließenden Quellen, in Wassergräben auf Steinen, Holz, Moosen. — In leicht saurem und humosen wie auch in stark kalkigem und alkalischem Wasser (pH etwa 6,4—8,0). Recht große ökologische Spannweite, nicht sehr empfindlich. Zuweilen sind gesunde Pflanzen mit *Sphaerotilus natans* besiedelt (WAw). — βm. — Brand (1897) hat bei zwei Varietäten die Entwicklung zu *Batrachospermum* gesehen: wahrscheinlich ist auch die Art nur Vorform von *Batrachospermum.* — Es sind viele Bestimmungs-Irrtümer in der Literatur zu vermuten. — WO; GS; Nh; Nw: Qu; WAw. — Bei Baden-Baden, bei Freiburg im Breisgau, im Rhein (Rab., 1915).

23. *Chantransia incrustans* Hansgirg (ö)

In kalkhaltigem Wasser zusammen mit der Cyanophycee *Phormidium incrustatum* (Näg.) Gom. harte, Steinen aufsitzende Kalkkrusten bildend, meist in kühlem, reinem Wasser von Gebirgsbächen und von Quellen. — (!) In reinem, kaltstenothermem (8°) Quellwasser mit einer Karbonathärte von 14,56 DH°, reichlichem Kohlensäure- und mäßigem Sauerstoff-Gehalt. — Diese Art ist von Pascher/Schiller (1925) ganz aufgelassen worden und leider auch nicht mehr als Standortsmodifikation von *Ch. chalybea* erwähnt, mit welcher sie, da sie ihr morphologisch am nächsten steht, wohl vereinigt wurde. — Ich habe in meinem Untersuchungsgebiet reichlich derartiges Material gefunden, glaube auch, daß verschiedene *Chantransia*-„Arten" bei der Bildung solcher Kalkkrusten in meinen Gewässern beteiligt sind, zumal es mir einmal gelungen ist, die sonst fast unbekannten Monosporen der *Chantransia incrustans* und in einem anderen Fall auch die Entwicklung einer weiteren inkrustierten Form zu *Batrachospermum spec.* in den Anfängen zu photographieren. — Sehr gründlich hat sich mit der *Chantransia incrustans*-Frage Kann (1940, 1941) auseinandergesetzt. Ich verdanke der Autorin zahlreiche Hinweise und Nachprüfungen meiner Notizen. Mein diesbezügliches Material muß ich, weil für hier zu umfangreich, späterhin an anderer Stelle veröffentlichen. — Qu; GS. — Quellen am Kellersee (Holstein); Istrien (in reinem, kalkigem, kaltem Quellwasser), ferner Rußland, Südschweden, USA, in der Pfalz, am Mindelsee u. a., überall unter ähnlichen Umständen (vgl. Kann, 1941).

24. *Chantransia pygmaea* Kütz. (ö)

Für Gebirgsbäche, Wasserfälle, Mühlgräben an Steinen, Pfählen und Moosen angegeben. — In reinem, gut durchlüftetem Wasser, sowohl kalkfreiem, leicht saurem und leicht dystrophem als auch kalkreichem, dauernd alkalischem. Scheinbar empfindlich gegen Verschmutzung, dürfte oligos. sein. Die Art hat innerhalb reiner Gebirgsbäche große ökol. Spannweite. Zeigt sich im Gebiet streng an das Vorkommen von *Batrachospermum moniliforme* gebunden, sowohl topographisch als ökologisch. — WO; GS; Nw; Nh; Qu. — Sehr reichlich im Rheinfall. Nicht bei Rab., 1915. — Da Brand (1897) bereits mehrfach den Übergang dieser „Art" in *Batr. moniliforme* gesehen hat, vermag ich diese Alge nur noch mit stärkstem Vorbehalt als selbständig hier zu nennen, zumal meine Feststellung des streng gemeinsamen Vorkommens zu Brands Beobachtung paßt. Ebenso ist auch im Rhein *Batr. moniliforme* reichlich vorhanden (Jaag, 1938).

25. *Characiopsis acuta* Borzi (ö)

Als sehr verbreitete Art bezeichnet, die besonders im Herbst und Frühling auf zahlreichen Algen vorkommt. — Gedeiht bei pH 5,6—7,8, hat also (auch bezüglich Gesamtsalzgehalt) eine große ökologische Spannweite. Nur im ruhigen Wasser. — (!) Beschatteter, humoser, kalkhaltiger Tümpel (Limnokrene) in der Wutachschlucht (Abb. 1; Ort 15), kühl, pH = 7,2—7,8; Wgt in humosem, kalkreichem und mäßig alkalischem Wasser. — Auch im Hochrhein an ruhiger Stelle auf *Rhizoclonium*-Fäden.

26. *Characiopsis longipes* Borzi (ei)

Angegeben als im Gebiet überall verbreitet. Wohl sehr oft übersehen. — (!) In derselben Limnokrene wie Nr. 25.

27. *Characiopsis minuta* Borzi (ei)

Als sehr verbreitet und häufig angegeben; wohl keine einheitliche Art. — (!) Brunnen bei den Quellen der Gauchach (Abb. 1; Ort 12), kaltstenotherm (8°), mäßig kalkreich, kohlensäurereich. pH 7,0, reines, nährstoffarmes Wasser, viel *Tribonema viride*.

28. *Characiopsis pyriformis* Borzi (ö)

Als meist sehr häufig bezeichnet. In derselben Limnokrene wie Nr. 25; auf einer breiten *Mougeotia spec.*, öfters (!). Auch Wgt (!).

29. *Characiopsis subulata* Borzi (ei)

Als sehr häufige Art bezeichnet, die auf verschiedenen Algen an vielen Stellen beobachtet wurde. — (!) Im selben Brunnen Nr. 27, in den großen *Tribonema viride*-Watten.

30. *Characiopsis turgida* W. & W (w)

Aus England und Böhmen als Bewohner humusreicher Wässer genannt. — Verträgt hier Kalk und alkalische Reaktion (pH 7,0—7,8 etwa); auch hier in stark humosem Wasser. — (!) In derselben Limnokrene wie Nr. 25.

31. *Characium braunii* Bruegger (ei)

In der Limnokrene am Ort 15 (*Mischococcus*-Tümpel).

32. *Characium clava* Hermann (ei)

Wie Nr. 31.

33. *Characium obtusum* A. Br. (ei)

Angegeben als an Wasserpflanzen zerstreut und Torfgewässer bevorzugend. Hier in kalkreichem Wasser mit zeitweiser O_2-Übersättigung und einem pH bis 8,5. Starker Humusgehalt. Erwärmung bis über 20°. Zeitweise mit starken *Mougeotia-Spirogyra-Vaucheria*-Watten besetzt. — (!) In der oben beschriebenen Limnokrene mit sehr langsamem, kalkigem Wasserzufluß (Abb. 1; Ort 6). — Bei Baden-Baden (auf *Cyclops;* ohne genauere Fundortsbezeichnung).

34. *Characium ornithocephalum* A. Br. (ei)

Als „zerstreut" angegeben. — Humus- und kalkreiches Wasser mit alkalischer Reaktion ertragend. — (!) In derselben Limnokrene wie Nr. 25. Auch Wgt in torfigem, kalkreichem, eutrophem Wasser.

35. *Chlorobotrys neglecta* Pasch. u. Geitler (ei)

Als in stehenden Gewässern ziemlich verbreitet angegeben. — (!) In derselben Limnokrene wie Nr. 25.

36. *Chlorobotrys regularis* Bohlin (ei)

Als sehr verbreitet und häufig angegeben. — (!) In derselben Limnokrene wie Nr. 25. Auch Wgt in torfigem, kalkhaltigem Wasser, bei pH-Werten um 7,0 schwankend. — Auch in zl. kalkreichem Alpensee, pH um 7,5, 1302 m ü. M. — Gesellschaftsfeste Charakterart in Messikommers (1927) Closterieto lineati — Pinnularietum stauropterae (*Pinn. stauroptera* = *Pinn. gibba* Ehr.).

37. *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. (ö)

Angegeben für Hochmoore (sauerste Sphagneten [!]), aber auch für völlig andere stehende Gewässer, für Salzsümpfe und für Faulschlamm, bisweilen auch an feuchten Felsen. Demnach ganz erstaunlich große ökologische Spannweite! — Erträgt viel Kalk und die höchsten Säuregrade der Hochmoorgewässer, pH-Spanne 3,4—8,5 etwa. Vielleicht sind 2 pH-Optima vorhanden. — GS in nassen Moosen in der Spritzzone; ferner an feuchten Felsen und in feuchten Moosrasen in der Gauchachschlucht. — Kalkreiche Flachmoore, alkalische Rheinaltwässer, Höhle im Rheinfall sowie eine Kalksinterbank am Hochrhein.

38. *Chroococcus westii* (W West) Boye-Petersen (ö)

Für feuchte Felsen in Deutschland und England angegeben. — Ziemlich widerstandsfähig gegen Austrocknung, erträgt Kalk und gelegentlich hohe pH-Werte, dürfte aber meist in praktisch salzfreiem Regenwasser leben. — Ich fand diese prachtvolle, leuchtend violette Cyanophycee öfters in feuchten Moosrasen an den Kalkfelswänden der Gauchachschlucht, zumeist an schattigen Standorten und in Gemeinschaft mit *Synechococcus aeruginosus, Nostoc microscopicum, Aphanocapsa grevillei, Gloeocapsa alpina, Melosira roeseana, Navicula contenta* und *Diploneis ovalis.*

39. *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *ampl.* Brand (sh)

Im Gebiet sehr häufig. — Verlangt kalkhaltiges Wasser, da sie pH-Werte unter 7,1 nicht erträgt. — Hat großes O_2-Bedürfnis, bevorzugt daher strömendes Wasser und kann sich vermöge ihrer Festigkeit und starken Haftorgane selbst noch in stark reißender Strömung halten. Bevorzugt klares Wasser und ist oligosaprob (im Gegensatz zu der langsträhnigen *Cl. crispata,* die auch in sauerstoffärmeres Schmutzwasser geht!). — Oft mit *Fontinalis antipyretica* und verschiedenen *Vaucherien* vergesellschaftet; ältere Exemplare stets mit zahlreichen Epiphyten, meist *Cocconeis pediculus,* besiedelt. — GS und WG, besonders im Spätsommer und Herbst makroskopisch (neben *Lemanea fluviatilis)* stark hervortretend. Auch in allen Nh häufig. (Fehlt in der gesamten kalkfreien [d. h. leicht sauren] Zone des Untersuchungsgebietes wie auch in WAh völlig.) — Im Gebiet in kalkhaltigen, fließenden Gewässern allgemein verbreitet und häufig sowohl im Gebirge als auch in der Ebene. Im Hochrhein und streckenweise auch im Oberrhein die häufigste Alge. Besonders im Rheinfall massenhaft.

40. *Closterium acerosum* (Schrank) Ehr. (ö)

Zl. verbreitet und häufig. — Gilt als Tieflandform, ist widerstandsfähig und hat sehr große ökologische Spannweite. Gedeiht gleichmäßig im pH-Bereich von 6,0 bis 8,0 etwa, ist also nicht kalkfeindlich. Geht auch in verschmutzte Wässer, ist βm. Ziemlich widerstandsfähig gegen hohe Eisenkonzentrationen. — Wurde

auch in 0,8 %igem Salzwasser gefunden (K r i e g e r). — WAh bei Bad Boll im Steinbesatz (ö), ferner in derselben Limnokrene wie Nr. 33.

41. *Closterium cynthia* d e N o t. (ei)

In Torfstichen mit mineralarmem Wasser nicht selten. — Bestes Gedeihen in oligotrophen oder dystrophen Wässern im pH-Bereich 4,9—6,9. Kann vereinzelt scheinbar auch den Neutralpunkt überschreiten und etwas Kalk ertragen. — Nw, auch saure Wiesengräben in der kalkfreien Zone meines Gebiets, einmal auch WAw, im Besatz eines Steines am Bachrand. — Auch im leicht sauren Eder-Oberlauf. — Gesellschaftstreue Charakterart in M e s s i k o m m e r s Micrasterieto truncatae — Frustulietum saxonicae. — Im Feldberggebiet (oberhalb meines Untersuchungsgebietes) allgemein verbreitet; auch in kalkfreien Gegenden der schwarzwaldnahen Oberrheinebene.

42. *Closterium dianae* E h r. (w)

Oft in Torfstichen, auch in mineralreicherem Wasser. Im Schwarzwald und in der Oberrheinebene nicht selten. — Lebt im pH-Bereich 5,0—8,2; bei schwach saurer bis neutraler Reaktion bestes Gedeihen; verträgt Kalk; geht auch in Salzwasser (K r i e g e r). — GO in kalkreichem, ruhigem Wasser bei pH 8,0.

43. *Closterium ehrenbergii* M e n e g h. (h)

Sehr verbreitet und häufig im ganzen Gebiet. — Große ökologische Spannweite. Oft Massenentwicklungen beiderseits des Neutralpunktes. Scheut den Kalk nicht. ph-Bereich 5,6—8,2 (!). Häufig in eutrophen Seen; erträgt viel Eisen, geht auch in leichte Abwässer und ist βm. Öfters vergesellschaftet mit *Microspora amoena*, auch mit *Vaucheria sessilis*. — GS; Qu; an einigen sumpfigen Stellen in den Schluchten.

44. *Closterium jenneri* R a l f s (w)

Im Schwarzwald zl. verbreitet, seltener in der Oberrheinebene. — In mineralärmerem wie -reicherem Wasser zu beiden Seiten des Neutralpunktes. Geht auch in kalkhaltiges Wasser. pH-Bereich 5,2—7,8. — WO, auch Quellsumpf. — Auch in der Gegend des Feldsees und im Titisee.

45. *Closterium lanceolatum* K ü t z. (ö)

Im Schwarzwald zerstreut. Für Freiburg im Breisgau angegeben. — Gilt als Kaltwasser-Form. Öfters im leicht sauren, mäßig mineralhaltigen Wasser, aber auch im Kalkwasser bei alkalischer Reaktion. — Nw in der kalkfreien Zone öfters.

46. *Closterium leibleinii* K ü t z. (ö)

In Sümpfen, Torfstichen und Seen verbreitet. — Recht widerstandsfähig, große ökologische Spannweite. In kalkfreiem und kalkhaltigem Wasser gut gedeihend. pH-Bereich 4,6—8,2 (!). Zl. eisenfest, geht auch in leichtes Abwasser, noch bei 1,1 % NaCl gefunden (K r i e g e r). βm. — WAh bei Bad Boll in starker Strömung im Besatz; GS im Besatz; Qu in Algenwatten im Ablauf; in sumpfigen Stellen des ganzen Gebietes; auch Wgt überall. An der Bibermündung (Hochrhein). Überall auch in der Oberrheinebene.

47. *Closterium moniliferum* Ehr. (h)

Vorwiegend in kalkhaltigen Sumpfgebieten mit annähernd neutraler Reaktion. Sehr widerstandsfähig, große ökologische Spannweite. pH-Bereich 5,6—8,2 (!). Auch in Abwässern, auch im Brackwasser. Eisenfest. — βm. WAh im Besatz: auch sonst in meinem Gebiet überall, vorwiegend aber in den Kalkgegenden. In stark eisenhaltiger Sumpfstelle mit *Gallionella ferruginea* (Abb. 1; Ort 4); in *Tribonema viride*-Watten; GS in *Lemanea*-Büscheln; in *Vaucheria*-Rasen in stark kalkhaltigen, sommerkalten, kleinen Wasserfällen Massenentwicklung; Nh; Qu; auch Wgt.

48. *Closterium moniliferum* var. *concavum* Klebs (se)

Wie die Art.

49. *Closterium navicula* (Bréb.) Lütkem.

Als nicht selten in Gräben, Mooren und Teichen des Schwarzwaldes angegeben. Vereinzelt auch in der Oberrheinebene. — Vorwiegend in ± mineralhaltigem, kalkfreiem Wasser, pH-Bereich 4,8—6,9 (!), nach Budde (1934) 6,1—7,6. — Montan (West). — (!) In Wiesengräben mit kleinen Sphagneten beim Ort 27 (Abb. 1). — Auch aus dem Einzugsgebiet der oberen Wutach (Feldberg, Erlenbruckmoor) bekannt. Nach einer Fundortsangabe Messikommers (1935 a) verträgt diese Art in moorigem Standort auch etwas Kalk und einen pH = 7,4.

50. *Closterium parvulum* Näg. (ö)

Im Gebiet in Torfstichen, Tümpeln, Weihern, Gräben verbreitet und nicht selten, sowohl auf dem Schwarzwald wie in der Oberrheinebene. — Widerstandsfähig und unempfindlich, in mineralarmen sauren wie auch in kalkhaltigen alkalischen Wässern gut fortkommend. pH-Bereich 5,0—8,3 (!). Geht auch in leicht verschmutzte Wässer, ist βm. Große ökologische Spannweite. — GS; WO; WAw und WAh, auch Wgt.

51. *Closterium rostratum* Ehr. (ei)

In Wiesengräben, Torfstichen, Sumpfstellen in leicht mineralhaltigem, nicht stark kalkigem Wasser im Gebiet verbreitet und nicht selten. — Bestes Gedeihen im sauren Bereich, dringt aber an moorigen Stellen auch in Kalkwässer bis pH 7,5 vor. pH-Bereich 5,0—7,5. Erträgt zl. viel Eisen. — Nw und Wiesengräben beim Ort 27, Abb. 1. — Bekannt aus dem Einzugsgebiet der Wutach zwischen Feldberg und Titisee. Auch der Oberrheinebene nicht selten. Auch Wgt.

52. *Closterium strigosum* Bréb. (ei)

Verbreitet und nicht selten im Gebiet. — Bevorzugt kalkfreie, mäßig saure, stehende Gewässer. Im Gebirge und in der Oberrheinebene. Geht auch auf Kalk. — (!) In den kalkfreien Quellbächen der Gauchach (Abb. 1, Orte 11 u. 12) im Steinbesatz. Im Wehr der Guggenmühle (Ort 8). pH-Bereich demnach etwa 6,4—8,2 mindestens.

53. *Closterium striolatum* Ehr. (ö)

Im Gebiet, besonders in Mooren, verbreitet und häufig. — Hauptsächlich überall im Schwarzwald, aber auch in der Oberrheinebene. — Geht bei mäßig alkalischer

Reaktion auch auf Kalk. pH-Bereich 4,5—7,7. Erträgt reichlich Eisen. — Nw und Wiesengräben (pH 6,4) beim Ort 27, Abb. 1. — Gesellschaftstreue Charakterart in Messikommers (1927) Micrasterieto truncatae — Frustulietum saxoniae.

54. *Coleochaete divergens* Pringsh. (w)

Qu, im Abfluß; oligos. bis *β*m.

55. *Cosmarium botrytis* Menegh. (ö)

In Flachmooren, Wiesengräben, Teichen, eutrophen Seen sehr verbreitet und zl. häufig. — Sehr widerstandsfähig; geht mit Vorliebe in stark kalkhaltige Wässer, erträgt auch Humusstoffe. Unempfindlich selbst gegen starke Verschmutzungen, *β*m (—*α*m). pH-Bereich 5,4—8,3 (!). Gehört zu den wenigen Desmidiaceen mit größter ökologischer Spannweite. — GS (reichlich in *Cladophora*-Büscheln); Qu im Abfluß; überall an sumpfigen Stellen im kalkigen Gebiet; in der Limnokrene (Abb. 1; Ort 15) wie Nr. 25, reichlich; auch Wgt (h). — Im ganzen badischen Gebiet sehr verbreitet (Rab. 1915); bei Eglisau (Hochrhein) in Betonrinne (pH über 7) Massenentwicklung.

56. *Cosmarium cucumis* (Corda) Ralfs (ei)

Vom Schwarzwald und von der Oberrheinebene bekannt, aber nicht häufig. — Scheint beiderseits des Neutralpunktes zu gedeihen. Nach den bekannten Fundorten zu schließen, ergibt sich ein vermutlicher pH-Bereich von 6,0—7,6 etwa. Ich fand mehrere Exemplare auf Schlamm an lenitischer Stelle WAw an der Grenze zu WAh (pH zu der Zeit 7,6), sie könnten aber eingeschwemmt sein aus Seitenbächen. — Schmidle (1893) fand die Alge in Rheintümpeln bei Neuenburg (Baden) bei sicher alkalischer Reaktion! — Auch sonst aus der Oberrheinebene bekannt, ferner auch aus Hochschwarzwald-Hochmooren (Rab., 1915).

57. *Cosmarium curtum* (Bréb.) Ralfs (se)

Von Messikommer (1927) für kalkreiches Wasser und als selten angegeben; bei Rabanus (1915) nicht aufgeführt. — Scheinbar kalkreiches, humoses Wasser bevorzugend oder zum mindesten nicht scheuend. — (!) In der Limnokrene bei Ort 15 (Abb. 1), wie Nr. 25 des vorliegenden Verzeichnisses.

58. *Cosmarium humile var. glabrum* Gutw. (ei)

Aus Schwarzwald und Oberrheinebene bekannt; verbreitet. — Hat große ökologische Spannweite, geht in zl. saure, aber auch in stark kalkhaltige, alkalische Wässer. pH-Bereich 4,5—8,3 (!). Scheinbar auch gegen Verschmutzung zl. resistent. — (!) In der Limnokrene bei Ort 15 (Abb. 1), siehe unter Nr. 25 vorliegenden Verzeichnisses; weiter auch an verschiedenen Stellen der Kalkzone meines Gebietes. Auch Wgt.

59. *Cosmarium laeve var. undulata* Schmidle (w)

Aus der Oberrheinebene bekannt. Scheint Kalk und alkalische Reaktion zu bevorzugen, geht aber auch in mäßig saure, mineralarme, oft eisenreiche Wässer. — (!) Wiesengraben mit kleinen Sphagneten beim Ort 27, Abb. 1.

60. *Cosmarium ochthodes* Nordst. (ei)

Aus Torfstichen in Übergangsmooren, aber auch aus Altrheinarmen mit alkalischer Reaktion bekannt. — Kalkfreundlich, pH-Bereich (etwa) 6,4—7,8. — Limnokrene wie Nr. 25 dieses Verzeichnisses; auch Wiesengraben mit kleinen Sphagneten (pH 6,4) beim Ort 27, Abb. 1. — Auch vom Feldberg oberhalb unseres Untersuchungsgebietes bekannt (Rab., 1915).

61. *Cosmarium quadratum* Ralfs (ei)

Aus Schwarzwald und Rheinebene bekannt, zl. verbreitet. — Zu beiden Seiten des Neutralpunktes gedeihend. Scheut den Kalk nicht. pH-Bereich 5,0—7,8 (!). — WO vereinzelt; GS (se) in Ufertümpel. — Im leicht sauren Eder-Oberlauf (Budde); auch in Rheintümpeln (alkal.).

62. *Cosmarium reniforme* (Ralfs) Arch (ei)

Im Gebiet verbreitet und häufig (Schwarzwald sowohl wie Oberrheinebene). — Gedeiht zu beiden Seiten des Neutralpunktes, sowohl im mäßig mineralhaltigen Wasser von Übergangsmooren wie auch in stark alkalischen Kalksümpfen und Tümpeln der Rheinebene und unseres Gebietes. pH-Bereich 5,0—8,3 (!). — WO und im Titisee-Plankton, Limnokrene wie Nr. 25. — In kalkhaltigen Mooren der Voralpen-Region (Messikommer); in Ca-reichen Altrheinarmen (Dick, 1930). Auch in Wgt (nachträglich). Auch am Hochrhein.

63. *Cosmarium speciosum* Lund (ei)

(!) In der Limnokrene (*Mischococcus*-Tümpel) beim Ort 15, in nassem Moos.

64. *Cosmarium subcrenatum* Hantzsch (ei)

Im Schwarzwald und in der Oberrheinebene verbreitet und nicht selten. — Zl. große ökologische Spannweite. Geht in die leicht sauren Wässer der Übergangsmoore gleich wie in stark kalkige, alkalische. pH-Bereich 5,0—8,4 (!). — (!) In den Quellbächen der Gauchach bei leicht saurer Reaktion (pH 6,5) Abb. 1, Ort 11 und 12, Wiesengräben bei Ort 27 (leicht sauer), wie auch in der alkalischen Limnokrene bei Ort 15 (vgl. Nr. 25 dieser Liste). — Auch in Wgt. Auch in alkalischen, kalkreichen Torfstichen und Seen im Voralpengebiet: alkalische Rheintümpel; oberhalb unseres Untersuchungsgebietes (Bärental).

65. *Cosmarium subtumidum* Nordst. (ei)

Im Gebiet nicht häufig. — In sauren und kalkhaltigen Wässern. pH-Bereich 3,8—7,4 etwa. — (!) Wiesengräben mit kleinen Sphagneten (pH 6,4) beim Ort 27, Abb. 1. — In Altrheinarmen, kalkhaltigen Voralpenseen.

66. *Cosmarium tinctum* Ralfs (w)

Auf dem Hochschwarzwald verbreitet. — Geht in kalkfreie und kalkhaltige Wässer. pH-Bereich etwa 6,4—7,5. — (!) In leicht sauren Wiesengräben mit kleinen Sphagneten bei Ort 27, Abb. 1. — Auch in westfälischen Mooren, auch im leicht sauren Oberlauf der Eder, auch kalkhaltige junge Torfstiche (mit Chara) und kalkarme, leicht saure Stellen bei Zürich.

67. *Cosmarium vexatum* West (ei)

Im Gebiet selten. — Lebt in leicht sauren sowie auch in alkalischen Gewässern. pH-Bereich 5,4—8,2 etwa. Zl. widerstandsfähig, auch gegen leichte Wasserverunreinigungen. — WAh, auf Schlamm an lenitischen Stellen.

68. *Cosmarium vexatum var. lacustre* Messik. (ei)

Bisher noch nicht im Gebiet festgestellt. — Scheint kalkreiches Wasser und alkalische Reaktion zu fordern. pH-Bereich etwa 7,2—8,2. — GO, auf der lenitischen Strecke oberhalb des Wehrs der Guggenmühle (Abb. 1; Ort 8).

69. *Cryptomonas erosa* Ehr. (w)

Im Gebiet verbreitet und nicht selten. — Lebt im mäßig sauren und alkalischen Bereich. Wenig empfindlich, auch gegen Verschmutzung. αm bis βm. Beste Entwicklung in eutrophem Wasser. — (!) In der Limnokrene bei Ort 15 (erläutert bei Nr. 25 dieser Liste) und in dem Tümpel (Limnokrene) bei Ort 6 (Abb. 1), vgl. Nr. 31. Auch Wgt.

70. *Cyanostylon microcystoides* Geitler (sse)

Einzige Art der Gattung, bisher nur aus dem Lunzer Gebiet (Geitler 1927). — Ich fand eine Kolonie von 120 μ × 160 μ in den Wirtelzweigen von *Batrachospermum arcuatum* Kylin, in einer Quelle in der Gauchachschlucht beim Ort 5 (Abb. 1). Die Quelle ist kaltstenotherm (7,5 °), kalkreich (13,02 DH°), eisenarm (0,06 mg/l Fe_2O_3), enthält reichlich Kohlensäure und relativ wenig Sauerstoff. Das Wasser ist sehr rein. Mein Fund ist abgebildet auf Taf. I, Nr. 7—9.

71. *Cylindrocystis brébissonii var. minor* W. & G. S. W (se)

Die Art ist im Schwarzwald ungemein häufig in allen Hochmooren, vorliegende Varietät ist dagegen bei Rabanus (1915) nicht genannt. — Scheint nur in saurem, kalkfreiem Wasser zu leben. — (!) In den Quellbächlein der Gauchach, pH 6.5.

72. *Dactylococcopsis acicularis* Lemm. (ei)

Als planktonisch in stehenden Gewässern angegeben. — In alkalischem und saurem Wasser; pH-Bereich im Gebiet etwa 6,4—8,2. — GO, Strudellöcher im Kalkfels über der Normalwassergrenze, ferner Quellbächlein der Gauchach (Orte 11 und 12). Wgt.

73. *Dactylococcopsis fascicularis* Lemm. (ei)

Planktonisch in stehenden Gewässern. — Geht in kalkreiche und in kalkfreie Wässer. — WAw an ruhigen Schlammstellen; WAh bei Bad Boll im Besatz; Nh.

74. *Dactylococcopsis raphidioides* Geitler (ei)

Auf feuchter Erde, an Mauern, im Wasser zwischen Algen oder im Plankton. — (!) In einem Brunnen bei den Quellen der Gauchach (Ort 12), vgl. Nr. 27. Wgt im leicht alkalischen Wasser.

75. *Dinobryon divergens* Imh. (h)

Im Plankton. Große ökologische Spannweite. Findet sich in stark sauren Moorblänken zuweilen massenhaft, ebenso aber in kalkhaltigen und eutrophen, alkalischen Seen. — WO, aus dem Titisee-Plankton. Verbreitet und häufig. Charakterart des Allorge/Messikommerschen Fragilarieto crotonensis — Asterionelletum gracillimae.

76. *Draparnaldia glomerata* (Vauch.) Ag. (ö)

In der Oberrheinebene im Frühjahr, im Schwarzwald ganzjährig sehr häufig und verbreitet. — Beträchtliche ökologische Spannweite, geht in stehendes und fließendes Wasser, fühlt sich im leicht sauren Bereich scheinbar am meisten wohl, scheut aber alkalische Kalkwässer nicht. Gilt als oligos., zeigt sich manchmal auch als βm. Im hellen Licht am besten entwickelt und reich verzweigt. Bevorzugt etwas erhöhten Eisengehalt. — WO; WAw, reinere Limnokrenen am Bachrand. Gesellschaftsholde Charakterart im Diatometum (Kurz/Allorge/Messikommer). Auch Wgt.

77. *Euglena viridis* Ehr. (ei)

In Gräben, Teichen, Mistpfützen usw. — Sehr große ökologische Spannweite, scheint aber neutrale bis alkalische Reaktion zu bevorzugen. Geht auch ins Salzwasser. Meso- bis polysaprob. — (!) Strudellöcher in Felsen der oberen Gauchach und Limnokrene wie Nr. 25. Auch Wgt (h).

78. *Gallionella ferruginea* Ehr. (ö)

Im Gebiet verbreitete und nicht seltene, einzellige Eisenbakterie auf langen, gewundenen Gallertstielen. — Geht in kalkhaltige und in kalkfreie Gewässer. Nach Uspenski (1927) bestes Gedeihen, wenn Temp. in °, mg/l Fe_2O_3 und pH alle den Wert 6 bis 7 annehmen. — (!) In kleinem Eisenocker-Sumpf beim Ort 4 in der Gauchachschlucht. — Massenentwicklung im alkalischen Hochrhein und Schilfbestand daselbst.

79. *Glaucocystis notochinearum* Itz. em. Geitler (se)

Im Gebiet nicht häufig. — Scheint Kalk und alkalische Reaktion zu bevorzugen. pH-Bereich an verschiedenen Fundorten zwischen 7,3 und 8,5. — WAh auf dünner Schlammbank einige kleine Entwicklungsformen.

80. *Glenodinium uliginosum* Schiller (w)

In Torfmooren als oft in ungeheurer Zahl angegeben. — Scheint saure Reaktion zu bevorzugen. — WO (aus dem Titisee-Plankton).

81. *Gloeocapsa aeruginosa* (Carm.) Kütz. (ei)

In feuchtem Moos an den Felswänden der Gauchachschlucht. Scheint Kalk und alkalische Reaktion zu ertragen. Aerophytisch.

82. *Gloeocapsa alpina* Näg. em. Brand (ei)

Angegeben für feuchte Felsen, feuchte Hölzer u. dgl. — Erträgt Kalk, hohe pH-Werte und zeitweise Trockenheit. — In der Gauchachschlucht an feuchten Partien der Kalkfelswände in Gesellschaft von *Trentepohlia aurea;* an gleicher Stelle auch öfters in Moosen zusammen mit *Nostoc microscopicum* und *Melosira roeseana.* — Auch in einer Höhle im Rheinfall auf Kalkfels.

83. *Gloeocapsa magma* (Bréb.) Geitler (w)

In kaltstenothermem Brunnen bei den Quellen der Gauchach (Ort 12), besonders am nassen Rand des Steintroges außerhalb des Wassers. Vgl. Nr. 27 dieser Liste!

84. *Gloeococcus schroeteri* (Chodat) Lemm. (w)

Allgemein verbreiteter Plankter. — pH-Bereich etwa 5,0—7,9. Geht in kalkfreie und in kalkreiche Gewässer, besonders in Seen. — WO (aus dem Titisee-Plankton). Auch Wgt. — Auch im Bodensee (Untersee) und Hochrhein häufig im Plankton. — Charakterart im Fragilarieto crotonensis — Asterionelletum gracillimae Messikommers.

85. *Gloeocystis ampla* Kütz. (w)

Als in stehenden Gewässern an Gegenständen vorkommend angegeben. — Scheint alkalische Reaktion vorzuziehen. (!) In einem Brunnen bei den Quellen der Gauchach (Ort 12); vgl. Nr. 27! — Auch Wgt. — Vielleicht katharob. — Im Federsee (Kick, 1934); im Eder-Oberlauf.

86. *Gloeotila protogenita* Kütz. (ei)

Im Wasser, auf feuchtem Boden, auf Dächern; ist weit verbreitet. (!) Am Rand und im Wasser der Limnokrene beim Ort 15 (vgl. Nr. 25!). — Auch aus Freiburg im Breisgau bekannt.

87. *Gloeotrichia pisum* (Ag.) Thur. (ei)

Für stehende, seltener fließende Gewässer, auf Wasserpflanzen, manchmal freischwimmend angegeben. An Wasserpflanzen in Torfstichen häufig. — Fühlt sich in kalkhaltigem Wasser wohl. — Qu, in ruhigen Abflüssen; in Ufertümpeln der Wutachschlucht vor Quellen.

88. *Gonatozygon kinahani* (Arch.) Rabh. (w)

Im Gebiet selten. — Scheinbar an saures Milieu gebunden. — WO und im Plankton des Titisees. — Nicht bei Rab., 1915.

89. *Gongrosira debaryana* Rabh. (ö)

Im Gebiet allgemein verbreitet und häufig. Im Schwarzwald und in der Rheinebene. — Geht in kalkfreies und kalkhaltiges Wasser, pH-Bereich ungefähr 5,5—8,0 (!). Widerstandsfähig. — WO; Qu im Abfluß; Wgt. — Ferner bekannt aus dem Titisee und aus mäßig sauren, völlig kalkfreien Mooren.

90. *Homoeothrix juliana* (Mengh.) Kirchn. (ei)

Auf Steinen und Wasserpflanzen in stehenden Gewässern, auch Thermen, angegeben. — WO (leicht sauer, kalkfrei); auch im Brunnen (Ort 12) bei den Quellen der Gauchach (vgl. Nr. 27).

91. *Hormidiopsis crenulata* (Kütz.) Heering (se)

Nur angegeben als dünne Anflüge an Buchenrinde bei Starnberg in Oberbayern bildend. — Demnach aerophytisch, schattenliebend. — (!) Einige seltene Funde dieser Form in der Gesellschaft feuchter Moose und Felsen in der Gauchachschlucht (mit *Synechococcus aeruginosus, Aphanocapsa grevillei, Chroococcus westii, Navicula contenta, Melosira roeseana* usw.). — Nicht bei Rab., 1915.

92. *Hormidium rivulare* Kütz. (w)

(!) Zwischen anderen Algen und im Moos der Limnokrene (*Mischococcus*-Tümpel) bei Ort 15.

93. *Hydrurus foetidus* Kirchner (h)

Dieser interessante, bis 40 cm lange, bäumchenförmige, reichverzweigte, knorpelige Kolonien bildende Flagellat (Chrysophycee) ist eine kaltstenotherme Montanform und im Schwarzwald häufig. Für dieses Gebiet schreibt Schmidle (1893): „Fast in jedem schnellfließenden .... Gewässer, namentlich in größeren, kommt *Hydrurus foetidus* Kirchner vor." — Innerhalb der zuträglichen Temperaturspanne (obere Existenzgrenze 16—17 °) ziemlich widerstandsfähig mit großer ökologischer Spannweite. Wird in mäßig sauren, kalkfreien wie auch in alkalischen, kalkreichen Wässern gefunden. Aus den Fundorten erschließbare pH-Grenzen 6,4 und 7,8. Gilt als katharob, jedoch erwies sich die Art in meinem Gebiet gegen vorübergehende leichte Verschmutzungen als nicht sehr empfindlich. Häufigste Form in der montanen Region meines Gebietes ist *fo. irregularis*. — WO und alle größeren Nw im Frühjahr häufig; zweites Erscheinen im Herbst (temperaturabhängig). In kaltstenothermen stärkeren Quellbächen auch ganzjährig. Aus den Alpen- und Voralpengebieten häufig auch aus stark kalkhaltigen, alkalischen Bächen angegeben. — Fehlt merkwürdigerweise während meiner ganzen Untersuchungsperiode in GS, wo die meisten bekannten ökologischen Bedingungen geboten wären, völlig. Vielleicht zu alkalisch (pH 8,2) oder zu wenig hell. [Kurz (1922) gibt jedoch an, daß *Hydrurus* den Schatten bevorzugt!] Innerhalb meines Gebietes war *Hydrurus* stets mit *Microspora amoena* vergesellschaftet. Auch letztere Alge geht anderwärts auf Kalk, fehlte aber in GS ebenfalls vollständig. — *Hydr.* ist Charakterart in Messikommers (1927) Diatometum. Fehlt in der Eder (Quelle 621 m ü. M.), ist auch nicht erwähnt aus der Mulde im Erzgebirge (Quelle 775 m ü. M.) (Schroeder 1939). Dagegen zur Zeit der Schneeschmelze z. B. in der Dreisam massenhaft bis in die Stadt Freiburg und darüber hinaus (!).

94. *Lamprocystis roseo-persicina* (Kütz.) Schroeter (w)

Verbreitete, unbewegliche, pfirsichblütenfarbige und kolonienbildende Schwefelbakterie. — Verlangt H_2S, erträgt alkalische Reaktion und Kalkgehalt. Bei Einzelvorkommen βm. — WAw und WAh vereinzelt auf Schlamm. Auch Wgt.

95. *Lemanea fluviatilis* C. Ag. (sh)

Bezeichnende Rhodophycee für alle Gebirgsbäche des Schwarzwaldes. Geht bis in das Vorland hinein (Freiburg im Breisgau!) und ist überall ± häufig. — Gedeiht in kalkhaltigem sowohl wie in extrem kalkfreiem Wasser innerhalb eines pH-Bereiches von etwa 6,3—8,2. In meinem Gebiet werden aber kalkreiche alkalische Gewässer (pH 8,2!) entschieden bevorzugt. Die Alge ist, weil sehr O_2-bedürftig, streng an strömendes Wasser gebunden und findet ihr bestes Gedeihen in schäumenden Wasserfällen und deren Gischtzonen. Niedere Temperaturen (um 10—13 °) werden bevorzugt, über 18 ° scheint überall Schädigung einzutreten. Die Alge erwies sich als sehr widerstandsfähig und sehr lebenszäh; an vielen in der Literatur bekanntgewordenen Standorten scheint sie niemals zu voller Entfaltung ihrer Möglichkeiten zu kommen und bei zu hoher Temperatur und Sauerstoffmangel nur so

dahinzukümmern, obwohl sie voll fortpflanzungsfähig bleibt und nicht zugrunde geht. Auf diesen Umstand führe ich die vielen unvollständigen Angaben in der Literatur zurück, sowohl was Vegetationsdauer als auch was Farbe und Größe betrifft. Rabanus schließt (1915) aus seinen Beobachtungen an weniger günstigen Standorten auf eine allgemeine Beendigung der Vegetationsperiode gegen Ende Juni. An den optimalen Standorten meines Gebietes (GS) dauert die Vegetationsperiode rund ¼ Jahr länger. Die in der Literatur da und dort angegebenen Maximallängen der Borsten treffen an günstigen Standorten ebenfalls nicht zu: Pascher/Schiller (1925, pg. 149) nennen 15 cm; ebenda, pg. 195, wird, gestützt auf Rabanus (1915) eine Maximallänge von 20 cm genannt und der Beginn des allmähligen Rückganges (Abbröckeln) schon in den ersten Frühling verlegt. Kolkwitz (1935) gibt sogar (pg. 199) nur eine Borstenlänge von meist gegen 10 cm an. — Die Durchschnittslänge an optimalen Standorten meines Gebietes (GS) betrug 32 cm und die gar nicht selten und bei Massenentwicklung erreichte Maximallänge sogar 41 cm; ein merkbarer Rückgang (Abbröckeln) der Borstenlänge begann erst Mitte August. Noch in der zweiten Septemberhälfte hatten die mächtigen *Lemanea*-Wiesen eine allgemeine Borstenlänge aufzuweisen, die weit größer war, als die in der Literatur angegebenen Höchstmaße. Ebenso führe ich die Farbangaben in der Literatur auf Beobachtungen an Kümmerstandorten zurück. Die Alge wird offenbar durch eine stärkere Lichtabschirmung begünstigt, wenn auch der Lichtfaktor lange nicht so tief in ihr Gedeihen eingreift, wie der Temperaturfaktor. Beim optimalen Gedeihen im Schatten der Schlucht (GS) war der gesamte riesige Bestand einheitlich freudig olivgrün bis schwarzgrün; erst um die Wende August/September treten allgemein Verfärbungen über eine Mischung von grau und zitrongelb nach dunkelbraun ein. Ich fand an meinen Optimalstandorten die in der Literatur als kennzeichnend angegebenen schwarzvioletten bis braunschwarzen Farbtöne immer nur sehr ausnahmsweise.*) Vgl. weiter S. 206 ff. in vorliegender Arbeit. — Die Alge fehlt im Hochrhein und Rheinfall, auch im Oberrhein; aus Alpenbächen und -Flüssen sind fast keine Fundorte angegeben (Pascher/Schiller, 1925). — Auch für die Mulde (Erzgebirge) (Schroeder, 1939) nicht genannt. — Dagegen reichlich vorhanden im Oberlauf der Eder (Budde, 1935). Weitere Funde in meinem Untersuchungsgebiet (Kümmerstandorte): WO und Nw.

96. *Lemanea rigida* (Sirodot) Pascher und Schiller (se)

Bislang nur aus Frankreich in schnellfließenden Bächen angegeben**) Sirodots (1872) Angaben über die Fundorte lauten (pg. 73): „Habitat: Vilaine canalisée; écluses de Bourg-des-Comptes et de la Molières. — Ruisselet du vallon de Saint-Lazare, près de Montfort. Die Vilaine ist ein kleiner Fluß, der, aus dem Sand- und Urgesteinsgebiet der Bretagne kommend, in SW-Richtung fließt und etwa 30 km nördlich der Loire in den Atlantik mündet. Montfort sur Meu liegt 20 km westlich von Rennes, also ebenfalls im genannten geologischen Gebiet. Es ist hier auf dieselben Wasserverhältnisse (kalkfrei, leicht sauer, relativ nährstoffarm) zu schließen, wie sie mein Fundort WO unterhalb

*) Vgl. dagegen Schiller (1939).

**) Wie nachträglich festgestellt, auch von Skuja 1924 in Kurland unter ähnlichen Verhältnissen gefunden. (Act. Hort. Bot. Univ. Latviensis III, 1928).

des Titisees bietet.) Ich habe an einem im Bach etwa 20 cm unter Wasser liegenden, kantigen, etwa kopfgroßen Stein zwei Borstenbüschel gefunden, von denen eines auf Taf. I, Nr. 1—6, näher veranschaulicht ist. Den Standort gibt die Textabbildung 6 wieder. Die hydrographischen Daten finden sich S. 155. Pascher/Schiller (1925) geben auf pg. 198 eine Diagnose. Hier die wichtigsten diagnostischen Feststellungen Sirodots (1872), pg. 72, denen leider auf Taf. II, Abb. 12, nur ein *Chantransia*-Vorkeim mit beginnender Borstenentwicklung und auf Taf. VIII, Abb. 86, nur kurze Borstenabschnitte mit Antheridien beigegeben sind: „Filaments fructifères („Borsten"): gros, rigides. olivâtres où jaune-verdâtres, ne noircissant pas par la dessiccation **); surmontant de longs pédicelles cylindriques simples ou rameux; tantôt simples, soit longuement flagelliformes, soit courts et fortement arqués; tantôt ramifiés. Rameaux, soit en petit nombre paraissant résulter de une, deux ou trois bifurcations inférieures, soit nombreux, et alors échelonnés tout le long de l'axe principal. Papilles anthéridifères plus ou moins régulières, verticillées par 3—7, planes, souvent confluentes, tantôt nulles en apparence, parcequ'elles ne s'élèvent pas au-dessus de la face extérieure du filament, tantôt proéminentes — Meine Form entspricht vollkommen dieser Diagnose, fühlt sich, im Gegensatz zu *Lemanea fluviatilis*, steif und etwas hart an, trotz des Heranwachsens in Wasser von etwas über 1 m/sec. Strömungsgeschwindigkeit sind die Borsten gebogen (auch im Wasser!) und behalten ihre Gestalt starr bei. Die Farbe ist ein helles Olivgrün, beim Trocknen dunkelt sie zu einem düstern Grauolive nach **), wird aber nicht schwarz. Die Auflösung der Antheridienstände in eine größere Anzahl von Feldern rings um die Scheinknoten ist aus der Taf. I (2—6) zu ersehen. Beim Einlegen in 96 %igen Alkohol klappten die Borsten dieser härteren Art seltsamerweise sofort zusammen, während Borsten der weicheren, am selben Standort wachsenden *Lem. fluviatilis* ihre Form behielten. — Das

*) Bei einer nachträglichen Untersuchung der reichen *Lemanea*-Bestände im Wagensteigbach ostwärts von Freiburg (25. 5. 42) konnte ich zum zweiten Male *Lemanea rigida* Sirdt., wenn auch in kümmerlicher Entwicklung, feststellen. Die Art saß hier in den Wasser-Abstürzen der Gefäll-Verbauungen, und zwar an deren oberem Rande, wo das Wasser zwar schon schnell stürzt, aber noch kaum schäumt. In der eigentlichen Schaumzone war dagegen auf allen Steinen massenhaft *Lemanea fluviatilis* entwickelt. Von dieser hier dünnborstigen, relativ klein bleibenden, sehr dunkel-braunoliv gefärbten Art unterscheidet sich die seltene *L. rigida* schon für das bloße Auge durch ihre meist mehr als doppelt so dicken, aber kürzeren, etwas verkrümmten Borsten, weiter durch ihre manchmal wenig hervortretenden Scheinknoten (Spermatangienstände) und durch ihre auffällig helle, zwischen zitron- und gelboliv liegende Farbe. Hier im kalkfreien Gebirgsbach, dessen höchste Sommertemperaturen um 17° liegen, ist *L. rigida* mit *Ulothrix tenuissima* und *Ceratoneis arcus* vergesellschaftet. Ob freilich Sirodots *L. rigida* eine gute Art darstellt, oder ob sie nur als Standortsmodifikation in den Formenkreis von *L. fluviatilis* zu rechnen sei, scheint mir erneuter Untersuchung bedürftig.

**) Im Bestimmungs-Schlüssel heißt es bei Sirodot (l. c.), S. 70: „Filaments fructifères d'un vert jaunâtre, olivâtre ou brunâtre, prenant une teinte plus sombre par la dessiccation. (von mir gesperrt).

auf Taf. I, 1 gezeigte Habitusbild gibt nur etwa ⅓ der Borsten wieder, aus denen das Büschel in Wirklichkeit bestand. Die Zentralachsen der Art besitzen keine Hüllfäden.

97. *Lepocinclis ovum* (Ehr.) Lemm. (w)

Für stehende Gewässer des ganzen Gebietes als verbreitet und häufig angegeben. — Lebt beiderseits des Neutralpunktes, bevorzugt aber scheinbar kalkreicheres, leicht eutrophes Wasser und gilt als katharob bis oligosaprob. — (!) Limnokrene beim Ort 6 (Abb. 1), vgl. Nr. 33. Auch Wgt. — Nicht selten in Torfstichen angegeben.

98. *Leptochaete crustacea* Borzi (ö)

Auf Steinen in fließendem Wasser, in Bächen usw. für verschiedene Länder angegeben. — Ist wahrscheinlich mehr oder weniger an Kalk gebunden; bildet an meinen Fundorten an der Basis harte Kalkkrusten. Erträgt höheren pH (bis gegen 8,0) und scheint kaltes, sehr reines Quellwasser zu bevorzugen. — Qu, auf Muschelkalkfels unter dünnem Wasserschleier.

99. *Leptochaete fonticola* Borzi (ei)

Auf Steinen in Quellen angegeben. — Sonstige Umstände bei Nr. 98. — Qu, wie Nr. 98.

100. *Leptochaete gracilis* (Hansg.) Geitler (ö)

Auf Kalksteinen in fließendem Wasser. — Scheint kühles, reines Wasser mit höherem Kalkgehalt zu bevorzugen und hohe pH-Werte bis 8,3 zu ertragen. An der Basis mit Kalk inkrustiert. — Qu: GS, unter Wasser auf anstehenden Kalkfelsen.

101. *Leptothrix crassa* Kütz. [= *L. discophora* (Schw.) Dorff] (ö)

Für eisenhaltige Wiesen- und Moorgräben, Bäche und andere Gewässer angegeben. — Bevorzugt leicht saure Reaktion, kommt aber auch noch bei Kalkgehalt und mäßig alkalischer Reaktion fort. — (!) Wiesengräben mit kleinen Sphagneten beim Ort 27. Die Art lebt gern in kühlem Wasser, geht aber auch in wärmeres.

102. *Leptothrix ochracea* Kütz. (ö)

Meist in *Closterien*-Mooren (Übergangsmooren). — Fordert Eisen, bevorzugt eine leicht saure bis neutrale Reaktion und scheut dann einen gewissen Kalkgehalt nicht. — Leitform für 2,0—3,0 mg/l Fe_2O_3 (Uspenski, 1927). — Nw und Wiesengräben im Urgesteinsbereich verbreitet. — Auch Wgt (h) an neutralen oder mäßig sauren Stellen. — In Schilfbeständen am Hochrhein: auch sonst von überall unter ähnlichen Bedingungen sehr häufig angegeben.

103. *Lithoderma fluviatile* Areschoug (w)

Auf Steinen in fließendem Wasser, in Quellen, Bächen, aber auch in größeren Flüssen (Ill, Moldau, Rhein, Donau) an tieferen Stellen. — Die meisten Fundorte zeigen kalkhaltiges und oft nicht sehr reines Wasser. Die Alge lebt auch mit *Sphaerotilus* zusammen. Sie erträgt nur ganz schwaches Licht. — Qu und WAh an der Unterseite kopfgroßer Steine.

104. *Lyngbia aerugineo-coerulea* (Kütz.) Gom. (ei)

Für stehende und fließende Gewässer, oft an faulenden Gegenständen angegeben. — Scheinbar große ökologische Spannweite. — WO.

105. *Lyngbia aestuarii* (Mert.) Liebm. (ei)

In leicht sauren und alkalischen Gewässern der verschiedensten Reinheitsgrade. — WO und Wgt, also im Gebirge und in der Ebene.

106. *Lyngbia attenuata* Fritsch (ei)

Angegeben aus Eiswasser in der Antarktis. — Ich fand eine mit der Diagnose ganz übereinstimmende Form im Januar am Ausrinn des Titisees (WO).

107. *Lyngbia lagerheimii* (Möb.) Gom. (ei)

Als planktonisch und an Wasserpflanzen in stehenden Gewässern angegeben. — WO zwischen *Myriophyllum* (Abb. 5). Geht auch in alkalische, kalkhaltige Wässer. Hier (GS) in losen Windungen die Wirtelzweige von *Batrachospermum ectocarpum* umschlingend und in deren Schleimhülle lebend, teils als Einzelfäden, teils in dünnen Bündeln. Gegen *L. mucicola* nicht klar abgrenzbar.

108. *Lyngbia martensiana* Meneghi. (ei)

In ökologisch recht verschiedenen Gewässern. — WO; GS; Nh und Limnokrene bei Ort 6 (vgl. Nr. 33). Stets vereinzelt. Auch Wgt.

109. *Lyngbia nigra* Ag. (h)

Im Spätsommer beherrschende Alge an allen lenitischen Stellen von GO, also in kühlem, kalkreichem Wasser mit pH 8,2. Die Alge tritt makroskopisch stark hervor, indem meist senkrecht im Wasser schwebende, lange Schlieren bildet, die tiefbraun gefärbt sind.

110. *Lyngbia purpurascens* (Kütz.) Hansg. (ö)

Diese winzige Form gehört der Sektion Heteroleibleinia an und ist mit einem Ende am Substrat befestigt. Für Hinweise zur Bestimmung bin ich Herrn Prof. Dr. Geitler in Wien sehr zu Dank verpflichtet. — Qu auf anstehendem Kalk unter dünnem Wasserschleier, fast immer auf den von *Chantransia incrustans* Hansgirg erzeugten Kalkkrusten.

111. *Lyngbia stagnina* Kütz. (ei)

Für stehende Gewässer angegeben. — (!) In der Limnokrene beim Ort 15; vgl. Nr. 25 dieses Verzeichnisses.

112. *Merismopedia punctata* Meyen (ö)

Bildet in stehenden Gewässern und in Felsenquellen bisweilen makroskopisch sichtbare blaugrüne Überzüge. — In kalkhaltigem, kühlem, reinem Wasser, pH = 8,2. — GO; GS; Qu; auch Strudellöchern im Kalkfels. — Auch im Hochrhein überall.

113. *Microspora amoena* (Kütz.) Rabh. (sh)

In schnellfließenden Bächen des Schwarzwaldes allgemein sehr häufig. Eine der Algen, die auch makroskopisch als lange, grüne, flutende Schlieren

Gebiet am stärksten, besonders im Frühjahr, hervortreten. — Sauerstoffbedürftig, bewegtes, kühles, aber nicht zu kaltes Wasser bevorzugend. Oft mit *Hydrurus foetidus* vergesellschaftet. Gedeiht bei leicht saurer und bei alkalischer Reaktion, scheut den Kalk nicht, bevorzugt aber (wohl wegen der Fe-Armut unserer Kalkgewässer) im Gebiet entschieden die kalkfreien Bäche der Urgesteinsregion. Nach Uspenski (1927) Leitform für 0,8—1,0 mg/l Fe_2O_3. Reinwasserform (oligosaprob). — WO und Nw überall verbreitet und sehr häufig; — Auch im Ober- und Mittellauf der Eder; größere Watten im flachen Wasser der (sauren) Talsperre Muldenberg (Erzgebirge), übrigens auch im kalkhaltigen, stehenden Wasser in Wgt, wenn auch kümmerlich! — Fehlt im Hochrhein und Rheinfall (ähnlich GS). In meinem Gebiet nur ein Massenvorkommen in alkalischem Wasser beim Austritt einer Quelle beim Ort 16 mit starker Schüttung in die Wutach; etwas kümmernd aber auch verbreitet in WAh.
Sehr interessant ist, daß an dieser letzteren Stelle die als oligosaprob geltende *M. amoena* auch noch in das verschmutzte, reichlich mit *Phormidium autumnale* besiedelte Wutachwasser geht und daß sie in WAw, in der ersten, polysaprobe und αm-Züge zeigenden Verschmutzungszone im Sommer sich in freudiger Zellvermehrung befindet, dabei dicht mit großen *Sphaerotilus*kolonien besiedelt (vgl. S. 182). Charakterart in Messikommers (aus kalkigen Wässern beschriebenem) Diatometum.

114. *Microspora floccosa* (Vauch.) Thur. (ö)

Im Schwarzwald verbreitet und häufig, auch in den Übergangsmooren; selten in der Oberrheinebene. — Scheint Kalkwässer stärker zu meiden als *M. amoena* und sich in leicht saurer Reaktion am meisten wohlzufühlen. WO (Titisee-Ausrinn); Nw; aber auch Wgt, vereinzelt.

115. *Microspora pachyderma* (Wille) Lagerh. (ei)

Im Gebiet selten; aus Schwarzwald und Rheinebene angegeben. — Scheint eine größere ökologische Spannweite als *M. amoena* zu haben, geht von Sphagnummooren bis in stark kalkige Gewässer. — WO; Abfluß einer Qu zusammen mit *M. amoena;* auch Wgt.

116. *Microspora stagnorum* (Kütz.) Lagerh. (ei)

Besonders für stehende Wässer als sehr häufig angegeben. — In Randtümpeln am Ufer der Wutach bei Stallegg (!). Auch Wgt (h).

117. *Microthamnion kützingianum* Näg. (ei)

Für stehendes und fließendes Wasser, auch auf absterbenden Pflanzen, auch in Moorwässern, mit Frühjahrsmaximum und als verbreitet angegeben. — In kalkhaltigem und kalkfreiem Wasser, ungefährer pH-Bereich 5,0—8,2, zl. widerstandsfähig. — (!) In den beiden Limnokrenen bei den Orten 6 und 15 (vgl. Nr. 25 und 33); auch Wgt. — Aus Schwarzwald und Oberrheinebene bekannt.

118. *Microthamnion strictissimum* Rabh. (w)

Gegenüber *M. kützingianum* die seltenere Art. Früher nur aus dem Ahlenmoor bei Bremen von Sphagnumblättern angegeben. — Geht vom stark sauren bis ins kalkhaltige alkalische Wasser, pH-Bereich etwa 4,0—8,0 (!) [vgl. auch Kick (1934) und Jakob (1934)]. (!) In Ufertümpeln mit reinem, stehendem

Wasser neben der Abwasserstrecke der Wutach (Orte 18, 19, 21); Limnokrene beim Ort 15 (vgl. Nr. 25). Auch Wgt. — Seit 1908 aus dem Schwarzwald, seit 1915 aus der Rheinebene bekannt.

119. *Mischococcus confervicola* Näg. (ei)

Sehr verbreitet, doch überall selten. Nach meiner Erfahrung dürfte es nicht viele Botaniker geben, welche diese Alge selbst gesehen haben. In Baden, und zwar nur in der Oberrheinebene, gefunden durch Schmidle, Askenasy-Förster und Rabanus. — Da die Form streng an alkalische Reaktion und damit an kalkhaltiges Wasser gebunden ist, fehlt sie auf dem Schwarzwald. — pH-Bereich etwa 7,2—8,8. Scheint auch oligos. bis kath. zu sein. — Ich habe 5 Exemplare (Kolonien) gefunden in der Limnokrene beim Ort 15 (Abb. 1); vgl. Nr. 25. *Mischococcus* saß hier in 3 Fällen auf *Tribonema viride*, in 2 Fällen auf einer 22 μ breiten *Mougeotia spec.*, auf der er auch schon (nach einer Mitteilung an Pascher) von Scherffel gefunden worden ist.

120. *Mougeotia parvula* Hassall (ö)

In Europa verbreitet. — Ich fand die Alge stets in kalkigem Wasser mit einem pH über 7,0. — GO an lenitischer Stelle zwischen *Lyngbia nigra*, August 1941 reichlich fruktifizierend. Auch Wgt.

121. *Mougeotia spec.*, $\varnothing$ = 8—12 μ (h)

Nur im sauren Wasser.

122. *Mougeotia spec.*, $\varnothing$ = 28—34 μ (h)

Nur im alkalischen, kalkreichen Wasser.

123. *Nostoc microscopicum* Carm. (h)

Für feuchte Erde, Moose an Felsen und in Gemeinschaft mit *Gloeocapsa alpina* und *Trentepohlia aurea* angegeben. — Die Alge erträgt in ihrer Hülle hohen Kalkgehalt und vorübergehende Austrocknung; obwohl sie zeitweise in destilliertem Wasser (Regenwasser) lebt. Ich fand sie häufig in Moosrasen und *Tretepohlia aurea*-Überzügen an feuchten Kalkfelsen der Gauchachschlucht, meist in Gemeinschaft mit *Synechococcus aeruginosus, Chroococcus westii, Melosira roeseana, Navicula contenta* u. — Auch von einer Felsenhöhle am Rheinfall angegeben.

124. *Oedogonium landsboroughii* Wittr. sec. Hirn (w)

Aus Deutschland mehrfach angegeben. — WO, im kalkfreien, leicht sauren Wasser des Titisee-Ausrinns. 1. 1. 41 fruktif.

125. *Oedogonium spec.* $\varnothing$ 16 μ (ö)

126. *Oedogonium spec.* $\varnothing$ 28 μ (ei)

127. *Oedogonium spec.* $\varnothing$ 42 μ (w)

128. *Oocardium stratum* Näg. (se)

Die Art galt früher als selten. Wallner (1935) und Jaag (1938) haben ihre weite Verbreitung dargetan; vgl. auch van Oye (1937, 1938). — Diese Desmidiacee lebt einem pH-Bereich von 7,2—8.5 etwa, da sie kalkgebunden ist

und als Tuffbildner auftritt. Sie scheint auch oligosaprob bis katharob zu sein. — Ich fand mehrmals die in dicke Gallerthüllen eingeschlossene „Wanderform" (West V, 1923, Taf. 159) an lenitischen Stellen der Wutach bei den Orten 15, 16 und 17; hier kommen von den Schluchtwänden und -Hängen überall kleine, kalkreiche Bächlein als dünne Wasserfälle herunter, in denen die Kalkröhren bildende Form der Alge leben dürfte; leider war es mir infolge meines Kriegsschadens nicht mehr möglich, dies weiter zu verfolgen. — Von Jaag in großer Menge am Hochrhein (kaum 50 km von meinen Fundplätzen entfernt) festgestellt; 1892 von Askenasy Förster bei Kleinkems (südliche Oberrheinebene, Baden) gefunden.

129. *Ophiocytium cochleare* A. Br.

In leicht saurem und alkalischem, auch leicht torfigem Wasser überall häufig und verbreitet. — Im Gebiet in Tümpeln und ruhigen Gräben.

130. *Ophiocytium maius* Näg.

Wie Nr. 129.

131. *Ophiocytium parvulum* (Perty) A. Br.

Wie Nr. 129.

132. *Oscillatoria aghardii* Gom. (w)

Als planktonisch und den Grund stehender Gewässer hautartig überziehend gegeben. — Vereinzelt in verschiedenen stehenden Wasserstellen des Gebiets. — Bei Hochproduktion βm.

133. *Oscillatoria brevis* Kütz. (w)

Für stehendes, auch salzhaltiges Wasser und den Schlamm von Seen bekannt. — GO vereinzelt an ruhigen, schlammigen Stellen. Auch Wgt.

134. *Oscillatoria limnetica* Lemm. (w)

WO (aus dem Titiseeplankton). Auch Wgt.

135. *Oscillatoria limosa* Ag. (ö)

Aus stehendem oder langsamfließendem, auch schmutzigem Wasser angegeben. — In kalkfreiem saurem und in kalkhaltigem alkalischem Bereich. αm bis βm. Mit vielen Diatomeen im etwas schwächeren Züricher Abwasser (Blöchliger usw., 1938). — An lenitischen Stellen auf Schlamm besonders WAw und WAh, aber auch sonst im Gebiet. Auch Wgt. — Im Hochrhein gelegentlich Massenentwicklung; geringer entwickelt auch leicht sauren Oberlauf der Eder.

136. *Oscillatoria princeps* Vauch. (ei)

Sammelart mit sehr großen, prächtigen Formen. Für stehende oder langsamfließende Gewässer, Bodenschlamm von Seen, sitzend oder freischwimmend angegeben. αm. Im alkalischen und sauren Bereich, große ökologische Spannweite. — (!) Wiesengräben beim Ort 27. — Am Hochrhein in einer Bucht Grunde und in schwimmenden Watten. Auch Wgt.

137. *Oscillatoria sancta* Kütz. (ei)

Sammelart, in stehenden Gewässern, festsitzend oder freischwimmend. — WAh, beim Ort 15 auf kleinen Schlammbänken an lenitischen Stellen. — In einem Altwasser des Hochrheins.

138. *Oscillatoria tenuis var. symplociformis* Hansg. (ei)

Bildet pinselförmige Büschel in fließendem Wasser (die Art gilt als αm). — WAh bei Bad Boll im Besatz (Ort 19).

139. *Pandorina morum* (Müll.) Bory (w)

In stehenden, besonders eutrophen Gewässern allgemein verbreitet und häufig. — Besitzt sehr große ökologische Spannweite, geht vom sauren bis zum alkalischen, vom reinen bis zum stark schmutzigen Gewässer. — (!) Sehr vereinzelt in den beiden Limnokrenen bei den Orten 6 und 15 (vgl. Nr. 25 und 33 dieser Liste).

140. *Penium cruciferum* (De By.) Wittr. (se)

Im Gebiet selten. — Scheint an saure und mäßig saure, kalkfreie Wässer gebunden. — (!) In den Quellbächlein der Gauchach im kalkfreien Gebiet (Orte 11 und 12). Aus Brunnen am Feldberg, oberhalb unseres Gebietes, angegeben (Rab. 1915).

141. *Penium navicula* Bréb. (ei)

In Gräben, Mooren und Teichen des Schwarzwaldes verbreitet, seltener in der Oberrheinebene, gilt als montan. Ist identisch mit *Closterium navicula* (siehe dort).

142. *Peridinium willei* Huitf. Kaas (ö)

Verbreitet und häufig. — Hat sehr große ökologische Spannweite, ist eurytroph, kommt in saurem und alkalischem Wasser gleich gut fort. — WO aus dem Titisee-Plankton. — Nicht selten auch im Plankton des Untersees (Bodensee).

143. *Phacus caudata* Hübner (w)

In stehenden Gewässern verbreitet. — Geht in leicht saure und alkalische Gewässer. Gilt als katharob—βm. — (!) In den Limnokrenen bei den Orten 6 und 15 (vgl. Nr. 25 und 33). Auch Wgt (h).

144. *Phaeodermatium* Hansgirg (ö)

Als sehr häufig, oft massenhaft für kalte, fließende Wässer angegeben. Pascher (1925) führt die Gattung im Anhang seiner Phaeophycceen-Bearbeitung ohne Differenzierung in Arten auf. — Ich sah sie vor allem vor den Einmündungen der Quellabläufe in die Bäche: WAh, GS, auch WG. Die engstens und sehr fest mit der Steinoberfläche verwachsenen, oliv-schwarzgrünen Krusten fallen auch makroskopisch sofort auf.

145. *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom. (sh)

Angegeben als in kalkhaltigen, schnellfließenden Gebirgsbächen oft sehr verbreitet. Auch atmophytisch lebend. — Die Alge hat große ökologische Spann-

weite, kommt im Gebiet in zl. saurem Wasser gleich gut fort wie in alkalischem, kalkhaltigem und ist am. — Die Form beherrscht mit ihren auffälligen, großen, graugrünen Lagern das makroskopische Bild der Strecke WAw und WAh. Vielleicht ist die Massenentwicklung hier durch den erhöhten Phosphorgehalt mitbedingt. In WAw überall vergesellschaftet mit *Sphaerotilus*. Scheint gegen jahreszeitlich bedingte Temperaturänderungen kaum empfindlich zu sein. — Die Lager zeigen eine höchst eigenartige Anpassung an die feinsten Strömungskräfte des Wassers (vgl. S. 202).

146. *Phormidium favosum* (Bory) Gom. (h)

Angegeben als meist fließende Gewässer, auch Thermen bewohnend. — Die Bestimmung dieser Art verdanke ich Herrn Prof. Dr. Geitler in Wien. — Scheint eine große Temperaturspannweite zu haben, da sie in meinem Gebiet ganz überwiegend in kaltstenothermen Quellen lebt, wo sie ein ausgesprochenes Wintermaximum zeigt (vielleicht lichtscheu?). Fühlt sich in alkalischem Kalkwasser wohl; vermag Kalkstein zu perforieren. Über die interessante Bildung großer Lager vgl. S. 205. — Am Hochrhein auf Sinterbänken, Holzpfählen, Quelltuffen häufig und über das ganze Gebiet verbreitet.

147. *Phormidium incrustatum* (Näg.) Gom. (ö)

Bildet Kalkkrusten. Für fließende und stehende Gewässer angegeben. — Scheint an Kalk gebunden zu sein. — Qu; GS. Hier meist vergesellschaftet mit *Chantransia incrustans* Hansgirg, gemeinschaftlich mit dieser harte Kalkkrusten bildend (vgl. Kann 1941).

148. *Phormidium retzii var. nigro-violacea* Wille (ei)

In fließenden Gewässern, an Steinen und dgl. — WO, sie in leicht saurem Wasser auf Geröllsteinen braune Häute bildet.

149. *Phormidium tinctorium* Kütz. (ei)

In Bächen und Flüssen, Lager büschelig flutend. — WO an Steinen und einzelne Fäden in *Fontinalis*-Büschen.

150. *Pleurocapsa minor* Hansg. em. Geitler (ei)

Als verbreitet Bergbächen an Steinen angegeben, auch in Flüssen und Teichen. — Kommt in kalkigem und kalkfreiem Wasser vor. — WO auf großen Geschiebesteinen im ruhigfließenden Wasser sitzend.

151. *Prasiola crispa* (Lightf.) Menegh. (ei)

An feuchten Gewässer-Rändern, an der Seite von kleinen Wasserfällen im Moos usw.; aerophytisch. — Verhalten im Gebiet noch zl. ungeklärt. Ausschließlich einfache Zellreihen, keine Zellflächen.

152. *Protococcus annulatus* Pascher (se)

Nur aus höheren Lagen im Schwarzwald, Riesengebirge, Böhmerwald angegeben. — Aerophil, gelegentlich auch ins Wasser gehend, montan. — (!) Am Rand (Moos) der Limnokrene bei Ort 15 (vgl. Nr. 25).

153. *Rivularia haematites* (D C.) A g. (h)

Für stehende und fließende Gewässer, auch für überrieselte Kalk- und Dolomitfelsen angegeben. — Scheint auf alkalische Reaktion und Kalk beschränkt zu sein. — GO auf große Strecken auf den Kalkfelsen im Bachbett in stärkerer Strömung. Vereinzelt auch GS. — Im Rheinfall sehr häufig. — Bildet harte Kalkinkrustationen. — Charakterart in M e s s i k o m m e r s Diatometum.

154. *Scenedesmus arcuatus* L e m m. (w)

Zl. selten, zerstreut. — In kalkhaltigem und in kalkfreiem Wasser. — (!) Wiesengraben beim Ort 27 (pH 6,4; kalkfrei). Auch Wgt.

155. *Scenedesmus denticulatus* L a g e r h. (w)

Als zerstreut angegeben. — In kalkigem und kalkfreiem Wasser. — Nw und Limnokrene beim Ort 6 (vgl. Nr. 33). — Auch (bei alkalischer Reaktion) einem Strudelloch am Rheinfall.

156. *Scenedesmus ecornis* (R a l f s) C h o d a t (ei)

Aus leicht saurem Wasser in Massenentwicklung angegeben. — (!) In leicht kalkhaltigem, kaltstenothermen Brunnen bei den Quellen der Gauchach (vgl. Nr. 27), bei neutraler Reaktion.

157. *Scenedesmus quadricauda* (T u r p.) B r é b. (ei)

Allgemein häufig und verbreitet. — Hier in kleinen Tümpeln und ruhigen Limnokrenen überall. — Im Untersee(Bodensee)-Plankton, im Faulschlamm bei Neuhausen (Rheinfall), einem Strudelloch am Rheinfall. βm.

158. *Sphaerotilus natans* K ü t z. (sh)

Dieser makroskopisch sehr auffällige „Abwasserpilz" ist eine Chlamydobakterie, deren Fäden mehrere Zentimeter lange flutende Büschel bilden und die bei Massenentwicklung makroskopisch stark auffällt. — In gesundem, frischwüchsigem Zustand weiß, sonst durch anklebenden Schmutz grau bis braun. Ist zl. temperaturunempfindlich (auch im Winter starkes Wachstum), verlangt viel O_2 und deshalb ein gewisses Maß von Wasserbewegung und ist in weiten Grenzen gegen pH-Änderungen unempfindlich. Erst bei pH 11,0 etwa (durch künstliche Kalkung mit CaO) tritt Zerstörung ein. Ist polys.—α-mesosaprob, ist aber nicht selbst Fäulniserreger. Guter Indikator für organische Verschmutzung, besonders typisch für Sulfitzellulose-Abwässer. WAw in der unmittelbaren Abwasserzone Massenentwicklung; WAh abnehmend, aber immer noch (sh) bis (h). Auch im Hochrhein.

159. *Sphaerotilus roseus* Z o p f (h)

Eine im frischwüchsigen Zustand rosenrote Abart, sonst Nr. 158. Auch gleiches Vorkommen im Gebiet.

160. *Spirochaete plicatilis* E h r.

Lange, vielfach gewundene, lebhaft bewegliche *Spirochaete;* im H_2S-haltigen Faulschlamm verbreitet. — WAw und WAh überall an lenitischen Stellen Faulschlamm. Auch Wgt.

161. *Spirogyra bellis* (Hass.) Cleve (ö)

Zl. verbreitet und nicht selten. — Besitzt große ökologische Spannweite, ist gegen pH-Änderungen und gegen Änderungen der Eisenkonzentration sehr unempfindlich (Uspenski, 1927). Im kalkigen und kalkfreien Wasser. βm. — WO.

162. *Spirogyra pseudovarians* Czurda (h)

1930 neu aufgestellte Art. — (!) Limnokrene beim Ort 6 (vgl. Nr. 33). Frukt. Mai 1941.

163. *Spirogyra spec.*, $\varnothing = 24\ \mu$

Häufig, verbreitet.

164. *Spirogyra spec.*, $\varnothing = 30\ \mu$

Häufig, verbreitet.

165. *Staurastrum muticum* Bréb. (ei)

Im Gebiet verbreitet und häufig, sowohl in der Oberrheinebene wie im Schwarzwald. — Hat große ökologische Spannweite, geht in kalkhaltige alkalische und kalkfreie saure sowie in humusreiche Wässer. pH-Bereich 4,7—8,0 (!). — (!) In Limnokrenen und Ufertümpeln im ganzen Gebiet. — Auch Wgt.

166. *Staurastrum orbiculare* Ralfs (w)

Zl. verbreitet und häufig im ganzen Gebiet, aus Schwarzwald und Rheinebene bekannt. — Große ökologische Spannweite, großer ph-Bereich (4,8—8,0!), in kalkigem und kalkfreiem Wasser, häufig in humosen Moorwässern. — Limnokrenen und Ufertümpel, auch WAh. — Von Rab. 1915 schon für die Wutach angegeben. Auch Wgt.

167. *Staurastrum polytrichum* Perty (w)

Aus Schwarzwald und Oberrheinebene bekannt, aber fast nur in kalkfreien Gebieten gefunden. — Bekannter pH-Bereich 5,5—7,5. Verträgt etwas Kalk. — WO; auch im Titisee-Plankton; auch WAh, aber im Seston hierher verschlagen! — Von Rab. 1915 oberhalb unseres Untersuchungsgebietes Titisee und Bärental gefunden.

168. *Staurastrum punctulatum* Bréb. (ei)

Ebenfalls aus Schwarzwald und Oberrheinebene fast gleichmäßig bekannt. — Sehr große ökologische Spannweite, pH-Bereich 4,5—8,2 (!). Geht von Sphagnumgewässern bis in stark kalkhaltige Flachmoore. — Nw; Nh; Orte 11 und 12, Quellbäche der Gauchach; Ort 27, Wiesengräben und Ufertümpel der WAh-Strecke. — Von Rab. 1915 schon in der Wutach gefunden.

169. *Stigeoclonium amoenum* Kütz. (w)

WAw; Nr. 171.

170. *Stigeoclonium nudiusculum* Kütz. (w)

Als im Gebiet zerstreut angegeben. — Wohl zl. widerstandsfähig mit großer ökologischer Spannweite. — WO, gleich unterhalb des Titisees auf Steinen Wasser; Limnokrene beim Ort 15 (vgl. Nr. 25).

171. *Stigeoclonium tenue* Kütz. (ö)

Diese Sammelart gehört zu den gemeinsten Algen. — Großer pH-Bereich, etwa 6,4—8,0. Gegen Verschmutzung widerstandsfähig, nur gegen H_2S etwas empfindlicher (Erträglichkeitsgrenze nach Schroeder etwa 0,2 mg/l H_2S). — WO; WAw oberhalb Stallegg; Limnokrene beim Ort 15 (vgl. Nr. 25). Gesellschaftshold im Diatometum Messikommers (1927). αm—βm. Auch Wgt.

172. *Synechococcus aeruginosus* Näg. (h)

Diese schöne Blaualge mit ihren großen Einzelzellen ist aerophytisch und im Gebiet verbreitet und zl. häufig. — Sehr große Widerstandsfähigkeit und sehr große ökologische Spannweite. Kommt in sauern Moorwässern und in kalkhaltigen alkalischen Wässern vor. Nach den Fundorten geschätzter pH-Bereich etwa 5,4—8,0. Zl. unempfindlich gegen Austrocknung. — (!) Überall in den Schluchten in Moosrasen an feuchten Felswänden in Gesellschaft von *Nostoc microscopicum, Aphanocapsa grevillei, Gloeocapsa alpina, Melosira roeseana, Navicula contenta, Hantzschia amphioxys* u. a.

173. *Tetraspora lubrica* (Roth) Ag. (ö)

Für stehende Gewässer angegeben. Reinwasserform (katharob). — Limnokrenen am Ufer bei Stallegg (Ort 22/23). Besonders im Frühjahr (!). — In Oberrheinebene und Schwarzwald öfters gefunden. Auch im *Mischococcus*-Tümpel.

174. *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein (w)

Angegeben als in stehenden Gewässern und im Plankton verbreitet. — Scheint eine große ökologische Spannweite zu haben, vor allem in saurem und alkalischem Milieu zu gedeihen. Gilt als katharob—mesosaprob. — Limnokrenen bei den Orten 6 und 15 (vgl. Nr. 25 und 33); Wiesengräben beim Ort 27. Auch Wgt (sh).

175. *Trachelomonas hispida var. coronata* Lemm. (ei)

Gleich wie die Art (Nr. 174).

176. *Trachelomonas sowerbii* Skvorzov fo. (se)

Im Gebiet selten. — (!) In der Limnokrene Ort 6 (vgl. Nr. 33).

177. *Trachelomonas volvocina* Ehr. (ei)

Im Gebiet, besonders eutrophen, etwas kalkhaltigen Gewässern der Oberrheinebene, sehr häufig und verbreitet. — Große ökologische Spannweite; erträgt viel Fe; katharob; bei Hochproduktion βm. — Limnokrenen und Tümpel (!). Wgt (sh).

178. *Trentepohlia aurea* (L.) Martius (sh)

In Oberrheinebene und Schwarzwald allgemein verbreitet und zl. häufig. — Eine der ökologisch merkwürdigsten Algen überhaupt. Riesige ökologische Spannweite. Sie erträgt an ihren Standorten Temperaturschwankungen zwischen mindestens $+60°$ und $-30°$ ohne Schädigung, da sie an den heißesten Lößwänden des Kaiserstuhls (wärmstes Gebiet nördlich der Alpen!) ebensowenig zugrunde geht wie im härtesten Frost an den Felsen der Wutach- und Gauchach-

schlucht. — Absolut widerstandsfähig gegen Austrocknung. Großer pH-Bereich von etwa 6,4 bis gegen 9,0. — (!) An den Felswänden der Schluchten verbreitet und häufig. — In der Kalkgegend des Rheinfalls an nassen und trockenen Standorten. — An zerfallenden Torfwänden in Torfstichen (Messik., 1927). Die makroskopisch schon von weitem erkennbare Farbe meiner *Trentepohlia aurea*-Bestände ist stets eine schöne Mischung von Orange und hellem Ziegelrot. (!) Häufig auch auf Urgestein in allen Tälern der Nw. — In den Schluchten auch schon von Rab. 1915 gefunden.

179. *Trentepohlia umbrina* (Kütz.) Bornet (h)

Angegeben für die Rinde von Laubhölzern, für Bretter und anderes Holzwerk: selten für Felsen oder die Rinde von Nadelhölzern. — Besitzt eine weniger große, aber immer noch ansehnliche ökologische Spannweite, verglichen mit *Tr. aurea*. Rabanus (1915) kennt *Tr. umbrina* nur von Bäumen und Holzwerk im Gebiet. — Meine Fundorte in den Schluchten liegen hauptsächlich auf schattigen Kalkfelswänden; sehr oft bildet die Alge gemeinsame Bestände mit *Tr. aurea*. — Nach den obigen Angaben dürfte dieser Tatbestand eine Seltenheit darstellen. — Für den Hochrhein auch nur längs der Stromstrecke auf Baumrinde angegeben. — Meine Bestände zeigen makroskopisch ein dunkles Ziegelrot.

180. *Tribonema affine* G. S. W (h)

Im Gebiet verbreitet und häufig. — Großer pH-Bereich (etwa 4,8—7,8), geht wohl auch in kalkhaltige Wässer, fühlt sich aber wohler in Wässern von mehr oder weniger stark saurer Reaktion. Eisenfest. Dürfte βm sein. Mehr in stehenden als strömenden Gewässern; wie auch die anderen Vertreter der Gattung nicht übermäßig O_2-bedürftig. Zeigt in den ökologischen Ansprüchen Verwandtschaft mit *Microspora floccosa*, mit der sie oft vergesellschaftet vorkommt. — (!) Hauptsächlich in einem kleinen Eisenockersumpf mit *Gallionella ferruginea* zusammen beim Ort 3, etwas abwärts am linken Ufer der Gauchach; auch WO. vereinzelt; auch Nw, vereinzelt an lenitischen Stellen. [Die ökologischen Angaben entstammen zum Teil der Bearbeitung der Gattung durch Hawlitschka (1932) und gelten mehr oder weniger für alle hier aufgeführten Arten.] — Vom Hochrhein und Rheinfall ist keine *Tribonema spec.* aufgeführt.

181. *Tribonema minus* G. S. W (ö)

In stehenden kleinen Wasserstellen. — Ökologisches Verhalten wie bei Nr. 180. — (!) Verschiedene Ufertümpel und die Limnokrenen bei den Orten 6 und 15 (vgl. Nr. 25 und 33). — Hawlitschka (1932) hält die Art nur für eine durch Außenbedingungen bewirkte Modifikation und möchte sie mit der obigen vereinigt sehen.

182. *Tribonema monochloron* Pasch. u. Geitler (ei)

Verbreitet und nicht selten. — Ökologische Bedingungen siehe Nr. 180. — In Ufertümpeln (Limnokrenen) auf der fast kalkfreien Strecke WA bei Ort 22 (!). Auch Wgt.

183. *Tribonema viride* Pascher (h)

Verbreitet und häufig Gebiet in ruhigem Wasser, besonders in kleineren Wasserstellen. — Ökologische Bedingungen ähnlich wie bei Nr. 180. — GS, in

einem langsamen Quellauslauf; in Ufertümpeln; in der Limnokrene beim Ort 15 (h), vgl. Nr. 25; in einem Brunnen bei den Quellen der Gauchach (Ort 12), vgl. Nr. 27; in einem kleinen Eisenockersumpf mit *Gallionella ferruginea* beim Ort 3, etwas abwärts am linken Gauchachufer (vereinzelt).

184. *Ulothrix aequalis* Kütz. (ei)

Für fließendes, seltener stehendes Wasser angegeben. — Liebt kühles Wasser und ist O_2-bedürftig, geht aber in saure und alkalische Gewässer. Gegen Verschmutzung scheinbar nicht sehr empfindlich. — Im Gebiet und ganz Baden scheinbar nicht häufig. — WAh, an Steinen langsamer Strömung an der Einmündung einer starken Quelle (Ort 16).

185. *Ulothrix moniliformis* Kütz. (ei)

In Baden nur von Eimeldingen in der südlichen Oberrheinebene genannt. — Scheint das geringste O_2-Bedürfnis der Gattung zu haben. Geht in stehende Wässer, in Tümpel, Sümpfe und Moore. (!) Stagnierende Wiesengräben, sauer, beim Ort 27.

186. *Ulothrix tenerrima* Kütz. (ö)

Im Gebiet nicht selten. — Mittleres Sauerstoffbedürfnis. Gedeiht in leicht sauren Wässern und bei kühler Temperatur offenbar am besten. — WO im Frühsommer reichlich. — Von Rab. 1915 im Titisee gefunden. — Im Hochrhein und Rheinfall ist kein Vertreter der Gattung *Ulothrix* angegeben.

187. *Ulothrix tenuissima* Kütz. (ö)

Als in Gebirgen häufiger angegeben, aber bei Rab. 1915 für den Schwarzwald noch nicht genannt. — Starkes Sauerstoffbedürfnis, bevorzugt oder verlangt stärkere Strömung und niedrige Temperatur. — (!) In sattgrünen Gehängen an Steinen in Nw, nicht selten. Im Kalkgebiet nicht gefunden.

188. *Ulothrix zonata* Kütz. (ö)

In Baden überall verbreitet und meist häufig. — Braucht viel Sauerstoff und wird daher nur in fließendem Wasser gefunden. Bevorzugt niedrige und wenig schwankende Temperatur. Reichlich in kalkfreiem, mäßig saurem Wasser, aber auch in kalkhaltigen Wässern. — WO, nicht häufig; WAh, an der Einmündung eines starken Quellablaufes. Die Alge gilt als nicht sehr empfindlich gegen leichtere Verschmutzung (oligos. bis βm).

189. *Uronema confervicolum* Lagerh. (se)

Von Rabanus (1915) für Baden nicht erwähnt. — WO im Titisee-Ausrinn in 3 Exemplaren. — Steht *Ulothrix* nahe.

190. *Vaucheria sessilis* DC. fo. *genuina* Hansgirg (sh)

Für Baden bei Rab. 1915 nur von Oos und Sinzheim (Schmidle) als häufig genannt, scheint aber dem Schwarzwald zu fehlen. — Bildet in stehendem Wasser große, freischwimmende Watten (Wgt!), geht aber auch ins fließende Wasser. Bevorzugt vielleicht alkalische Reaktion und Kalk. — GS massenhaft; GO öfters; alle Nh zum Teil massenhaft, besonders in den kleinen Wasser-

fällen zu den Schluchten. Wahrscheinlich auch WO, dort aber nicht bestimmbar, weil nicht fruktifizierend angetroffen. — fo. *genuina* ist für Hochrhein und Rheinfall nicht genannt.

191. *Vaucheria sessilis* DC. fo. *clavata* (Klebs) Heering (sh)

Bildet in schnellfließendem Wasser dicke, kurze, geschorene Polster. — Von Rab. 1915 nur für das Kalkgebiet der südlichen Oberrheinebene genannt, nicht aber für den Schwarzwald. — Bevorzugt vielleicht Kalk. GS massenhaft, stark das makroskopische Bachbild während des Sommers bestimmend. Sitzt hier an Stellen immer noch starker, aber relativ schwächerer Strömung in Konkurrenz mit *Cladophora*. Die lotischsten Stellen sind von *Lemanea* besetzt. Diese *Vaucheria clavata*-Rasen häufen in ihrem Innern reichlich feinsten Kalkschlamm an, der sich allmählich verfestigt *), und wachsen so zu großen Polstern und Kissen heran, die ziemlich hart werden und die man als Ganzes abheben kann.

192. *Vaucheria sessilis* DC. fo. *repens* (Hass.) Hansgirg (h)

Auch diese Form bildet im fließenden Wasser dicke, polsterförmige Rasen, oft in Gemeinschaft mit der vorigen. Geht auch am Rand auf feuchte Felsen in der Spritzzone und vegetiert dort in dünneren Schichten. — Sie ist aus der Gegend von Wyhlen, Oberbaden, westliches Ende des Hochrheins, einem Kalkgebiet, und aus der kalkfreien Ravennaschlucht östlich von Freiburg bekannt, besitzt also eine größere ökologische Spannweite. — Neuerdings auch von Jaag im Rheinfall gefunden. — GS häufig. Auch verschiedentlich Nh. Beste vegetative Entwicklung im Hoch- und Spätsommer.

193. *Vaucheria terrestris* (Lyngleye) em. Walz (h)

Diese Art ist von verschiedenen Stellen in der Oberrheinebene, vom Bodenseegebiet und von Fundorten im westlichen Hochschwarzwald bekannt. — Scheint also auch in kalkhaltiges und kalkfreies Wasser zu gehen. — In der Gauchachschlucht bildet sie überall in der Umgebung von Quellen, soweit die Felsen feucht sind, ebenso neben Katarakten, soweit die Steinwände durch den Gischt feucht gehalten werden, große, oft meterweit sich hinziehende, gekröseförmige Massen und trägt so wesentlich zum makroskopischen Bild der Algenvegetation dieser Schlucht bei.

194. *Vaucheria spec.* et *spec.* (sh)

Unter den ungeheuren *Vaucheria*-Massen vor allem der Gauchachschlucht sind mit Sicherheit noch weitere Arten und Formen zu erwarten, welche, weil sie nicht fruktifizierend angetroffen wurden und auch in der Kultur nicht dazu zu bringen waren, während meiner Arbeitsperiode sich nicht bestimmen ließen.

---

*) In der Umgebung von Jena sind Kalktuffe bekannt geworden, die durch *Vaucheria*-Rasen gebildet worden sind; auch Gams fand solche im Stockgrund bei Lunz. (Vgl. Brehm, 1930, pg. 173.)

B. Diatomeen

Für die Beurteilung des Vorkommens, der Verbreitung und der ökologischen Bedürfnisse bei den Diatomeen in Baden und in meinem engeren Untersuchungsgebiet fällt eine Reihe von Arbeiten aus, die dem ersten Teil dieses Verzeichnisses hatten mit zugrunde gelegt werden können. Vor allem sind die Diatomeen nicht bearbeitet worden bei Schmidle (1893), Rabanus (1915) und Wehrle (1927). — Die Bemerkungen zu den einzelnen Arten werden also hier kürzer und leider auch von geringerem diagnostischem Wert sein müssen.

1. *Achnanthes affinis* Grun. (ei)

Angegeben als zl. selten unter anderen Arten, aber überall verbreitet. — pH 3,0—8,5, zl. giftfest, αm, Wintermaximum. — Qu; Wgt.

2. *Achnanthes biasolettiana* Kütz. (ei)

Angegeben als zerstreut von der Ebene bis ins Gebirge. — Auch in Torfstichen. — Qu; Nh; im Steinbesatz. Auch Wgt.

3. *Achnanthes clevei* Grun. (ei)

Häufig in eutrophen Seen (vorwiegend Norddeutschland), aber auch in langsamfließenden Gewässern nicht selten. — Qu, langsame Abläufe; auch Wgt. Scheint große ökologische Spannweite zu haben; wurde vereinzelt auf Schlamm Sulfitzellulose-Abwasser gefunden. Gilt als nordische Art; (Messikommer nennt für die Schweiz nur 3 Fundorte). Im schwach alkalischen Mittellauf der Eder.

4. *Achnanthes exigua* Grun. (w)

Angegeben als in Wässern aller Arten verbreitet und nicht selten. — WAh, im reineren unteren Abschnitt, Schlamm und Besatz. Auch Wgt.

5. *Achnanthes lanceolata* Bréb. (sh)

Angegeben als sehr verbreitet in Wässern aller Art, mit Vorliebe in Bächen und Quellen; Grunddiatomee in Seen und tieferen Torfstichen. — Sehr widerstandsfähig, giftfest, pH 6,9—8,5, vor allem aber im alkalischen Wasser. — (!) An allen nur denkbaren Standorten, auch der Abwasserzone gesund und reichlich, WAw und WAh. Häufigste und verbreitetste Bacillariacee meines Gebietes. Auch Wgt (h), jedoch in relativ viel geringerer Menge. — Auch im Hochrhein. Auch im ganzen Ederlauf.

6. *Achnanthes lanceolata* var. *elliptica* Cleve (se)

Nordisch-alpin. — Scheint zl. widerstandsfähig, Schroeder fand sie in zl. verschmutztem Wasser mit *Sphaerotilus* und *Oscillatoria limosa*. Messikommer gibt var. *elliptica* Bréb. als häufige Grunddiatomee in Seen und tiefen Torfstichen an. — GS; Qu; Limnokrene beim Ort 6. Auch Wgt. Vgl. Taf. II, 1.

7. *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Hust. (w)

Bevorzugt ruhige Wässer. — Qu, ruhiger Ablauf; Nh; auch Wgt.

8. *Achnanthes linearis* W Smith (ö)

Vorwiegend montane Form. — Im Gebiet nur im alkalischen, kalkhaltigen Bereich, von Schroeder aber auch bei pH 4,0—5,0 gefunden. — Qu; GS; Nh. Auch Wgt. Vgl. Taf. II, 3.

9. *Achnanthes minutissima* Kütz. (h)

Für ganz Deutschland als sehr gemein angegeben. — Nach Verbreitung und Häufigkeit im Gebiet steht die Form an siebenter Stelle. Sehr widerstandsfähig, großer pH-Bereich. Fehlt fast nirgends (!), auch Wgt. — Auch im Rheinfall.

10. *Achnanthes minutissima* var. *cryptocephala* Grun. (h)

Wie die Art und fast ebensohäufig.

11. *Achnanthes peragallii* Brun und Héribaud (sse)

In Deutschland als sehr selten angegeben, häufiger in nordischen Gebieten. — Wohl nordisch-alpin. — Vgl. Taf. II, 2. Im ganzen 3 Funde: 1. WA bei Ort 21 auf Schlamm; 2. WA bei Ort 15 in einer dünnen Schlammschicht, die einen großen Geröllstein überzog; Nw (Joosbach), in der Nähe des Orts 29, in humosem, lockerem Schlamm am Gleithang.

12. *Amphipleura pellucida* Kütz. (ö)

Als in Deutschland verbreitet und häufig bezeichnet. — Großer pH-Bereich, in kalkigem und kalkfreiem Wasser, im Gebirge und in der Ebene, auch in eisen- und humusreichem Wasser. Oligos. bis βm. — Qu; GO; GS; WO; Nw; Nh; auch Wgt. — Auch im Hochrhein, zum Teil auf Faulschlamm.

13. *Amphora normani* Rabh. (ei)

Vorwiegend montan (Taf. II, 21). Besonders an überrieselten Moosen häufig und verbreitet. — Qu, auf den feuchten Felsen in deren Umkreis. Erträgt Kalk und hohen pH und zl. viel Eisen. Auch Wgt.

14. *Amphora ovalis* Kütz. (ö)

Als verbreitet und häufig angegeben, größere Formen besonders im Detritus des Litorals. — Auch in Torfstichen. — Schroeder hat die Form nie bei saurer Reaktion gefunden. Sie geht auch im Gebiet nur in kalkiges Wasser mit hohem pH. — Qu; GS; GO; Nh; WAh; ferner Limnokrenen, Tümpel, Brunnen u. mit kalkhaltigem Wasser; auch Wgt. — Auch im Hochrhein häufig. — βm.

15. *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz. (ö)

Verbreitung im Untersuchungsgebiet wie bei der Art, geht aber auch in saures Wasser.

16. *Amphora perpusilla* Grun. (ei)

Als Süßwasser überall verbreitet angegeben. — Qu; WAw; WAh; auch Wgt. — Sicher oft übersehen! — Gesellschaftstreue Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum. Nur auf Kalk?

17. *Caloneis bacillum* (Grun.) Mereschk. (ei)

Als verbreitet, jedoch vereinzelt angegeben. — Qu; GS; WO; Limnokrene bei Ort 15: beschatteter, kühler, humoser, kalkiger Tümpel mit viel Moosen, pH 7,2—7,8; enthält *Mischococcus confervicola*.

18. *Caloneis silicula* (Ehr.) Cleve (ei)

Angegeben als verbreitet in Gewässern aller Art. — Großer pH-Bereich, geht in kalkige und kalkfreie Wässer. — Nw; Nh; GO; Qu; WO; Limnokrene bei Ort 6: langsamsickernder, kalkiger Wasserzufluß, zeitweise Erwärmung bis über 20° pH bis 8,5, infolge starker Besiedelung durch große Algenwatten oft O_2-Übersättigung, starker Humusgehalt, Wasser gelblich. — Auch im Hochrhein, zum Teil auf Faulschlamm. — Auch Wgt.

19. *Caloneis silicula* var. *alpina* Cleve (se)

Fürs Hochgebirge als häufig genannt. — Nw bei Ort 26. Montan.

20. *Caloneis silicula* var. *truncatula* Grun. (ei)

Überall unter der Art.

21. *Campylodiscus noricus* var. *hibernica* (Ehr.) Grun. (w)

Angegeben als verbreitet und häufig, besonders im Grundschlamm von Seen. — Schroeder findet ihn im eisenreichen Bachschlamm neutraler, chloridreicher Wässer besonders oft. — Budde gibt pH-Bereich über 7 an. Meidet vielleicht saure Reaktion! — GS, an wenigen lenitischen Stellen auf Schlamm und im Seston. — Art im Plankton des Untersees (Bodensee) und in einer Bucht des Hochrheins.

22. *Ceratoneis arcus* Kütz. (sh)

Für Quellen und Bäche der Gebirge als oft massenhaft angegeben, auch sonst in fließenden Gewässern verbreitet und häufig. — Vorwiegend montan. (Taf. II, 9.) — Im schwach sauren und alkalischen Milieu. Mäßig empfindlich. Gilt als katharob. — O_2-bedürftig; meidet stehende Gewässer. Begleiter Messikommers Diatometum. — WO; Nw; Nh; WAw (mit deutlichem Rückgang); WAh (wenige); GS; Qu (wenig). Scheint demnach kalkfreies Wasser zu bevorzugen, obwohl auch im Kalkwasser noch gute Entwicklung: Massenvorkommen hauptsächlich WO und Nw. Auch im Eder-Oberlauf. Nicht in Wgt und im Hochrhein und Rheinfall. Bei Schroeder (Mulde) Leitform des Oberlaufs.

23. *Ceratoneis arcus* var. *amphioxys* Rabh. (h)

Varietät gegen die Art durch allmähliche Übergänge verbunden. Während in WO (Reinwasser) die var. kaum zu beobachten ist, überwiegt sie vom Beginn der Abwasserzone WAw ab bei weitem. Es kommen häufig besonders gedrungene und großkopfige Exemplare vor; viele zeigen groteske Schalenverbiegungen. Es liegt die Vermutung nahe, daß hier die var. überhaupt nur eine Kümmerform darstellt.

24. *Cocconeis diminuta* Pant. (ei)

Angegeben als weit verbreitet in Teichen, Seen und ruhigen Flüssen. — ph-Bereich etwa 6,9—8,4; im Gebiet auf Kalkwässer beschränkt. Zl. widerstandsfähig. Wintermaximum. Auch bei Schroeder nur für alkalische Reaktion angegeben. — GS; Qu; GO; Nh; WAh.

25. *Cocconeis pediculus* Ehr. (sh)

In Wässern aller Art verbreitet und häufig. — Im mäßig sauren und alkalischen Bereich, scheint sich aber in letzterem wohler zu fühlen. Widerstandsfähig, βm. Scheint höhere Fe-Konzentrationen zu meiden. — Gehört in meinem Gebiet zu den häufigsten Arten. Regelmäßiger Epiphyt auf *Cladophora*. GS; alle Nh; WAh; Qu; GO; vereinzelt auch manchmal im leicht sauren Gebiet. — Vereinzelt im Hochrhein. Im Gebiet der Mulde selten. Wgt. Hält sich gut starker Strömung und scheint alkalische Reaktion zu bevorzugen.

26. *Cocconeis placentula* Ehr. (ö)

Angegeben als sehr gemein im ganzen Gebiet. — Vorwiegend im alkalischen. kalkhaltigen Wasser, geht aber auch in den leicht sauren Bereich. — GS; GO; WAw; WAh; Nw; Nh; Qu; WO; auch Wgt. — Im Hochrhein sehr häufig. Ist widerstandsfähig auch gegen Verunreinigungen. Epiphyt.

27. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cleve (ö)

Wie die Art.

28. *Cocconeis placentula* var. *klinoraphis* Geitler (ei)

Wie die Art.

29. *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehr.) Cleve (ei)

Wie die Art.

30. *Coscinodiscus lacustris* Grun. (w)

Angegeben als nicht selten im Süßwasser. — GO; GS; im Gebiet spärlich. Wgt.

31. *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig. — WO und Titisee-Plankton. — Wgt. — Auch Hochrhein- und Bodensee-Plankton. Also im leicht sauren und alkalischen Bereich. βm. Charakterf. Messik. Fragil. crotonensis — Asterionelletum gracillimae.

32. *Cyclotella kützingiana* var. *radiosa* Fricke (ei)

Verbreitet und häufig, soll Waldseen (Humus? Schatten?) bevorzugen. — Vermutlicher pH-Bereich 6,5—8,5. — WO und Titiseeplankton. — Art auch im Hochrhein, auch Wgt.

33. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (ei)

Angegeben als in stehenden und fließenden Wässern verbreitet und häufig. — In kalkfreien und kalkigen Wässern, pH-Bereich etwa 6,5—8,5. Im Kalkwasser scheinbar besser gedeihend. Bei Schroeder (Mulde) nur im alkalischen Gebiet und Leitform des Oberlaufs. Widerstandsfähig gegen Verschmutzung. αm. — Titiseeplankton, WO; WAw; WAh; WG; (Leitform im Wutachlauf). Nh. Auch Hochrhein. Auch Wgt.

34. *Cyclotella stelligera* Cl. u. Grun. (ö)

Meist im Schlamm. — Widerstandsfähig; im sauren und alkalischen Gebiet. beste Entwicklung bei pH um 7,5, meist vereinzelt. — WO; Nh; Qu; WAw und WAh; Nw. Auch Wgt. Auch Hochrhein.

35. *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith (ö)

Angegeben als verbreitet und häufig. — Hauptsächlich im Kalkgebiet, pH-Bereich etwa 7,0—8,3 (!), widerstandsfähig, selbst noch im Faulschlamm, βm. — GO; GS; Qu; Nh. Auch Hochrhein. Gesellschaftsholde Charakterart Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

36. *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Smith (h)

Verbreitet und häufig. — Widerstandsfähig, scheint Kalk zu bevorzugen, pH-Bereich 7,0—8,5 (!) (ähnlich auch Budde), meist in ruhigerem Wasser. Erträgt reichlich Eisen. Bei Schroeder (Mulde) Leitform im alkalischen Gebiet, βm. — GO; GS; Qu; Nh; auch Wgt. — Reichlich im Hochrhein.

37. *Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs (w)

Bei der Art; nur Qu.

Gattung *Cymbella*

Fast alle *Cymbella*-Arten sind allgemein verbreitet, zum Teil sehr häufig und βm. Für diese Gattung sind in der Literatur vielfache Bestimmungsirrtümer zu vermuten.

38. *Cymbella aequalis* W. Smith

pH-Bereich über 7,0, vorwiegend montan (Taf. II, 4). (!) Limnokrene beim Ort 15 (vgl. Nr. 17 dieser Liste).

39. *Cymbella affinis* Kütz. (ö)

40. *Cymbella alpina* Grun. (ö)

Angegeben als zl. verbreitet und nicht selten im Alpengebiet und den Vorländern an überrieselten Felsen, auch in der Tatra. — (Taf. II, 5.) — (!) Beim Ort 16 an den nassen Felsen über einer Quelle zl. häufig; Qu in der Gauchachschlucht, an nassen Steinen; einmal auch auf feuchten Steinen in einem zerfallenden, fast leeren Mühlkanal beim Ort 29. Dies ist der einzige Fundort im leicht sauren Bereich, die anderen Fundorte sind kalkreich und weisen pH-Werte zwischen 7,4 und 8,5 auf.

41. *Cymbella amphicephala* Näg. (ö)

In meinem Gebiet verbreitet.

42. *Cymbella aspera* (Ehr.) Cleve (ö)

Geht auch in stärkere Abwässer. Auch Wgt. In meinem Gebiet verbreitet.

43. *Cymbella austriaca* Grun. (ö)

Vorwiegend montan (Taf. II, 8). In leicht saurem und alkalischem Bereich, GS und nasser Kanal einer zerfallenen Mühle bei Ort 29 (leicht sauer).

44. *Cymbella cesati* (Rabh.) Grun. (h)

Montan, Fundstellen wie Nr. 43.

45. *Cymbella cistula* (Hempr.) Grun. (h)

Gesellschaftshold in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum. Auch Wgt. In meinem Gebiet verbreitet.

46. *Cymbella cymbiformis* (A g. ? K ü t z.) v. H e u r c k (h)

Auch Wgt. In meinem Gebiet verbreitet.

47. *Cymbella gracilis* (R a b h.) C l e v e (ei)

Gilt als m o n t a n. (Taf. II, 10.) M e s s i k o m m e r bezweifelt den montanen Charakter. Flieht den Kalk, ist an saure Reaktion gebunden, geht auch in Sphagneten, pH-Bereich etwa 5,3—6,8. — Wiesengraben mit kl. Sphagneten bei Ort 27, zerfallener Mühlkanal bei Ort 29 (!). — Gesellschaftsfeste Charakterart in M e s s i k o m m e r s Closterieto lineati — Pinnularietum stauropterae *(Pinn. stauroptera = Pinn. gibba* E h r.).

48. *Cymbella helvetica* K ü t z. (ö)

A u c h W g t. In meinem Gebiet verbreitet.

49. *Cymbella lacustris* (A g.) C l e v e (ei)

Für Süßwasserseen und leicht salziges Wasser als im Litoral verbreitet und nicht selten angegeben. — Hier in einem Quellsumpf und im langsamen Auslauf einer kaltstenothermen Kalkquelle bei Ort 6, nicht selten.

50. *Cymbella lanceolata* (E h r.) v. H e u r c k (ö)

In meinem Gebiet verbreitet, auch Wgt.

51. *Cymbella naviculiformis* A u e r s w a l d (h)

In meinem Gebiet überall, besonders aber in Kalkwässern. Auch Wgt.

52. *Cymbella parva* (W. S m i t h) C l e v e (ö)

Verbreitet in meinem Gebiet, besonders auf Kalk. Auch Wgt.

53. *Cymbella prostrata* (B e r k e l e y) C l e v e (h)

Überall in meinem Gebiet. Gesellschaftstreue Charakterform in M e s s i k o m m e r s Diatometum. Auch Wgt. Überall starke Größenvariation.

54. *Cymbella sinuata* G r e g. (ö)

Verbreitet in meinem Gebiet, auch in der Abwasserzone. Zusammen mit *Nav. cryptocephala* Leitform der α-m-Zone (S c h r o e d e r). Sehr widerstandsfähig; bestes Gedeihen im organischen Schlamm.

55. *Cymbella tumida* (B r é b.) v. H e u r c k (ei)

Verbreitet in meinem ganzen Gebiet, aber vereinzelt. Auch Wgt.

56. *Cymbella tumidula* G r u n. (ei)

An verschiedenen Stellen meines Gebiets zerstreut. Auch Wgt.

57. *Cymbella turgida* (G r e g.) C l e v e (ö)

Über mein ganzes Gebiet zerstreut, aber im leicht sauren Wasser besser entwickelt. Auch Wgt.

58. *Cymbella ventricosa* K ü t z. (sh)

Gehört zu den 10 häufigsten Diatomeen meines Gebietes; überall verbreitet. — Sehr große ökologische Spannweite. Meidet nur sehr saure Wässer. Im mäßig

sauren Bereich lange, im alkalischen kurze, dicke Individuen (schon von Schroeder beobachtet). Sehr giftfest, häufig in der Abwasserzone. Gesellschaftsholde Charakterform Messikommers Diatometum. Auch Wgt.

59. *Diatoma anceps* (Ehr.) Grun. (h)

Vorwiegend montan (Taf. II, 16), in fließendem Wasser, dort weit verbreitet und ziemlich häufig. — Bei Schroeder nur im alkalischen Gebiet, beste Entwicklung, pH 7,5. In meinem Gebiet auch in kalkfreiem, leicht saurem Wasser spärlicher Entwicklung, Hauptentfaltung aber auch hier im Kalkgebiet. — GS; Qu; WAh (se); WAw (se); Nh; Nw. Auch am Rheinfall. — Gesellschaftsholde Charakterform in Messikommers Diatometum.

60. *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grun. (sh)

Vorwiegend montan, obwohl in reinem, fließendem Wasser auch in der Ebene nicht selten. (Taf. II, 14.) Bestes Gedeihen bei niedrigen Temperaturen in leicht saurem, kalkarmem Wasser (nach Schroeder bei pH 6,5). Geht aber auch in alkalische, kalkreiche Wässer. Ist oligos.—katharob. — WO; Nw; Qu im Urgesteinsgebiet. GS (weniger entwickelt). Qu im alkalischen Bereich (ordentliche Entwicklung). Reichlich im Eder-Oberlauf, auch im Mittellauf.

61. *Diatoma vulgare* Bory (ö)

Als verbreitet und häufig in Brunnen und Quellen angegeben. — Erträgt tiefe Temperaturen, scheint vom Fe-Gehalt zl. unabhängig zu sein, geht in leicht saures und in alkalisches Wasser; beste Entwicklung im Kalkgebiet (Quellen), nach Schroeder bei pH 7,8. — βm. — GS; Qu; Nh; WO; WAh; WG (besonders reichlich). — Gesellschaftsfest in Messikommers Diatometum (Charakterart). — Varietäten auch im Hochrhein.

62. *Diatoma vulgare* var. *brevis* Grun. (ö)

Ebenfalls gesellschaftsfeste Charakterart in Messikommers Diatometum. Wie die Art.

63. *Diatoma vulgare* var. *capitulata* Grun. (ei)

Wie die Art.

64. *Diatoma vulgare* var. *ovalis* (Fricke) Hust. (w)

Wie die Art.

65. *Diatoma vulgare* var. *producta* Grun. (ei)

Wie die Art.

66. *Diploneis oculata* (Bréb.) Cleve (se)

Angegeben als vereinzelt in Wässern aller Art. — Scheint Kalk und alkalische Reaktion zu bevorzugen oder zu fordern. Gegen Temperaturwechsel und leichte Verschmutzung scheinbar wenig empfindlich. — Qu.

67. *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve (w)

Verbreitet in süßem und schwach salzigem Wasser, in Quellen und an überrieselten Stellen. — Bevorzugt Kalkgewässer und pH über 7,2. Erträgt Aus-

trocknung und stärkere Erwärmung. — Qu; auch in der Algengesellschaft der Moosrasen an den Schluchtwänden (*Nostoc microscopicum, Synechococcus aeruginosus, Navicula contenta, Melosira roeseana* usw.). Auch Wgt. Bei Budde nur für alkalische Reaktion angegeben.

68. *Diploneis ovalis* var. *oblongella* (Näg.) Cleve (ei)

Wie die Art.

69. *Diploneis puella* (Schumann) Cleve (se)

Gilt als selten. Vereinzelt für Wässer aller Art angegeben. — Scheint alkalische Reaktion und Kalk zu bevorzugen. — Qu; Nh; auch Wgt.

70. *Epithemia sorex* Kütz.

(Nur ein Bruchstück WO im Ausrinn des Titisees gefunden; Bestimmung hat nur Wahrscheinlichkeitswert.) Für stehende Wässer als außerordentlich verbreitet und massenhaft angegeben. — Es ist auffällig, daß in meinem Untersuchungsgebiet die Gattung *Epithemia* sonst vollkommen fehlt, während sie in Wgt massenhaft und vielfältig vertreten war. — Im Hochrhein vorhanden. — Auch im Muldegebiet (Schroeder) ist *Epithemia* kaum vertreten. In der Eder (Budde) *Epithemia turgida* im Unterlauf.

71. *Eucocconeis flexella* Kütz. (ei)

Vorwiegend montan (Taf. II, 19). Für Gebirgsgewässer als überall verbreitet und nicht selten angegeben; hin und wieder auch in der Ebene. — Im leicht sauren und mäßig alkalischen Gebiet. — WO; WAh, an der Einmündung eines Quellablaufes im Steinbesatz. — Im Plankton des Hochrheins.

72. *Eucocconeis flexella* var. *alpestris* Brun (se)

WO, in *Hydrurus-Microspora*-Watten.

73. *Eucocconeis lapponica* Hust. (se)

Vorwiegend montan. Hat sehr große ökologische Spannweite; wurde in *Sphagnum* und in Kalkmoosen gefunden. — WO im *Fontinalis*-Besatz; in einem mäßig alkalischen Ufertümpel beim Ort 17, Wutachschlucht.

74. *Eunotia arcus* Ehr. (ö)

Angegeben als verbreitet und häufig, auch auf Kalk. — Schroeder führt die Art als typische Leitform des sauren Oberlaufes der Mulde auf und nennt einen pH-Bereich von 4,0—5,8. Ich habe die Art öfter und gut entwickelt im WO gefunden, sehr vereinzelt aber auch noch WAh bei pH 7,3 und mäßigem Kalkgehalt. Wgt auch in stärker kalkigem Wasser mit pH bis 8,5 vereinzelt. — Auch aus dem alkalischen Hochrhein bekannt. In der Eder auf den leicht sauren Oberlauf beschränkt. Budde (1934) fand sie in einem pH-Bereich von 7,1—7,9.

75. *Eunotia arcus* var. *bidens* Grun. (w.)

Nur WO.

76. *Eunotia arcus* var. *uncinata* Grun. (se)

Nur WO im Besatz.

77. *Eunotia formica* Ehr. (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig, allerdings selten so massenhaft wie die anderen Arten. Im Muldegebiet (Schroeder) ist die Art selten und tritt nur im leicht sauren Bereich auf. — Auch mein einziger Fundort im WO liegt im kalkfreien, leicht sauren Bereich. Nicht in Wgt, nicht im Hochrhein, nicht in der Eder.

78. *Eunotia gracilis* (Ehr.) Rabh. (h)

Angegeben als verbreitet und nicht selten, doch meist vereinzelt. — Geht nach meinen Funden in kalkfreies und kalkiges Wasser, gedeiht sogar in letzterem besonders gut. — WO vereinzelt; WAw sehr selten; Nw vereinzelt; häufig aber in der kalkhaltigen und humosen Limnokrene beim Ort 15, zusammen mit *Mischococcus confervicola*. (Vgl. Nr. 17.)

79. *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun. (h)

Angegeben als sehr gemein im ganzen Gebiet in Gewässern aller Art, am häufigsten in Moortümpeln. — Scheint große ökologische Spannweite zu haben. Geht nach meinen Funden vom leicht sauren bis in mäßig alkalischen Bereich: pH 6,3—7,4 etwa. Nach Budde (1934) pH 4,0—8,0. Schroeder fand die Art im Muldegebiet nur im sauren Bereich (pH 3,0—6,8) und führte sie als Charakterform der sauren Gewässer des Oberlaufs an. Aus allem ergibt sich eine außerordentliche Unempfindlichkeit, zumal ich sie auch in stärker verschmutztem Wasser zusammen mit *Sphaerotilus* lebend fand. — WO (h); Nw (w); WAw (se); *Mischococcus*-Tümpel (Limnokrene) beim Ort 15 (vgl. Nr. 17); ferner Wgt (sh). — Auch Messikommer findet die Art in kalkreichem und kalkarmem Wasser verbreitet. — Fehlt im Hochrhein. Auch im Eder-Oberlauf im leicht sauren Bereich vorhanden.

80. *Eunotia lunaris* var. *subarcuata* (Näg.) Grun. (w)

In alkalischem, humosem, stehendem Wasser (Limnokrene bei Ort 6, vgl. Nr. 18 dieser Liste).

81. *Eunotia paludosa* Grun. (w)

Vorwiegend montan. (Taf. II, 15.) Angegeben als verbreitet, doch nicht häufig in Wiesen- und Torfsümpfen und ruhigeren Bächen unserer Gebirge und ihrer Vorländer. — Auch zwischen *Sphagnum* (Messikommer). — Scheinbar auf den sauren Bereich beschränkt. — WO, Nw, beide Male selten.

82. *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rabh. (w)

Angegeben von Teichen, Gräben, Sümpfen, Quellen und nassen Felsen als verbreitet und nicht selten. — In meinem Gebiet nur in mehr oder weniger sauren Gewässern; ebenso Schroeder (1939). Dagegen Wgt auch in kalkhaltigen, alkalischen, moorigen Wässern, vereinzelt. — Auch aus einer Bucht im alkalischen Hochrheingebiet. Demnach große ökologische Spannweite.

83. *Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kütz.) Rabh. (h)

Wie die Art, nur noch etwas häufiger.

84. *Eunotia pectinalis* var. *ventralis* (Ehr.) Hust. (w)

Wie die Art, etwas seltener.

85. *Eunotia praerupta* Ehr. (ei)

Art und Varietäten als in Teichen, Sümpfen und Quellen unserer Gebirge weit verbreitet und häufig, seltener in der Ebene angegeben. — Vorwiegend montan. (Taf. II, 13.) — Geht in kalkhaltige, alkalische Wässer. Hauptsächlich Nh und Ufertümpel im Kalkgebiet. Auch Schroeder findet die Art in den alkalischen Bereich gehend. — Auch im alkalischen Hochrhein. Auch von Budde (1934) zu beiden Seiten des Neutralpunktes angegeben: leicht sauren Eder-Oberlauf.

86. *Eunotia praerupta* var. *bidens* Grun. (w)

Wie die Art und auch auf der Abwasserstrecke WAw (Ort 28).

87. *Eunotia praerupta* var. *inflata* Grun. (w)

Wie die Art, doch auch WAh (Abwasserstrecke) und Nw.

88. *Eunotia robusta* var. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs (ei)

Für stehende Wässer unserer Gebirge als sehr verbreitet angegeben. Scheint den sauren, kalkfreien Bereich gebunden zu sein. — Montan (Taf. II, 18). — WO und Nw. Schroeder gibt ein ph-Intervall von —5,6 an. — Auch im leicht sauren Eder-Oberlauf.

89. *Eunotia veneris* (Kütz.) O. Müll. (ö)

Vorwiegend montan (Taf. II, 17). Angegeben für Sümpfe, Quellen, Teiche und nasse Felsen. — Schroeder gibt die Art für saure Bergwässer an. Ich fand sie im Gebiet ebenfalls nur im leicht sauren WO, einmal fand ich sie alkalischen Milieu in Wgt.

90. *Fragilaria bicapitata* A. Mayer (se)

Nur von wenigen Fundorten bekannte, vorwiegend montane Form (Taf. II. 11). — Nur Nw beim Ort 30/29 im verlandenden Unterwasserkanal einer zerfallenden Mühle.

91. *Fragilaria brevistriata* Grun. (w)

Angegeben als verbreitet und häufig. — Scheinbar vorwiegend im alkalischen Bereich. — Qu beim Ort 6. — Eine Varietät auch im Hochrhein. — Gesellschaftsholde Charakterform Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum. Auch Wgt.

92. *Fragilaria capucina* Desm. (w)

Als verbreitet und häufig angegeben. — Hauptentwicklung im leicht sauren Bereich. Gegen Verschmutzung wenig empfindlich. — Nw öfters. Auch in Kalkgebieten: Wgt, Hochrhein. βm.

93. *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* Grun. (ei)

Wie die Art. — Nw; WO.

94. *Fragilaria capucina* var. *mesolepta* (Rabh.) Grun. (w)

Wie die Art. GO.

95. *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. (ei)

Angegeben als außerordentlich häufig in Wässern aller Art. — Große ökologische Spannweite, beste Entwicklung im leicht sauren Bereich, geht aber auch auf Kalk. Zl. eisenfest. — WO; Nw; Qu. — Auch Hochrhein. Gesellschaftsfeste Charakterart Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

96. *Fragilaria construens* var. *triundulata* Reichelt (w)

Wie die Art. — WO; WAh.

97. *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehr.) Grun. (w)

Wie die Art. — GS; Qu. — Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum (gesellschaftsfest).

98. *Fragilaria harrisonii* W. Smith (ei)

Als verbreitet, aber vereinzelt für den Grundschlamm stehender Wässer angegeben. — Vorwiegend an kalkhaltigen und alkalischen Standorten. Auch in dauernd kalten Wässern. — Nh und Brunnen bei den Quellen der Gauchach, bei Ort 12, kaltstenotherm (8 °), mäßig kalkreich, kohlensäurereich, pH 7,0, nährstoffarmes Wasser mit viel *Tribonema viride*. — Auch Altwasser am Hochrhein.

99. *Fragilaria intermedia* Grun. (sh)

Als verbreitet und nicht selten angegeben, litoral und an überrieselten Felsen. Eine der häufigsten und verbreitetsten Algen meines Gebietes. WO; WAw; WAh; GO; GS; WG; Nw; Nh; Qu, fehlt auch sonst nirgends. — Demnach sehr große ökologische Spannweite, im sauren und alkalischen Bereich gut entwickelt, unempfindlich gegen Verschmutzung. — Auch Wgt.

100. *Fragilaria pinnata* Ehr. (ei)

Angegeben als sehr häufige Litoralform in Wässern aller Art. — Scheint saure Reaktion zu bevorzugen, geht aber auch in alkalisches Wasser. WAw; WAh: alkalische Ufertümpel und alkalische Limnokrene beim Ort 15 (*Mischococcus*-Tümpel). — Auch im Hochrhein.

101. *Fragilaria virescens* Ralfs (h)

Vorwiegend montan (Taf. II, 7). Beste Entfaltung bei pH um 6,8, sonst aber im sauren und alkalischen Gebiet. Etwas empfindlich gegen Verschmutzung. — WO; WAw; WAh; WG; GO; GS; Qu und auch sonst an vielen Stellen. — Auch im Hochrhein häufig. Fehlt in Wgt. Häufig im leicht sauren Eder-Oberlauf. Bei Schroeder gute Leitform nicht zu stark verschmutzter Stellen des Mulde-Oberlaufs.

102. *Fragilaria virescens* var. *capitata* Kraßke (ei)

Wie die Art.

103. *Fragilaria virescens* var. *elliptica* Hust. (ei)

Wie die Art.

104. *Fragilaria virescens* var. *mesolepta* Rabh. (w)

Wie die Art.

105. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabh.) de Toni (ö)

Angepaßt an relativ mineralarme, mehr oder weniger saure Wässer. Geht (nach Magdeburg) regelmäßig in Sphagneten. Verträgt zl. viel Eisen, bevorzugt humusreichen Schlamm, ist (nach Schroeder) regelmäßig auftretende Leitform des sauren Oberlaufs der Mulde, hat Frühjahrs- und Herbstmaximum. — WO und Nw. — Auch im leicht sauren Oberlauf der Eder. Fehlt im Hochrhein. — Gesellschaftsholde Charakterart in Messikommers Micrasterieto truncatae — Frustulietum saxonicae.

106. *Frustulia vulgaris* Thwaites (h)

Gilt als verbreitet und häufig, besonders in stehenden, moorigen Wässern. — Bevorzugt alkalisches Milieu (pH 7,0—8,0). Gegen Verunreinigungen etwas empfindlich. — Qu; GO; GS; WG; Nw; Nh und auch sonst verbreitet. — Im leicht sauren Oberlauf der Eder. Fehlt im Hochrhein. Vorhanden in Wgt.

Gattung *Gomphonema*

Ist sehr häufig und verbreitet in Wässern aller Art. Die meisten Arten dürften βm sein. Sie sitzen mit Gallertstielen, die sich oft bäumchenartig reich verzweigen, den Substraten auf, sind häufig Epiphyten. In starker Strömung (z. B. meist GS!) sind die Gallertstiele oft sehr kurz und dick. — Fast alle Arten sind in der Form sehr variabel; die Variationsbreiten mancher Arten können sich überschneiden, so daß die genaue Artbestimmung manchmal kaum möglich ist. Die Artnennungen der folgenden Liste sind so aufzufassen, daß die überwiegende Mehrzahl der gefundenen Individuen dem Typus der genannten Art am nächsten stand. Alle Arten, bis auf die Nr. 118, 120, 124, auch Wgt.

107. *Gomphonema abbreviatum* Ag.? Kütz. (w)

Besonders für Süd- und Mitteldeutschland genannt. — Qu: GS; Limnokrenen im Kalkgebiet.

108. *Gomphonema acuminatum* Ehr. (ö)

109. *Gomphonema acuminatum* var. *coronata* (Ehr.) W. Smith (ö)

110. *Gomphonema acuminatum* var. *brébissonii* (Kütz.) Cleve (ei)

111. *Gomphonema acuminatum* var. *trigonocephala* (Kütz.) Grun. (w)

112. *Gomphonema angustatum* var. *producta* Grun. fo. (sh)

Die häufigste und verbreitetste Art der Gattung in meinem ganzen Gebiet. Hat enorme ökologische Spannweite, fehlt nirgends. Im Diatometum Messikommers als Begleiter.

113. *Gomphonema augur* var. *gautieri* van Heurck. (w)

114. *Gomphonema constrictum* Ehr. (h)

115. *Gomphonema constrictum* var. *capitata* (Ehr.) Cleve (w)

116. *Gomphonema gracile* Ehr. (w)

117. *Gomphonema intricatum* var. *pumila* Grun. (se)

118. *Gomphonema lanceolatum* var. *insignis* (Greg.) Cleve (se)

Als im Gebiet unter anderen Arten zerstreut angegeben.

119. *Gomphonema longiceps* Ehr. (ei)

Vorwiegend montan.

120. *Gomphonema longiceps* var. *montana* fo. *suecica* Grun. (ei)

121. *Gomphonema longiceps* var. *subclavata* Grun. (ö)

(Taf. II, 6.) Vorwiegend montan, wie auch Nr. 120.

122. *Gomphonema longiceps* var. *subclavata* fo. *gracilis* Hust. (ei)

123. *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz. (ö)

124. *Gomphonema olivaceum* var. *calcarea* Cleve (ei)

125. *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grun. (ö)

126. *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh. (ö)

Angegeben als verbreitet in Wässern aller Art. — Scheint alkalische Reaktion zu bevorzugen. In meinem Gebiet fast nur auf Kalk, nur ausnahmsweise in schwach kalkigem, neutralem Wasser. βm. — Qu; GO; GS; Nh; Nw sehr selten. — Auch Altwasser am alkalischen Hochrhein. Auch Wgt. — Gesellschaftsholde Charakterart im alkalischen Fragilarieto—Achnanthidietum Messikommer

127. *Gyrosigma attenuatum* (Kütz.) Rabh. (w)

Angegeben als in stehendem und fließendem Wasser häufig. — Scheint sich ökologisch ähnlich zu verhalten wie Nr. 126. Uspenski (1927) gibt häufige Vergesellschaftung an mit *Diatoma vulgare, Nitzschia acicularis, Synedra ulna* und *Melosira varians*. Schroeder gibt die Art für das etwas verschmutzte Elbewasser zwischen Dresden und Roßlau an. Wahrscheinlich βm. Meine Standorte nur im Kalk bei stärkerer alkalischer Reaktion: GO; Nh. — Auch im alkalischen Hochrhein. Gesellschaftsholde Charakterart im (alkalischen) Fragilarieto — Achnanthidietum Messikommers.

128. *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve (w)

Angegeben als verbreitet und nicht selten. — Im Kalkgebiet, Nh bei Ort 17. — Auch im Hochrhein.

129. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. (ö)

Als allgemein verbreitet in verschiedensten Wässern und auch aerophytisch angegeben. — Erstaunlich große ökologische Spannweite, zl. widerstandsfähig

gegen Gifte, erträgt H_2S, eine der wenigen Diatomeen, die auch dort aushält, wo alle anderen ihr Gedeihen nicht mehr finden. — Großer pH-Bereich vom stark sauren bis ins stark alkalische Milieu. αm (—βm). — WO (s); WAw (ö): WAh (ö); häufig in feuchten Moosrasen. — Auch Wgt.

130. *Hantzschia amphioxys* fo. *capitata* O. Müll. (ö)

Wie die Art.

131. *Melosira distans* (Ehr.) Kütz. (ö)

Vom Hochgebirge und aus dem Riesengebirge angegeben (Litoralform). — Montan (Taf. III, 16). — Kaltwasserform, oligosaprob. — WO (ö), auch Titisee. — Auch im Rheinfall. — Auch in den Bergbachabschnitten der Mulde (Erzgebirge). Demnach im sauren und alkalischen Bereich.

132. *Melosira islandica* subspec. *helvetica* O. Müll. (w)

Als sehr häufig und verbreitet in Wässern aller Art angegeben. — Große ökologische Spannweite, weitgehend unempfindlich gegen Verschmutzungen. In alkalischem und saurem Wasser. — WO; WAw; WAh; WG; auch Wgt. — Auch Hochrhein (h).

133. *Melosira italica* (Ehr.) Kütz. (ö)

Angegeben als häufig für Wässer aller Art. — Scheint alkalische, eutrophe Gewässer zu bevorzugen. — βm, scheut Abwässer nicht. — WO; WAw; WAh; Nw; GS; auch Wgt. — Auch im Hochrhein (h).

134. *Melosira roeseana* Rabh. (h)

Vorwiegend montan (Taf. III, 11). Angegeben als Charakterform feuchter Moose, Felsen, Baumwurzeln, Bächen und an Flußufern. — Die Art hat große ökologische Spannweite. — In meinem Gebiet, besonders in den Schluchten, überall Moosrasen an feuchten Felsen der hier typischen Gesellschaft. — Auch im Hochrhein (se).

135. *Melosira varians* C. A. Ag. (h)

Gemein. — Bevorzugt eutrophes Wasser, ist bei Massenentwicklung βm, geht aber mit Geringentwicklung bis in die kältesten Reinwasser-Bergbäche. Großer pH-Bereich, alkalisches und saures Gebiet, scheint aber alkalische Reaktion zu bevorzugen. — WO; WAw; WAh; WG; GO; GS; Qu; Nw; Nh; auch Limnokrenen; auch Brunnen im alkalischen Gebiet; auch Wgt. — Im Hochrhein.

136. *Meridion circulare* Ag. (sh)

Als im mäßig fließenden Wasser sehr verbreitet angegeben. — Reinwasserform, hat großen pH-Bereich (sauer bis alkalisch), scheint sich im kühleren Wasser wohler zu fühlen. — Fast an allen Orten meines Gebietes häufig, besonders in den Quellen; auch in Wgt. — Im Hochrhein. Auch Oberlauf der Eder und Mulde. — Gesellschaftsholde Charakterart in Messikommers Diatometum.

137. *Meridion circulare* var. *constricta* (Ralfs) v. Heurck. (h)

Wie die Art und an den gleichen Standorten.

Gattung *Navicula*

Sie umfaßt sehr viele Arten mit teilweise sehr verschiedenen ökologischen Ansprüchen. In der folgenden Aufzählung der in meinem Gebiet gefundenen Arten sind Bemerkungen nur jenen beigefügt, die irgendwelche ökologische Sonderstellung einnehmen. Bei den auch hier allgemein verbreiteten Arten ist auf eine Einzelangabe der Standorte verzichtet.

138. *Navicula binodis* Ehr. (ei)

Verbreitet, aber selten. — Scheint Kalk und alkalische Reaktion vorzuziehen. — Qu; GS; Nh. — Von Messik. als sehr selten für den Pfäffikersee angegeben.

139. *Navicula cari* Ehr. (ö)

Auch Wgt.

140. *Navicula cincta* Kütz. (ö)

Auch Wgt. Erträgt Abwasser.

141. *Navicula cincta* var. *heufleri* Grun. (w)

Nh.

142. *Navicula cocconeiformis* Gregory (ei)

Vorwiegend montan (Taf. II, 12). — Nw; WAw; WAh, also im alkalischen und sauren Bezirk und nicht sehr empfindlich gegen Verschmutzung.

143. *Navicula contenta* Grun. (h)

Vorwiegend montan (Taf. III, 8). Große ökologische Spannweite, typische Form der Moosrasengesellschaft in meinem Gebiet, auch Qu.

144. *Navicula cryptocephala* Kütz. (ö)

Sehr große ökologische Spannweite, pH etwa 3,0—8,5, erträgt starke Verschmutzung und Gifte (αm), ist unempfindlicher gegen Eisen als die meisten anderen Arten. (!) Auch auf den Abwasserstrecken. — Auch Wgt.

145. *Navicula dicephala* (Ehr.) W Smith (w)

Nicht häufig, aber überall verbreitet, liebt saure oder neutrale Reaktion, ist unempfindlich, auch mit *Sphaerotilus* und *Oscillatoria limosa* zusammen. Oft in Closterienmoor. Auch Wgt.

146. *Navicula exigua* (Greg.) O. Müll. (ei)

Auch Wgt.

147. *Navicula gastrum* Ehr. (w)

Verbreitet, aber vereinzelt. Auch Wgt.

148. *Navicula gracilis* Ehr. (sh)

In meinem Gebiet überall, besonders auch Qu, scheint Kalk zu bevorzugen.

149. *Navicula graciloides* A. Mayer (se)

GS. Auch Wgt.

150. *Navicula grimmei* Kraßke (se)

Nasser Kalkfels (Moos) beim Ort 16 (!).

151. *Navicula hungarica* Grun. (w)

WAh; Nh.

152. *Navicula lanceolata* (Ag.) Kütz. (ei)

Auch Wgt.

153. *Navicula laterostrata* Hust. (se)

Scheint pH-Werte über 7 zu bevorzugen. — Gesellschaftstreue Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

154. *Navicula menisculus* Schumann (w)

Scheint große ökologische Spannweite zu haben, wird aber trotzdem nur einzelt gefunden. — Auch Wgt.

155. *Navicula minima* var. *atomoides* (Grun.) Cleve (w)

Große ökologische Spannweite, ziemlich abwasserfest.

156. *Navicula muralis* Grun (ö)

Auch Wgt.

157. *Navicula mutica* Kütz. (ei)

Bevorzugt alkalisches Milieu; beste Entwicklung (Schroeder) bei pH 7,5 und 0,5 mg/l Fe_2O_3.

158. *Navicula peregrina* (Ehr.) Kütz. (ei)

Gilt als Brackwasserform, wo sie ihr bestes Gedeihen findet. — Ich fand sie verschiedentlich gesund und groß in kleinen Kolken eines Quellablaufes in der Gauchachschlucht (Ort 3). Dippel hat sie bereits früher außerhalb salzigen Wassers gefunden; er gibt an (1904, pg. 40): „Diese als in brackischem Wasser lebend bezeichnete Art beobachtete ich ziemlich häufig in dem Landgraben zwischen Großgerau und Dornberg" (d. in der Oberrheinebene).

159. *Navicula peregrina* var. *kefvingensis* (Ehr.) Cleve (se)

(!) In stark kalkigem Quellbächlein der Gauchach beim Ort 13 (pH 8,5). (Sonst wie die Art.)

160. *Navicula placentula* fo. *jeniseiensis* (Grun.) Meister (w)

Verbreitet, doch stets vereinzelt angegeben.

161. *Navicula placentula* fo. *lanceolata* Grun. (w)

Wie Nr. 160.

162. *Navicula placentula fo. rostrata* A. Mayer (w)

Wie Nr. 160. Auch Wgt.

163. *Navicula pseudoscutiformis* Hust. (sse)

Für Deutschland als sehr vereinzelt angegeben; dagegen sehr verbreitet in Nordeuropa. Holsteinische Seen, Fichtelgebirge, Muldealtwässer bei Wolfen (Schroeder). Vielleicht nordisch-montan (Taf. III, 10). (!) WO zwischen *Fontinalis*-Sprossen (Ort 32).

164. *Navicula pupula* Kütz. (ö)

Gesellschaftsholde Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

165. *Navicula pupula* var. *pseudopupula* (Kraßke) Hust. (w)

166. *Navicula pupula* var. *rostrata* Kütz. (ei)

167. *Navicula radiosa* Kütz. (ei)

Diese Art kommt überall vor und hat eine außerordentliche ökologische Spannweite. Während sie aber in Wgt (einem warmen, ruhigen, kalk- und humusreichen Flachmoor der Oberrheinebene) überall die herrschende Diatomee und massenhaft vorhanden war, ist sie hier im Gebiet überall nur vereinzelt zu finden. Ich vermute, daß sie zu ihrem besten Gedeihen ruhiges, eutrophes Wasser und Wärme braucht.

168. *Navicula rhynchocephala* Kütz. (ei)

Zerstreut, βm.

169. *Navicula rostellata* Kütz. (w)

170. *Navicula rotaeana* (Rabh.) Grun. (h)

Vorwiegend montan (Taf. III, 6). Als in Gebirgsgewässern, Quellen, Bächen häufig angegeben. — Hat große ökologische Spannweite, geht ins saure und alkalische Gebiet, zeigt (Schroeder) beste Entwicklung um pH 6,8 und 1,5 mg/l Fe_2O_3. — In meinem Gebiet ebenfalls am zahlreichsten in kalkfreien, leicht sauren Wässern, jedoch auch im Kalkgebiet nicht selten: WO (h); Nw (ö); WAw (se); WAh (se); Qu, Ufertümpel im Kalkgebiet vereinzelt.

171. *Navicula seminulum* Grun. (w)

Verbreitet angegeben. (!) Im Moos an einer Quelle (Ort 16).

172. *Navicula similis* Kraßke (ei)

(!) *Mischococcus*-Tümpel (Limnokrene) bei Ort 15 (vgl. Nr. 17).

173. *Navicula tuscula* (Ehr.) Grun. (w)

(!) In Limnokrene bei Ort 6 (vgl. Nr. 18). — Gesellschaftstreue Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum.

174. *Navicula viridula* Kütz. (ö)

Als häufig und verbreitet angegeben. — Große ökologische Spannweite, unempfindlich, pH-Bereich etwa 3,0—8,5, scheint Kalkgebiete zu bevorzugen. αm—βm. Auch in meinem Gebiet überall, hauptsächlich aber in den Kalkgegenden.

175. *Neidium affine* var. *amphirhynchus* (Ehr.) Cleve (ei)

Angegeben als nirgends häufig, doch in Wässern aller Art verbreitet. — Scheint hauptsächlich im sauren Gebiet entwickelt, geht jedoch auch auf Kalk. — WO; WAh (auf Kalkklippen im Besatz). — Auch Wgt. Auch Hochrhein (Altwasser).

176. *Neidium affine* var. *longiceps* (Greg.) Cleve (w)

Montan (Taf. III, 9). — Qu (mehrmals, Orte 3, 6); WAh (Ort 17).

178. *Neidium bisulcatum* (Lagerst.) Cleve (w)

Vorwiegend montan (Taf. III, 13). Angegeben als in Bächen und Tümpeln der Gebirgsregion überall verbreitet. — Hat sehr große ökologische Spannweite, im sauren und stark alkalischen Bereich, widerstandsfähig, βm. — WO (Ort 32/31); Nw (Ort 30); Qu. — In der Mulde nicht selten.

179. *Neidium dubium* fo. *constricta* Hust. (ei)

Als verbreitet, aber vereinzelt angegeben. — Im alkalischen und leicht sauren Bereich. — Qu; Nw. Art auch in Wgt. Auch im Hochrhein (fo. *constr.*).

180. *Neidium iridis* (Ehr.) Cleve (w)

Verbreitet und häufig. — Nh; GO; Qu. Auch Hochrhein, Bucht.

181. *Neidium iridis* fo. *vernalis* Reichelt (w)

Wie die Art.

182. *Neidium iridis* var. *amphigomphus* (Ehr.) v. Heurck (w)

Wie die Art.

183. *Neidium productum* (W Smith) Cleve (se)

Als verbreitet, aber vereinzelt angegeben. — Nw; Nh.

184. *Nitzschia acicularis* W Smith (ö)

Als sehr verbreitet und häufig überall im Plankton angegeben. — In meinem Gebiet nirgends häufig. WO; WAw; WAh; GO, also auch widerstandsfähig im Schmutzwasser. — Auch Wgt. Auch im Hochrhein.

185. *Nitzschia amphibia* Grun. (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig. — Scheint alkalische Reaktion zu bevorzugen. — GS; WAh. Auch Wgt (h).

186. *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grun. (sh)

In meinem ganzen Gebiet überall verbreitet, auch im Schmutzwasser. — Auch Hochrhein.

187. *Nitzschia gracilis* Hantzsch (ö)

Große ökologische Spannweite: Nw; Qu; WG, also im sauren und alkalischen Gebiet. — Auch im Hochrhein. — Auch Wgt.

188. *Nitzschia hantzschiana* Rabh. (ei)

Vorwiegend montan (Taf. III, 12). Bevorzugt Quellen und nasse Felsen. — Nw; WO; Nh, also auf Kalk und Urgestein.

189. *Nitzschia hungarica* Grun. (ei)

Scheint alkalische Reaktion (Kalk) zu bevorzugen. — GO (bei Ort 8).

190. *Nitzschia linearis* W Smith (h)

Angegeben als überall im Süßwasser, aber besonders in Quellen oft massenhaft. — In meinem Gebiet sehr verbreitete und häufige Art. Qu (Ort 6, massenhaft); auch fast in allen anderen Quellen. GS; WAh, also zl. abwasserfest. GO; Nh; Nw vereinzelt. Also fast ausschließlich im alkalischen Gebiet. — Auch Wgt (h). Auch Hochrhein auf Faulschlamm.

191. *Nitzschia palea* (Kütz.) W Smith (h)

Widerstandsfähigste Art meines Gebietes, kommt überall vor, hat außerordentlich große ökologische Spannweite, verträgt Schmutzwasser und H_2S, ist polysaprob bis αm. Auch im FeS-Schlamm. Auch Wgt. — Auch Hochrhein.

192. *Nitzschia recta* Hantzsch (ö)

Verbreitet; in meinem Gebiet fast ausschließlich auf Kalk. — Auch Wgt. — Auch Hochrhein.

193. *Nitzschia stagnorum* Rabh. (ö)

Überall verbreitet, sehr große ökologische Spannweite, widerstandsfähig gegen Austrocknung, oft in Moosen, an Felsen. Im sauren und alkalischen Bereich.

194. *Nitzschia tryblionella* var. *victoriae* Grun. (w)

(!) In der Limnokrene bei Ort 6 (vgl. Nr. 18).

195. *Pinnularia acrosphaeria* Bréb. (ö)

Montanform, in Gebirgswässern verbreitet, selten in der norddeutschen Ebene (Taf. III, 3). Schroeder gibt diese Alge aus dem Muldegebiet (Erzgebirge) als Seltenheit an. Nur im sauren Bereich (pH 4,5—6,5). Messik. (1927) findet sie sehr selten in Torfstichen, auch 1928, einmal (1927 b) bei pH 7,4 und kalkigem Wasser (eingeschwemmt?). — Auch in meinem Gebiet nur vereinzelt in sauren Wässern mit zl. viel Eisen: Nw bei Ort 29, lenitische Sumpfstelle mit Eisenockerschlamm und pH 6,4; ferner Wiesengraben bei Ort 27, Eisenockerschlamm und pH 6,5.

196. *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* (A. Mayer) Hust. (ö)

Vorwiegend montan, verbreitet, aber stets vereinzelt (Taf. III, 2). — An verschiedenen Standorten im kalkhaltigen und kalkfreien Wasser, besonders WO. — Vereinzelt auch Wgt. — Fehlt im Hochrhein. Fehlt der Eder und der Mulde.

197. *Pinnularia divergens* W Smith (se)

Vorwiegend montan (Taf. III, 5). Im Gebirge als häufig angegeben, seltener in der Ebene. — In saurem und in alkalischem Milieu, von Messikommer

auch in Sphagneten gefunden. — GO. Nicht genannt vom Muldegebiet (Erzgebirge), auch nicht von der Eder, auch nicht vom Hochrhein. — Vereinzelt in Wgt.

198. *Pinnularia fasciata* (Lagerst.) Hust. (w)

Vielleicht nordisch-alpine Form. Abgrenzung und systematische Einordnung noch nicht feststehend. — (!) An feuchten Felsen über einer Quelle beim Ort 16.

199. *Pinnularia gibba* Ehr. (ö)

Gilt als überall verbreitet und häufig; ich fand diese Art nur an leicht sauren Standorten, hauptsächlich WO und Nw. Ebenso Schroeder für das Muldegebiet (Erzgebirge). Sie ist gesellschaftstreue Charakterart in Messikommers Closterieto lineati — Pinnularietum stauropterae (*Pinn. stauroptera* Grun. = *Pinn. gibba* Ehr.). — In Wgt fand ich die Art aber auch in alkalischem und kalkreichem Wasser. Ihr Verbreitungsoptimum scheint sie im leicht sauren Bereich zu haben. — Fehlt im Hochrhein.

200. *Pinnularia gibba* var. *parva* (Ehr.) Grun. (ei)

Wie die Art.

201. *Pinnularia gracillima* Greg. (w)

Immer vereinzelt, jedoch verbreitet angegeben. — In Kalk und im sauren Bereich genannt, scheint aber alkalische Reaktion vorzuziehen. — Nw (ei); Qu (se). Auch Wgt. Auch Eder-Oberlauf (vereinzelt).

202. *Pinnularia hemiptera* (Kütz.) Cleve (ei)

Vorwiegend montan (Taf. III, 4). — Gilt als Charakterform eisenreicher Stellen (Schroeder). Im leicht sauren und alkalischen Bereich. — Nw und Nh sowie in leicht kalkhaltigen Ufertümpeln beim Ort 17. Auch Wgt.

203. *Pinnularia maior* (Kütz.) Cleve (ö)

Häufig und verbreitet, scheut aber Abwasser, liebt lockeren Humusschlamm, im alkalischen und leicht sauren Gebiet gut entfaltet. In ruhigerem Wasser. Auch Hochrhein. Auch Wgt.

204. *Pinnularia maior* for. *hyalina* Hust. (ei)

Wie die Art.

205. *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W Smith (ö)

Scheint alkalische Reaktion zu bevorzugen (Kalk). — Aber auch im leicht sauren Bereich — Qu; Limnokrene bei Ort 6; Nw.

206. *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cleve (ö)

Als verbreitet und häufig angegeben. — Große pH-Spanne von 3,0—8,5; beste Entwicklung aber im leicht sauren Bereich (Schroeder). Von Messikommer auch im Zwischenmoor, in jungen Sphagneten häufig gefunden. — Hauptsächlich WO und Nw. — Die var. *brébissonii* auch Hochrhein (Altwasser). — Gesellschaftsholde Charakterform in Messikommers Micrasterieto truncatae — Frustulietum saxonicae (durchschnittlich pH 6,2). Auch Eder-Oberlauf.

207. *Pinnularia molaris* Grun. (w)

Vorwiegend montan (Taf. III, 14). Stets vereinzelt, aber verbreitet. Neutrale Ufertümpel mit zl. reinem Wasser bei Ort 22 (!).

208. *Pinnularia nobilis* Ehr. (ei)

Angegeben als verbreitet und nicht selten. — Nh (ei); WAw (se). Vorwiegend oligosaprob. Auch Wgt.

209. *Pinnularia subcapitata* Greg. (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig. — Große ökologische Spannweite; vorwiegend im sauren Milieu, geht aber auch auf Kalk. Gilt als oligosaprob. Beste Entwicklung bei pH 3,4—4,5 etwa. — WO; Nw; eingeschwemmt und kränklich, aber noch lebend WAh. Nicht im Hochrhein.

210. *Pinnularia subcapitata* var. *hilseana* (Janisch) O. Müll. (ö)

Ähnlich wie die Art. — In meinem Gebiet häufiger als die Art. Vorwiegend saure Standorte, höchstens neutrale Ufertümpel. — Schroeder findet die Form nur in saurem Gebiet, nie in alkalischem; beste Entfaltung bei pH 4,0—5,0. Geht in Sphagneten. Erträgt viel Eisen. — WO (ö); Nw; Wiesengraben mit kleinen Sphagneten und Eisenockerschlamm bei Ort 27. Auch Wgt, aber interessanterweise nur in saurem Milieu, das dort selten ist. — Häufig im leicht sauren Oberlauf der Eder. — Fehlt im Hochrhein. — Art und Varietät sind gesellschaftsholde Charakterarten in Messikommer Micrasterieto truncatae — Frustulietum saxonicae.

211. *Pinnularia undulata* Greg. (ei)

Vorwiegend montan (Taf. III, 7). — Angegeben als überall zerstreut, besonders in Gebirgen. — In meinem Gebiet in kalkfreiem und kalkhaltigem Wasser. WO und Qu. Auch Wgt. Fehlt im Hochrhein.

212. *Pinnularia viridis* (Nitzsch.) Ehr. (h)

Gehört zu den verbreitetsten und häufigsten Pinnularia-Arten. — Auch in meinem Gebiet überall verbreitet, sowohl im kalkfreien sauren wie im kalkhaltigen alkalischen; geht auch in die Abwasserstrecke. — Erträgt viel Eisen, ist βm. — Auch in Wgt. Liebt ruhiges Wasser.

213. *Pinnularia viridis* var. *rupestris* (Hantzsch) Cleve (se)

Vorwiegend montane Varietät. — (!) In der Limnokrene (*Mischococcus*-Tümpel) bei Ort 15 (vgl. Nr. 17 dieser Liste).

214. *Pinnularia viridis* var. *sudetica* (Hilse) Hust. (w)

Vorwiegend montane Varietät (Taf. III, 1). — (!) In der Limnokrene beim Ort 6 (vgl. Nr. 18), auch WO. — Also im sauren und alkalischen Bereich. Auch Wgt vereinzelt.

215. *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. (h)

Angegeben als im Süß- und Brackwasser des ganzen Gebiets verbreitet und häufig. — Wenig empfindliche Alge. Scheinbar auf alkalische Reaktion und

reichlichen Kalkgehalt angewiesen. Schroeder nennt sie nur für alkalischen Bereich. Auch in der Eder nur im alkalischen Mittel- und Unterlauf. Auch im alkalischen Hochrhein. — Auch in meinem Gebiet nur bei Kalk und alkalischer Reaktion, dort aber oft massenhaft. Besonders GS, sehr häufiger Epiphyt auf *Cladophora glomerata*, ebenso im Roßgraben, einem sehr kalkreichen Nebengewässer des Rötenbachs bei Ort 25/26, auch GO und fast an allen anderen kalkreichen Standorten. βm—αm.

216. *Stauroneis anceps* Ehr. (h)

Angegeben als in Wässern aller Art verbreitet und häufig. — Große ökologische Spannweite, unempfindlich, pH-Bereich 3,0—8,5. Abwasserscheu. — (!) Besonders häufig in einem kleinen Eisenockersumpf mit viel *Tribonema* und *Gallionella ferruginea* beim Ort 4. Auch Qu; WO und die Limnokrene bei Ort 6 (vgl. Nr. 18 dieser Liste). Auch Wgt.

217. *Stauroneis anceps* fo. *gracilis* (Ehr.) Cleve (ei)

Besonders oft WO, Ort 31/32, auf Schlamm; sonst die Art.

218. *Stauroneis anceps* fo. *linearis* (Ehr.) Cleve (w)

Wie die Art.

219. *Stauroneis legumen* Ehr. (w)

Verbreitet, aber vereinzelt. — WO, Ort 31. Auch Wgt.

220. *Stauroneis montana* Kraßke (se)

Montan, an Moosen, überrieselten Felsen, Quellen angegeben. — (Taf. III, 15.) — Im Moos eines nassen Felsens über einer Quelle am Ort 16 (!).

221. *Stauroneis parvula* Grun. (w)

Angegeben für Wässer aller Art, aber sehr zerstreut. — Nw, beim Ort 30.

222. *Stauroneis phoenicenteron* Ehr. (h)

Verbreitet und häufig. Scheut Verunreinigungen, fehlt sonst aber fast nirgends in meinem Gebiet. βm. — Gesellschaftsholde Charakterart in Messikommers Fragilarieto — Achnanthidietum. — Auch Wgt (h). Auch im Hochrhein.

223. *Stauroneis smithii* Grun. (ei)

Als überall verbreitet angegeben, aber vereinzelt. — Qu bei Ort 6 (h); Nh bei Ort 20; GO bei Ort 8, also nur Standorte mit kalkreichem, alkalischem Wasser im Gebiet. — Auch Wgt. — Auch alkalischer Hochrhein (Altwasser).

224. *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. (ei)

Angegeben als vorwiegende Winterform in stehenden und fließenden Wässern und als verbreitet und häufig. — Im leicht sauren und alkalischen Bereich. — WO; WAh; GO, überall vereinzelt. — Hochrhein im Herbst und Winter häufig im Plankton.

225. *Surirella angustata* Kütz. (sh)

Angegeben als häufig und verbreitet. — Eine der verbreitetsten und häufigsten Algen meines Gebietes, sehr große ökologische Spannweite, überall auf dem Schlamm, zl. unempfindlich; Schroeder nennt zwei pH-Optima: 6,5 und 7,4. Fehlt nirgends in meinem Gebiet. — Auch Wgt. — Auch Hochrhein (Altwasser).

226. *Surirella elegans* Ehr. (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig überall. — Qu im alkalischen Gebiet und Nw; nur vereinzelt.

227. *Surirella linearis* W. Smith (ei)

Angegeben als verbreitet und häufig. Qu; GS, also nur im alkalischen Gebiet. — Hat sonst große ökologische Spannweite und ist auch für saure Wässer angegeben. Bestes Gedeihen soll bei pH 5,5—6,3 liegen (Schroeder). Auch Wgt. — Auch Hochrhein, auf Faulschlamm.

228. *Surirella ovata* Kütz. (sh)

Angegeben als überall verbreitet und sehr häufig. — Sehr große ökologische Spannweite, sehr widerstandsfähig und unempfindlich, im sauren und alkalischen Gebiet, aber letzteres bevorzugend. βm bis αm. — Ist in meinem Gebiet die zweithäufigste Diatomee überhaupt und fehlt nirgends; besonders massenhaft in einer Quelle bei Ort 6 und im Lothenbach (Nh) bei Ort 20. Auch Wgt. Auch im Hochrhein.

229. *Surirella ovata* var. *pinnata* (W Smith) Hust. (ö)

Unter der Art an fast allen Standorten.

230. *Surirella robusta* Ehr. (w)

Besonders für den Grundschlamm größerer Seen angegeben. — Beste Entwicklung im leicht sauren Bereich, geht aber vereinzelt auch in alkalische Gewässer; zl. widerstandsfähig. — Nw; WAw; Qu (pH 7,4).

231. *Surirella spiralis* Kütz. (ei)

Vorwiegend montan. — Gilt als oligos. bis βm. — Qu, besonders bei Ort 6; GO, besonders bei Ort 8. — Selten im Hochrhein.

232. *Surirella tenera* Greg. (w)

Angegeben als verbreitet und häufig. — Meist auf Schlamm. Im leicht sauren und alkalischen Gebiet. — WO; Nh. Auch Wgt.

233. *Surirella tenera* var. *nervosa* A. Schmidt (se)

Unter der Art.

234. *Synedra acus* Kütz. (ei)

Als häufige und verbreitete Litoralform angegeben. — Im alkalischen und leicht sauren Gebiet. Oligosaprob bis βm. GO; WO; Nw. Auch Wgt. Auch Hochrhein (2 Var.).

235. *Synedra amphicephala* Kütz. (ei)

Angegeben für stehende Gewässer. — WO. — Auch Hochrhein (var. *austriaca*).

236. *Synedra rumpens* Kütz. (ei)

Als nicht häufige Litoralform angegeben. — Nw; WO; WAw; WAh; Qu. Auch Wgt. — Fehlt im Hochrhein.

237. *Synedra rumpens* var. *scotica* Grun. (se)

Wie die Art. (!) Ufertümpel mit alkalischem, reinem Wasser bei Ort 17/18.

238. *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. (h)

Eine der verbreitetsten und häufigsten Diatomeen. — Hat sehr große ökologische Spannweite, geht in alkalisches und saures Wasser, aber nicht unter pH um 6,0. Oligos. bis βm. — In meinem Gebiet überall verbreitet und häufig. — Auch Wgt (massenhaft). — Auch Hochrhein überall. Scheut Verschmutzung des Wassers.

239. *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* (Ehr.) Grun. (ö)

Bei der Art. Besonders Limnokrene (*Mischococcus*-Tümpel) bei Ort 15 (vgl. Nr. 17).

240. *Synedra ulna* var. *danica* (Kütz.) Grun. (w)

Bei der Art. (!) Besonders Limnokrene bei Ort 6 (vgl. Nr. 18).

241. *Synedra ulna* var. *oxyrhynchus* (Kütz.) v. Heurck (h)

Bei der Art.

242. *Synedra vaucheriae* Kütz. (w)

Angegeben als häufige Aufwuchsalge im Litoral. — Im leicht sauren und alkalischen Bereich. — WO; Nw. Auch Wgt. — Auch Hochrhein.

243. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (h)

Angegeben als im Litoral und pelagisch in Wässern aller Art, vorwiegend aber in eutrophen Seen. — Das Optimum liegt bei leichtem Kalkgehalt und einem pH-Wert von etwa 7,2. Das erträgliche Intervall ist ungefähr 6,7—8,2 pH. βm bis oligos. Etwas empfindlich. Erträgt nicht viel Eisen. — In meinem Gebiet überall verbreitet; gute Entwicklung z. B. WO, bei pH von rund 6,6 ohne Kalk. Weit bessere, dem Optimum nähere Entwicklung dagegen etwa GS und Qu, bei reichlichem Kalkgehalt und pH-Werten von 7,4—8,2. Fehlt auf den Abwasserstrecken. — Im Plankton des (alkalischen) Untersees (Bodensee) und Hochrheins sehr häufig. — Auch Wgt.

244. *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz.

Angegeben besonders für Gräben und Sümpfe von Moorgebieten. — Ökologisch sehr stark von voriger Art verschieden. Optimale Entwicklung im sauren Bereich, Intervall pH 3,0—7,2 etwa. Erträgt viel Eisen. Oligosaprob. — Fehlt in Wgt. — In meinem Gebiet oft massenhaft WO; Nw; Wiesengräben mit saurem Wasser und Eisenockerschlamm aber allen kalkhaltigen Stellen nur sehr vereinzelt und kümmerlich.

2. Diatomeen,

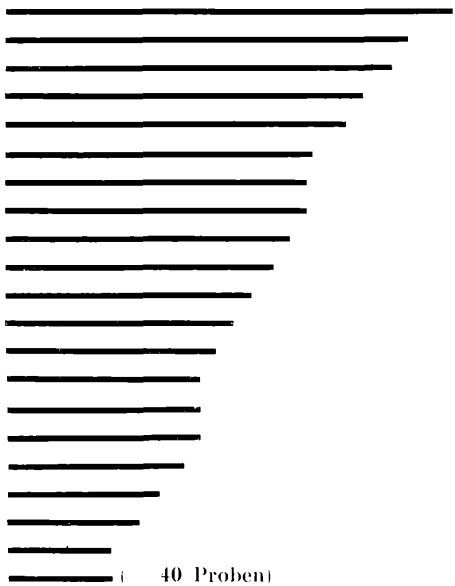
welche als vorwiegend montan, montan, alpin, nordisch oder nordisch-alpin gelten

1. *Achnanthes lanceolata var. elliptica*
2. *linearis*
3. *peragallii*
4. *Amphora normani*
5. *Ceratoneis arcus*
6. *arcus var. amphioxys*
7. *Cymbella aequalis*
8. *alpina*
9. *austriaca*
10. *gracilis*
11. *Diatoma anceps*
12. *hiemale var. mesodon*
13. *Eucocconeis flexella*
14. *flexella var. alpestris*
15. *lapponica*
16. *Eunotia paludosa*
17. *praerupta*
18. *praerupta var. bidens*
19. *praerupta var. inflata*
20. *robusta var. tetraodon*
21. *veneris*
22. *Fragilaria bicapitata*
23. *virescens*
24. *virescens var. capitata*
25. *Fragilaria virescens var. elliptica*
26. *virescens var. mesolepta*
27. *Gomphonema longiceps var. subclavata*
28. *longiceps var. subclavata fo. gracilis*
29. *Melosira distans*
30. *roeseana*
31. *Navicula cocconeiformis*
32. *contenta*
33. „ *roteana*
34. *Neidium affine var. longiceps*
35. *bisulcatum*
36. *Nitzschia hantzschiana*
37. *Pinnularia acrosphaeria*
38. *braunii var. amphicephala*
39. *divergens*
40. *hemiptera*
41. *molaris*
42. *undulata*
43. *viridis var. sudetica*
44. *Stauroneis montana*
45. *Surirella spiralis*

3. Frequenz-Tafel über die 69 häufigsten und verbreitetsten Algen des Gebietes

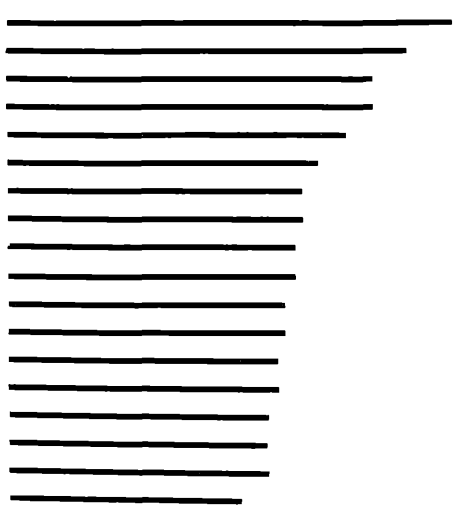
Vorbemerkung In diese Tafel sind alle jene Algen aufgenommen worden, welche in 40 oder mehr Proben vorhanden waren oder welche in besonders auffälliger Weise makroskopisch hervortreten. Es wurde dabei das gesamte Untersuchungsgebiet, wie es der Kartenskizze Abb. 1 umrissen ist, gleichmäßig berücksichtigt, so daß hier aufgeführte Algen aus den verschiedensten Biotopen stammen. Für alle gilt aber, daß es an die jeweiligen Bedingungen im Gebiet besonders gut angepaßte oder solche Arten sind, die eine große ökologische Spannweite besitzen.

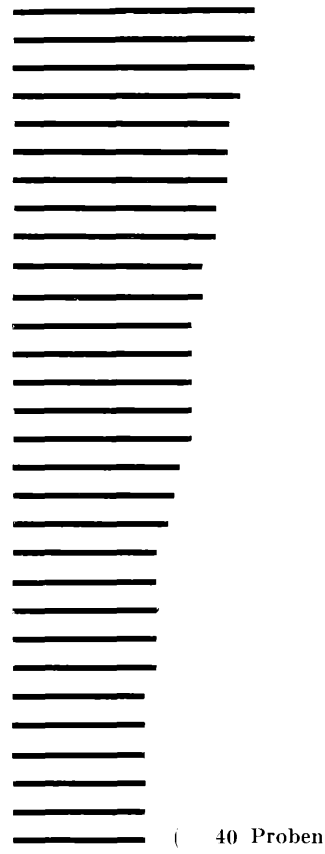
A. Nicht-Diatomeen



Außer diesen 21 Arten fanden sich im Gebiet noch weitere 156 Nichtdiatomeen, die aber alle weniger als 40 Proben vorhanden gewesen waren.

B. Diatomeen





Außer diesen 48 Diatomeen wurden noch weitere 192 Arten und Varietäten gefunden; diese waren aber alle in weniger als 40 Proben vorhanden.

4. Literatur-Verzeichnis

1. Allorge, P.: Sur quelques groupements aquatiques et hydrophiles des Alpes du Briançonnais français. Festschrift für C. Schroeter. Zürich. 1925.

Bartsch, J. und M.: Vegetationskunde des Schwarzwaldes. In „Pflanzensoziologie", **4**, 1—229. Jena (G. Fischer), 1940.

3. Blöchliger, G. und Husmann, W.: Beitrag zur Kenntnis der Wachstumsbedingungen von Abwasserpilzen in fließenden Gewässern. Zeitschr. f. Hydrolog., **8**, 55—61. 1938.

4. Bornhauser, K.: Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels Int. Rev. Hydrob. Hydrogr., Biol. Suppl., **5**. 1912.

Brand, F.: Über Chantransia und die einschl. Formen der bayer. Hochebene. Hedwigia **36**, 300—319. 1897.

6. — Fortpflanzung und Regeneration von Lemanea fluviatilis. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **14**, 185—194. 1896.
7. Brehm, V.: Einführung in die Limnologie. Biol. Studienbücher, Nr. X., 261 Seiten. Berlin (Springer), 1930.
8. Budde, H.: Neuer Beitrag zur Algenflora Westfalens. Abh. Landesmus. Natk. Prov. Westfalen, **11**, 29—40. 1940 a.
9. — Beitrag zur Kenntnis der bayerischen Batrachospermumarten aus der Umgebung von Tölz. Ber. Bayr. Bot. Ges., **24**, 1—8. 1940 b.
10. — Die Algenflora der Eder. Arch. f. Hydrobiol., **28**, 240—253. 1935.
11. — Erster Beitrag zur Kenntnis der westfälischen Batrachospermum-Arten. Abh. Westf. Prov.-Mus. f. Natk., **4**, 35—47. 1933.
12. — Die Algenflora der Lippe und ihrer Zuflüsse. Arch. f. Hydrob., **24**, 187—252. 1932.
13. — Die Algenflora der Ruhr. Arch. f. Hydrob., **21**, 559—648. 1930.
14. — Die Algenflora des sauerländischen Gebirgsbaches. Arch. f. Hydrobiol., **19**, 433—520. 1928.
15. Dippel, L.: Diatomeen der Rhein-Main-Ebene. 170 Seiten, 372 Abb. Braunschweig (Vieweg), 1904.
16. Geitler, L.: Cyanophyceae. In Rabenhorsts Kryptogamenflora usw., Bd. **14**. Leipzig, 1932.
17. — Über Vegetationsfärbungen in Bächen. Biologia generalis **3**, 791—814. 1927.
18. — Neue Blaualgen. Arch f. Protistenk. **60**, 441—442. 1927.
19. — Der Zellbau von Glaucocystis nostochinearum und Gloeochaete wittrockiana und die Chromatophoren-Symbiose-Theorie von Menschkowsky. Arch. f. Protistenk., **47**, 1—24. 1923.
20. Geßner, F.: Die Phosphorarmut der Gewässer und ihre Beziehung zum Kalkgehalt. Int. Rev. ges. Hydrob. Hydrogr., **38**, 203—211. 1939.
21. Göhringer, A.: Talgeschichte der oberen Donau und des oberen Neckars. Diss. Freiburg im Breisgau, S. 1—52. 1909.

Hawlitschka, E.: Die Heterokonten-Gattung Tribonema. In „Pflanzenforschung", herausgegeben von Kolkwitz, **15**, 1—36. 1932.

23. Hellige, F. & Co.: Kolorimetrische Wasseranalysen mit Hellige-Komparatoren. Herausgeg. v. d. Fa. F. Hellige & Co., Fabrik wissensch. Apparate, Nr. 1034 D/A. Freiburg im Breisgau, o. J.
24. Höll, K.: Ökologie der Peridineen. In „Pflanzenforschung", herausgeg. Kolkwitz, **11**, 1—105. 1928.
25. Hustedt, F.: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz usw. In Rabenhorsts Kryptogamenflora usw., Bd. **7.** Leipzig, 1927. *)
26. Huzel, C.: Beitrag zur Kenntnis der mikroskopischen Pflanzenwelt der rauhen Wiese bei Böhmenkirch. Veröffentl. Württembg. Landesstelle f. Naturschutz, **13**, 1—117, 15 Taf. 1936.

Jaag, O.: Die Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochrheins von Stein bis Eglisau. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen, **14**, 1—158. 1938.

*) Ferner die Diatomeen-Bearbeitung in Pascher (Lit. 65) 1930.

28. Jack, Leiner und Stizenberger Sammlung badischer Kryptogamen. Konstanz, ab 1849.
29. Jacob, W.: Die Algenflora der Umgebung von Tübingen. Diss. Tübingen, 1—60. 1934.
30. Jürgensen, Ch.: Die Mainalgen bei Würzburg. Arch. f. Hydrobiol., **28**, 1935.
31. Iversen, J.: Studien über die pH-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluß auf die Hydrophytenvegetation. Bot. Tidsskr., **40**. 277—333. 1929.
32. Kann, E.: Über ein neues Vorkommen von Chantransia incrustans (Hansgirg) in Ostholstein. Beih. Bot. Centralbl., Abt. A., **61**, 120—124. 1941.
33. — Ökologische Untersuchungen an Litoralalgen ostholsteinischer Seen. Arch f. Hydrob., **37**, 177—269. 1940.
34. Kick, H.: Algenformen des Rißgebietes (Württemberg-Oberschwaben). Diss. Tübingen, 1—73. 1934.
35. Kivinen, E.: Über Elektrolytgehalt und Reaktion der Moorwässer. Agrogeol. Julkaisuja. **38**, 71 Seiten. Helsinki, 1935.
36. Klut, H.: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. VII. Aufl., 201 Seiten. Berlin (Springer), 1938.
37. König, J.: Die Verunreinigung von Gewässern, deren schädliche Folgen sowie die Reinigung von Trink- und Schmutzwasser. Bd. I., (S. 54). Berlin, 1899.
38. Kolkwitz, R.: Pflanzenphysiologie. 3. Aufl., 310 Seiten, Jena (G. Fischer), 1935.
39. — und Marsson, M.: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **26 a**, 505—519. 1908.
40. Korsakowa, M. P.: Bodensedimente als Ursprung der sekundären Verunreinigung der Flüsse. Mikrobiol., **8**, 1136—1149. 1939.
41. Krieger, W.: Die Desmidiaceen. In Rabenhorsts Kryptogamenflora usw., Bd. **13**. Leipzig, ab 1933 (was erschienen).
42. Kützing, F T.: Phycologia germanica. 340 Seiten. Nordhausen (Köhne). 1845.
43. Kurz, A.: Grundriß einer Algenflora des appenzellischen Mittel- und Vorderlandes. Jahrb. Natw. Ges. St. Gallen, **58**, II. 1922.
44. Lampert, K.: Das Leben der Binnengewässer. III. Aufl., bearb. Lauterborn, R., Brehm, V., Willer, A., 892 Seiten. Leipzig, 1925.
45. Laporte, L. J.: Recherches sur la biologie et systématique des Desmidiées. Diss. Paris, 1931.
46. Lenz, F.: Einführung in die Biologie der Süßwasserseen. Biol. Studienbücher, Nr. IX, Berlin (Springer), 1928.
47. Limanowska, H.: Die Algenflora der Limmat. Arch. f. Hydrobiol., **7**. 1912.
48. Magdeburg, P.: Beiträge zur Ökologie und Geographie der Algen der Schwarzwaldhochmoore. Ber. Natf. Ges. Freiburg i. Brg., **24**. 1925.
49. Maucha, R.: Hydrochemische Mehoden in der Limnologie. In „Die Binnengewässer", Bd. **XII**. Stuttgart, 1932.
50. Meinck, F.: Die Abwässer der Zellstoff- und Papierindustrie. Der Papierfabrikant, **33**, S. 49. 1935.

51. Messikommer E.*): Die Algenwelt der inneren Plessuralpen. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, **80**, 1—59. 1935.

— Algen aus dem Obertoggenburg. Jahrb. Natw. Ges. St. Gallen, **67**. 95—130. 1933/34. (Ausgegeben 1935.)

53. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kantons Zürich, III. (Hinwieler- und Oberhöflerried.) Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, **73**, 195—213. 1928.

54. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kantons Zürich, II. (Böndlerstück.) Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, **72**, 332—351. 1927.

— Biol. Studien im Torfmoor von Robenhausen. Diss. Zürich, 1927. 1—171, 6 Taf.

56. Michaelis L. und Rona, P.: Praktikum der physikal. Chemie. IV. Aufl., 253 Seiten. Berlin (Springer), 1930.

Migula, W.: Algen (Teil I und II). In Thomés Flora von Deutschland usw., Bände **6** und **7** (Bd. **2** der Kryptogamenflora). Berlin-Lichterfelde (o. J.).

58. Mitis, H. v.: Die Ybbs als Typus eines ostalpinen Kalkalpenflusses. (Vorläufige Mitteilung.) Int. Rev. ges. Hydrob. Hydrogr., **37**, 425—444 1938.

59. Neumann, L.: Orometrie des Schwarzwaldes. Freiburger Habilitationsschrift. 50 S. Wien (Hölzel), 1886.

60. Ohle, W.: Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. Arch. f. Hydrobiol., **26**, 386—487 u. 684—658. 1934.

61. Oltmanns, F.: Morphologie und Biologie der Algen. Aufl., Bd. 1—3. Jena (G. Fischer), 1923.

62. Oye, P. van Districts de la Belgique d'après le pH. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., **71**, 164—168. 1939.

63. — Over biogene kalkformaties. Jaarboek van de Mij. Diligentia, S. 1—5. 1938.

64. — Biologie et écologie des formations calcaraires du jurassique belge appelées crons. Biol. Jaarboek (Kgl. natw. Gen. Dodonaea Gent), **4**. 236—265. 1937.

65. Pascher A.: Die Süßwasserflora Mitteleuropas. (Zahlreiche Mitarbeiter.) — Alle bisher erschienenen Hefte; soweit herausgek. in 2. Aufl. Jena (G. Fischer), 1912—1932.

66. Pia, J.: Die Theorien über die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes als Grundlage für das Verständnis der Bildung der Kalksteine. Mitt. geol. Ges. Wien. **25**. 1933.

67. Rabanus, A.: Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und der geogr. Verbreitung der Algen Badens. Ber. natf. Ges. Freiburg im Breisgau, **21**. 1—158. 1915.

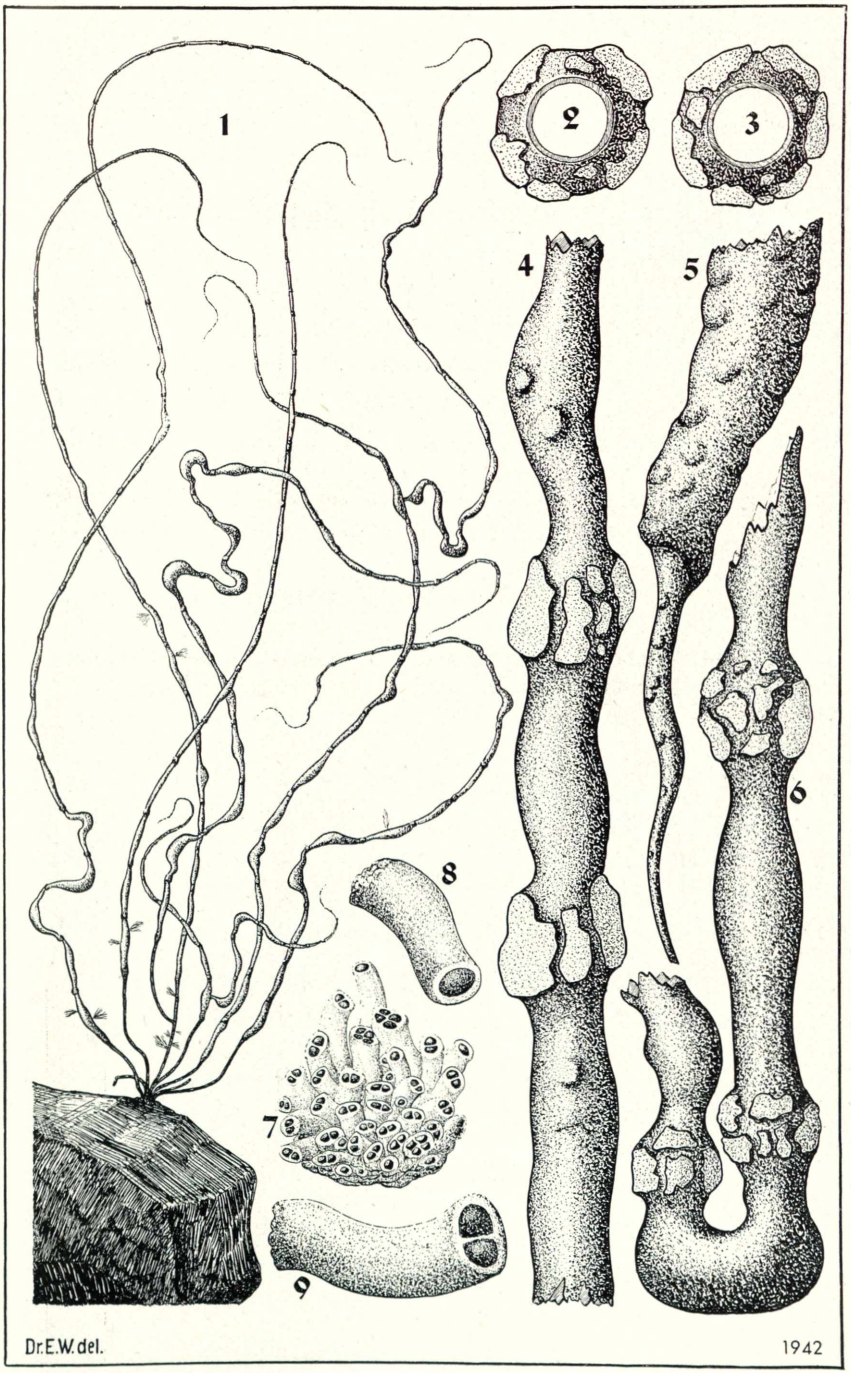
68. Rebmann, E., Gothein, E., Jagemann, E. v.: Das Großherzogtum Baden. Bd. I., 2. Aufl., 1125 Seiten. Karlsruhe, 1912.

*) Vgl. auch Fußnote S. 216.

69. Roberg, M.: Beiträge zur Stoffwechselphysiologie der Grünalgen. Deutsche Forschung (Notgem. dtsch. Wiss.), **23**, 29—31. 1934.
70. — Ein Beitrag zur Stoffwechselphysiologie der Grünalgen. II. Über die Wirkung von Eisen-, Zink- und Kupfersalzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **76**, 311—332. 1932.
71. Roll, H.: Quellvegetation und Pflanzensoziologie. Forschgn. u. Fortschr., **17**, Nr. 9, 1—2. 1941.
72. — Weitere Waldquellen Holsteins und ihre Pflanzengesellschaften. Arch. f. Hydrobiol., **36**, 424—465. 1940.
73. — Einige Waldquellen Holsteins und ihre Pflanzengesellschaften. Englers bot. Jahrb., **70**, 67—94. 1939.
74. — Die Entwicklung der Potamobotanik. Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., **39**, 441—463. 1939.
75. — Isoetes, Lobelia und Litorella lacustris in kalkarmem und kalkreichem Wasser. Beih. Bot. Centralbl., Abt. B, **59**, 345—358. 1939.
76. Ruttner F.: Grundriß der Limnologie. I. Aufl., 167 Seiten. Berlin (de Gruyter), 1940.
77. Scheffelt, E.: Die Copepoden und Cladoceren des südlichen Schwarzwaldes. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk., **4**, 1909.
78. Schiller, J.: Florideen der Ache in Bad Gastein. Österr. Bot. Zeitschr., **88**, 49—52. 1939.
79. Schmidle, W.: Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene. Ber. Natf. Ges. Freiburg im Breisgau, **7**, 1—45. 1893.
80. Schroeder H.: Die Algenflora der Mulde. Ein Beitrag zur Biologie saprober Flüsse. In „Pflanzenforschung", herausg. R. Kolkwitz, Heft 21, 88 Seiten. Jena (G. Fischer), 1939.
81. Sirodot, S.: Les Batrachospermes, Organisation, Fonctions, Développment, Classification. 299 Seiten, Großformat, 50 Kupfertafeln. Paris (Masson), 1884.
82. Etude anatomique, organogénique et physiologique sur les algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées. Ann. sc. nat. Bot., 5 sér., Tome XVI. 5—95. 1872.
83. Steinmann, P.: Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Ann. Biol. lacustre, **2**. 1907.
84. Stepan, W. J.: Neue Apparate zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration und deren Verwendung in der hydrobiologischen und teichwirtschaftlichen Praxis. Verh. intern. Ver. Limnol., **4**, 600—604. 1929.
85. Stockmayer S.: Das Leben des Baches. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1894.
86. Stundl, K.: Arbeitsweisen und Ziele der Gewässerforschung. Die Naturwissenschaften, **27**, 145—148. 1939.
87. Limnolog. Untersuchgn. v. Salzgewässern und Ziehbrunnen im Burgenland. Arch. Hydrobiol., **34**, 81—104. 1938.
88. Suomalainen, E.: Über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Formbildung von Draparnaldia glomerata Ag. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fennicae, **4**, 1—10. 1933.

89. Thienemann, A.: Unser Bild der lebenden Natur. Jahresb. Nathist. Ges. Hannover **90/91**, 27—51. 1940.
90. — Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Arch f. Hydrobiol., **35**, 267—285. 1939.
91. — Die Binnengewässer Mitteleuropas. In „Die Binnengewässer", **I.**, 255 Seiten. 1926.
92. — Limnologie. Eine Einführung in die biologischen Probleme der Süßwasserforschung. 108 Seiten, 36 Abb. Breslau (Hirt), 1926.
93. — Der Bergbach des Sauerlandes. Biol. Suppl. Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., **5** 1912.
94. Turowska, J.: Etudes sur les conditions vitales des bacteries ferrugineuses. Bull. int. Acad. Pol. Sci. et Lett. **B**, 255—282. (1929) 1930.
95. Uspenski, E. E.: Eisen als Faktor für die Verbreitung niederer Wasserpflanzen. In „Pflanzenforschung", herausgeg. Kolkwitz, Heft **9**, 1—104. 1927.
96. Wallner, J.: Zur Kenntnis der Gattung Oocardium. Hedwigia **75**, 130—136. 1935.
97. — Über die Verbreitungsökologie der Desmidiacee Oocardium. Planta **23**. 249—263. 1934.
98. Wehrle E.: Zur Kenntnis der Algen im Naturschutzgebiet Weingartener Moor bei Karlsruhe a. Rh. Natw. Beitr. SWD, **4**, 1—84. 1939.
99. — Studien über Wasserstoffkonzentration und Algen in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. Zeitschr. f. Bot., **19**, 209—287. 1927.
100. Werescagin, G. J.: Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. Int. Ver. f. Limn. 1931.
101. West, W. und West, G. S. (und Carter): A Monograph of the British Desmidiaceae. Bd. I—V London, 1904, 1905, 1908, 1912, 1923.

Tafel I



Erläuterungen zu Tafel II

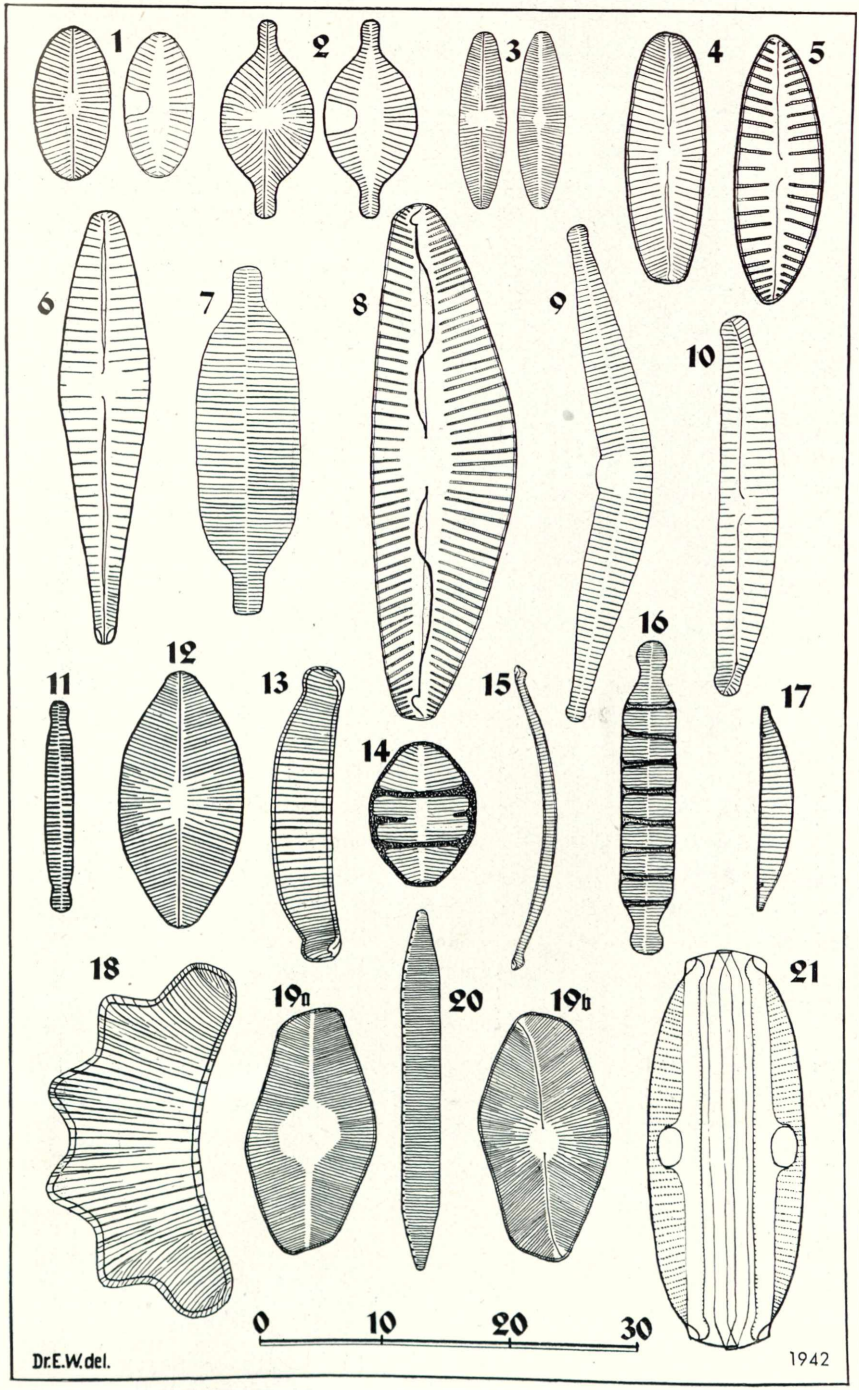
Vorwiegend montane Bacillariaceen aus dem Wutach-Gauchach-Gebiet.

(Die Abbildungen wurden nach meinen Präparaten und Mikroaufnahmen unter Heranziehung von Hustedt [1930] gezeichnet.)

1. *Achnanthes lanceolata* var. *elliptica* Cleve. Nordisch-alpin. Vgl. S. 255.
2. *Achnanthes peragallii* Brun & Héribaud. Vorwiegend nordisch. In ganz Deutschland sehr selten. — In meinem Untersuchungsgebiet mehrfach. — Vgl. S. 256.
3. *Achnanthes linearis* W. Smith. Vorwiegend montan. Vgl. S. 255.
4. *Cymbella aequalis* W. Smith. Vorwiegend montan. Vgl. S. 259.
5. *Cymbella alpina* Grunow. Alpin. Vgl. S. 259.
6. *Gomphonema longiceps* var. *subclavata* Grunow. Vorwiegend montan.
7. *Fragilaria virescens* Ralfs. Fast nur im Gebirge. Auffallend regelmäßige, große Form. Vgl. S. 265.
8. *Cymbella austriaca* Grunow. Vorwiegend montan. Vgl. S. 259.
9. *Ceratoneis arcus* Kützing. Vorwiegend montan, in fließendem Wasser. Vgl. S. 257.
10. *Cymbella gracilis* (Rabh.) Cleve. Vorwiegend montan, in kalkfreiem Wasser. Vgl. S. 260.
11. *Fragilaria bicapitata* A. Mayer. Bisher selten und vorwiegend in Gebirgen beobachtet. Vgl. S. 264.
12. *Navicula cocconeiformis* Gregory. Vorwiegend montan. Vgl. S. 269.
13. *Eunotia praerupta* Ehrenberg. Vorwiegend montan. Vgl. S. 264.
14. *Diatoma hiemale* var. *mesodon* (Ehr.) Grunow. Vorwiegend montan, in fließendem Wasser. Vgl. S. 261.
15. *Eunotia paludosa* Grunow. Montan, nicht häufig. Vgl. S. 263.
16. *Diatoma anceps* (Ehr.) Grunow. Vorwiegend montan, in fließendem Wasser. Vgl. S. 261.
17. *Eunotia veneris* (Kütz.) O. Müller. Vorwiegend montan. Vgl. S. 264.
18. *Eunotia robusta* var. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs. Montan. Vgl. S. 264.
19. *Eucocconeis flexella* (Kütz.) Hustedt. Vorwiegend montan. Vgl. S. 262.
20. *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst. Vorwiegend montan. Vgl. S. 273.
21. *Amphora normani* Rabenhorst. Vorwiegend montan. Vgl. S. 256.

Die großen Diatomeen-Formen sind alle nahe der unteren Größengrenze abgebildet.

Tafel II

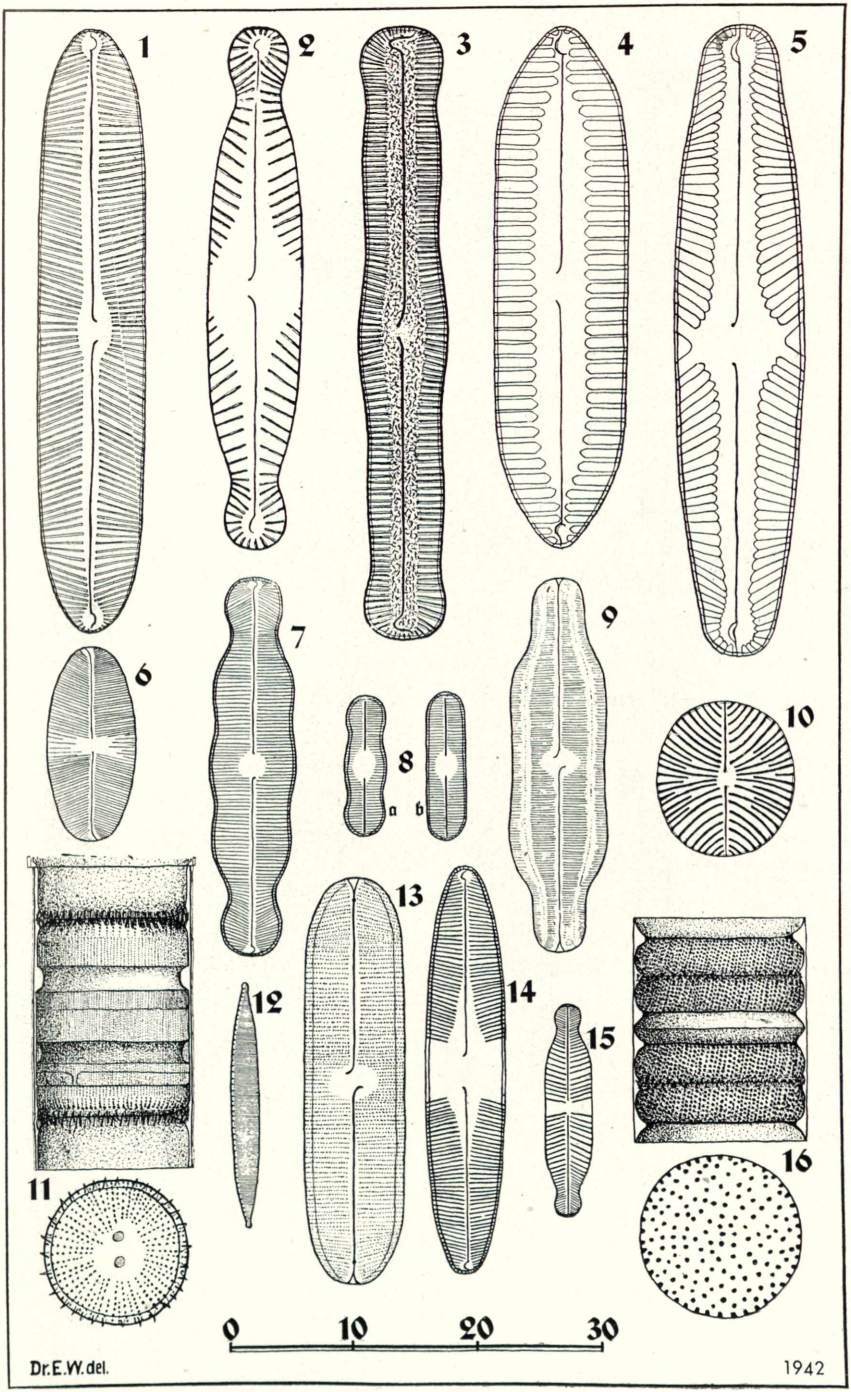

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19a
19b
20
21
0
10
20
30
Dr.E.W.del.
1942

Erläuterungen zu Tafel III

Vorwiegend montane Bacillariaceen aus dem Wutach-Gauchach-Gebiet.

(Die Abbildungen wurden nach meinen Präparaten und Mikroaufnahmen unter Heranziehung von Hustedt [1930] gezeichnet.)

1. *Pinnularia viridis* var. *sudetica* (Hilse) Hustedt. Vorwiegend montan. Vgl. S. 275.
2. *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* (A. Mayer) Hustedt. Vorwiegend montan; vereinzelt. Vgl. S. 273.
3. *Pinnularia acrosphaeria* Brébisson. Montan. Vgl. S. 273.
4. *Pinnularia hemiptera* (Kütz.) Cleve. Vorwiegend montan. Vgl. S. 274.
5. *Pinnularia divergens* W. Smith. Vorwiegend montan. Vgl. S. 273.
6. *Navicula rotaeana* (Rabh.) Grunow. Vorwiegend montan. Vgl. S. 271.
7. *Pinnularia undulata* Gregory. Vorwiegend montan. Vgl. S. 275.
8. *Navicula contenta* Grunow. Montan. Die Zellen bilden Bänder. Häufig in feuchten Moosrasen. Vgl. S. 269.
9. *Neidium affine* var. *longiceps* (Gregory) Cleve. Montan. Vgl. S. 272.
10. *Navicula pseudoscutiformis* Hustedt. Nordisch-montan? — Selten. Vgl. S. 271.
11. *Melosira roeseana* Rabenhorst. Vorwiegend montan. In meinem Gebiet ständiger Gast feuchter Moosrasen. Vgl. S. 268.
12. *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith. Widerstandsfähigste Diatomee Gebiet. Überall verbreitet. Vgl. S. 273.
13. *Neidium bisulcatum* (Lagerstedt) Cleve. Vorwiegend montan. Vgl. S. 272.
14. *Pinnularia molaris* Grunow. Vorwiegend montan. Vgl. S. 275.
15. *Stauroneis montana* Kraßke. Montan. Selten. Vgl. S. 276.
16. *Melosira distans* (Ehr.) Kützing. Vorwiegend montan. Vgl. S. 268.

Die großen Diatomeen-Formen sind alle nahe der unteren Größengrenze abgebildet.

Tafel III