

## II. Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer Gewässer.

Von Dr. Hermann von Alten.

---

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Hydrobiologie der Oker und ihrer Nebenflüsse. Im ersten Teile, erschienen in der Zeitschrift für Fischerei 1914, Heft 7, wurden die Untersuchungsergebnisse der Monate September bis Dezember 1913 zusammengestellt, wobei besonders auf den Unterschied in der Wirkung von organischen und unorganischen Abwässern hingewiesen wurde. Der zweite Teil umfaßt die Monate Januar bis April 1914, dem noch ein dritter Teil folgen soll über die Monate Mai bis September. Denn nur eine lückenlose Untersuchung mindestens eines Jahres setzt uns in den Stand, ein hydrobiologisches Lebensbild eines Gewässers zu entwerfen.

Im Januar wurden die Beobachtungen durch starken Frost empfindlich gestört, so daß Lücken entstanden, die später ausgefüllt werden müssen. Auch im März war es infolge von anhaltendem Hochwasser oft nicht möglich, bestimmte Stellen der untersuchten Flüsse zu erreichen. Besonderer Wert wurde auf die Stellen unmittelbar ober- und unterhalb der Einmündung der Abwässer gelegt, um ein möglichst vollständiges Bild der Organismenwelt gerade dieser Stellen zu erreichen, und die Frage nach dem Einfluß der Kaliabwässer auf die Lebewesen des Wassers zu klären. Ferner wurden die Veränderungen in der Mittelriede, die seit Januar ohne organische Abwässer war, sorgfältig beobachtet und wertvolle Resultate erhalten über die unterschiedliche Wirkung organischer und anorganischer Abwässer.

Für die Zusammenstellung der Befunde wurde diesmal abweichend von dem ersten Teile eine tabellarische Übersicht gewählt, weil sie nicht nur eine wesentliche Rausersparnis bereitet, sondern auch dem Außenstehenden gestattet, ohne wei-

teres die Resultate der einzelnen untersuchten Abschnitte vergleichen zu können.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Oker von Braunschweig bis Diddlese (unterhalb der Schuntermündung), auf die Schunter von der Quelle bis zur Mündung mit Ausnahme einiger Partien im Mittellauf, auf die Wabe und Mittelriede in ihrer ganzen Ausdehnung, sowie auf einige Teiche und Gräben, die als direkte Zuflüsse nicht unberücksichtigt bleiben durften.

Der Übersichtlichkeit wegen wurden die Flüsse in eine Anzahl Abschnitte gegliedert, die durch größere Ortschaften natürlich begrenzt sind (siehe Skizze am Schlusse). Gemäß unserer Aufgabe, den Einfluß der Abwässer auf die Lebewesen zu untersuchen, mußte stets ein abwasserfreier von einem abwasserhaltigen Teile gesondert werden, um etwaige Änderungen feststellen zu können.

Die Schunter zerfällt danach in drei Hauptabschnitte, die sich wieder in Unterabschnitte gliedern. Von der Quelle bis Beienrode ist sie ohne Kaliabwässer, nimmt aber zeitweise organische Abwässer unterhalb Süpplingen auf. Dicht unterhalb Beienrode leitet die Gewerkschaft Beienrode ein. Die Einleitungsstelle stellt eine Rubrik für sich dar. Von hier bis zur Einmündungsstelle der Endlaugen des Kaliwerkes „Asse“ unterhalb Bienrode ist die wichtigste Strecke. Sie wurde deshalb noch in neun weitere Abschnitte gegliedert, die allerdings nicht alle gleich gründlich untersucht werden konnten. So wurde die Strecke von Flechtorf bis Querum stark vernachlässigt zugunsten der ober- und unterhalb gelegenen Partien. Besonders von Glentorf bis Flechtorf wurden zahlreiche Proben genommen, um die Ursachen der eigenartigen, hier allein auftretenden Massenentwickelungen von *Vaucheria* eingehend zu studieren. Auch der Abschnitt von Querum bis Bienrode wurde möglichst oft untersucht, um an einer ungefähr 5 km langen Strecke ein durch zahlreiche Proben gewonnenes, möglichst vollständiges Bild des Lebens in der Schunter zu gewinnen und damit zu zeigen, welche Organismen in dem versalzenen Wasser leben. Am Anfang dieses Abschnittes münden hier Wabe und Mittelriede ein und ein Vergleich der Floren und Faunen muß uns Aufschluß geben können über den Einfluß von Kaliabwässern auf die aus Wabe und Mittelriede in die Schunter hineingeschwemmten Organismen. Die bei Bienrode neu zugeleiteten Endlaugen der Asse müssen wieder besondere Bedingungen schaffen. Es fragt sich also, welche Veränderungen erleidet die Organismenwelt infolge dieser doppelten Versalzung von Bienrode bis zur Mündung.

Die Wabe wurde in vier Abschnitte gegliedert. Bis Sickinge ist das Wasser kristallklar, ganz abwasserfrei. Unterhalb Sickinge werden die Abwässer der Anstalt Neu-Erkerode zugeführt, die wesentliche Veränderungen hervorrufen. Bei der Zuckerfabrik Salzdahlum hat der Fluß diese Abwässer größtenteils verdaut und bei der Zuckerfabrik Rautheim gabelt er sich, indem die Mittelriede sich abzweigt, die die Abwässer der Zuckerfabrik während der Kampagne der Schunter zuführt. Hier muß also bei demselben Vorfluter ein besonders lehrreicher und einwandfreier Aufschluß über den Einfluß der organischen Abwässer zu erhalten sein.

Die Mittelriede wurde bis jetzt nicht weiter in Abschnitte gegliedert, weil die Flora sich als sehr gleichmäßig herausstellte und die Fauna gänzlich zerstört war.

An der Oker mußten drei Abschnitte unterschieden werden. Von Braunschweig bis Eichthal die kaliabwasserfreie Strecke. Hinter Eichthal werden die Abwässer von Tiederhall und im Winter diejenigen der Zuckerfabrik Eichthal und bei Veltenhof die Kaliabwässer von Hedwigsburg eingeleitet. Nach Steinhof kommen wieder die Abwässer des Rieselgutes hinzu, so daß bei der Mannigfaltigkeit der Zuleitungen über den Einfluß der einzelnen Abwässer auf die Lebewesen wenig Aufschluß zu erwarten ist.

### **Die Versalzung der Schunter.**

Bei der Frage nach dem Einfluß der Kaliabwässer auf die Organismen ist von besonderer Bedeutung die Konzentration. Da der Wasserstand in den Monaten der Untersuchung sehr hoch war, ja im Februar und März besonders Oker und Schunter lange Zeit über die Ufer getreten waren, so war die Verdünnung der Abwässer sehr groß. Genaue Angaben über die zugeführten Mengen ergeben sich aus der umstehenden Tabelle. Hier sind die Untersuchungsergebnisse des Schunterwassers nach der Einleitung der Fabrikabwässer der Gewerkschaft Beienrode aus der amtlichen Abwasseruntersuchungsstelle für den Regierungsbezirk Lüneburg zusammengestellt, die mir freundlichst von Herrn Dr. Prütz zur Verfügung gestellt wurden. Die Zuführung der Endlaugen muß als sehr gleichmäßig und gering bezeichnet werden, wurden doch 200 mg/Liter Chlor selten überschritten, d. h. kaum die Hälfte der zulässigen Grenze erreicht, während häufig der Chlorgehalt nicht höher war als 100 mg/Liter. Die Gesamthärte schwankte meistens zwischen 20 bis 30 Graden, blieb also auch weit unterhalb der zulässigen Grenze.

Amtliche Untersuchungsergebnisse des Schunterwassers  
Beienrode vom  
(Amtliche Abwasseruntersuchungsstelle)

Januar	Chlor mg i. L.	Gesamt- härte	Februar	Chlor mg i. L.	Gesamt- härte	März	Chlor mg i. L.
1.	180	22,4	1.	120	28,8	1.	65
2.	100	28,9	2.	120	31,4	2.	165
3.	120	29,1	3.	150	32,4	3.	150
4.	70	23,5	4.	170	32,2	4.	170
5.	50	18,2	5.	160	—	5.	120
6.	60	20,7	6.	180	33,4	6.	70
7.	60	20,7	7.	200	33,0	7.	80
8.	70	25,0	8.	180	30,8	8.	60
9.	70	25,8	9.	175	33,6	9.	90
10.	60	24,9	10.	175	33,9	10.	100
11.	70	27,2	11.	140	35,4	11.	—
12.	80	28,0	12.	180	34,7	12.	150
13.	100	21,8	13.	170	32,2	13.	130
14.	100	28,0	14.	170	31,4	14.	100
15.	100	28,6	15.	145	30,2	15.	110
16.	118	32,2	16.	75	30,2	16.	60
17.	105	32,4	17.	140	31,1	17.	100
18.	115	32,5	18.	80	28,8	18.	80
19.	110	30,2	19.	85	21,8	19.	100
20.	110	29,2	20.	140	32,2	20.	130
21.	100	29,1	21.	160	31,4	21.	130
22.	155	30,2	22.	140	25,6	22.	130
23.	160	28,8	23.	115	28,0	23.	110
24.	150	27,6	24.	180	30,8	24.	140
25.	150	30,8	25.	130	29,7	25.	160
26.	125	25,2	26.	130	28,3	26.	150
27.	125	28,6	27.	135	29,7	27.	160
28.	180	30,0	28.	175	31,6	28.	160
29.	180	32,4				29.	60
30.	180	28,6				30.	140
31.	100	30,8				31.	170

**Allgemeine Übersicht  
über die Organismen der einzelnen Abschnitte.**

Die Organismenwelt der einzelnen untersuchten Gewässer war recht mannigfaltig, aber an den verschiedenen Stellen oft

nach der Einleitung der Fabrikabwässer der Gewerkschaft  
1. Januar 1914 ab.  
für den Regierungsbezirk Lüneburg.)

Gesamt- härte	April	Chlor mg i. L.	Gesamt- härte	Mai	Chlor mg i. L.	Gesamt- härte
28,6	1.	135	25,5	1.	145	14,4
30,5	2.	—	—	2.	140	23,8
28,6	3.	160	28,0	3.	160	28,3
32,2	4.	160	26,0	4.	140	21,0
30,2	5.	80	16,2	5.	130	26,6
20,7	6.	150	27,4	6.	140	29,1
21,3	7.	120	22,1	7.	160	29,4
16,5	8.	110	23,0	8.	130	25,2
20,2	9.	100	23,8	9.	170	26,3
24,4	10.	90	23,2	10.	170	24,7
23,5	11.	85	23,2	11.	150	23,5
25,2	12.	—	—	12.	170	30,8
26,3	13.	100	24,1	13.	160	31,1
29,7	14.	100	26,3	14.	160	28,3
25,9	15.	125	26,3	15.	—	—
24,1	16.	120	27,1	16.	130	17,9
24,1	17.	250	28,3	17.	70	26,3
23,8	18.	125	26,0	18.	160	26,3
28,0	19.	130	25,2	19.	150	27,7
25,2	20.	230	28,0	20.	175	28,3
27,1	21.	140	29,1	21.	290	24,7
28,0	22.	155	22,4	22.	190	28,6
27,2	23.	—	—	23.	190	28,0
31,2	24.	170	23,8	24.	180	29,1
32,1	25.	180	24,7	25.	185	28,9
32,2	26.	170	26,6	26.	190	29,7
22,0	27.	130	27,2	27.	110	28,8
—	28.	150	29,1	28.	210	30,5
27,4	29.	185	30,0	29.	180	30,2
27,4	30.	160	29,1	30.	—	—
27,4				31.	150	—

großen Schwankungen unterworfen. Auf diesen starken Wechsel sowohl an Zahl der Arten als auch an Individuen an verschiedenen Tagen hat schon Lemmermann bei seinen Untersuchungen über das Plankton der Weser bei Bremen hingewiesen (Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde., Bd. II, 1897).

Um solche Verschiedenheiten möglichst auszugleichen, wurden zahlreiche, ganz verschieden geartete Lokalitäten desselben Abschnittes untersucht, um dadurch ein möglichst vollständiges Bild der Lebewelt zu erhalten. Die tierischen Organismen wurden nur in ihren Hauptvertretern notiert, da es vorwiegend auf eine genaue floristische Untersuchung ankam. Die Tierwelt ist nämlich schon 1903/04 von Hofer genau studiert worden, scheint sich aber seitdem nicht unwesentlich verändert zu haben, so daß eine genauere Untersuchung, zumal eine starke Bereicherung eingetreten zu sein scheint, vielleicht manches interessante Ergebnis liefern würde. An Pflanzen wurden ungefähr 250 Arten festgestellt, vorwiegend Diatomeen, denen deshalb auch das Hauptinteresse bald zufiel. Die Verteilung der gefundenen Arten auf die einzelnen Flüsse ist sehr ungleich. Am ärmsten ist die Oker mit 50 Arten, davon 44 Diatomeen, dann folgt die Mittelriede mit 83 Arten, davon 73 Diatomeen, darauf die Wabe mit 84 Arten, und zwar 72 Diatomeen, und bei weitem übertrifft alle die Schunter mit 158 Arten, unter denen sich 140 verschiedene Diatomeen befinden.

1. Schunter. In der Schunter findet sich oberhalb der Einleitungsstelle in den Monaten der Untersuchung besonders zahlreich *Gammarus pulex*. Die Entwicklung von *Sphaerotilus natans* unterhalb Süpplingen ist nicht mehr vorhanden. Die Flora ist gegenüber anderen Teilen der Schunter arm. Besonders im April gehen hier die Diatomeen stark zurück. Das Wasser ist stets mit großen Mengen eines feinen, braunen Schlammes belastet, der das Netz sofort braun färbt und auch alle Pflanzen und Gegenstände an ruhigeren Stellen überzieht. Insgesamt wurden 34 Arten Algen festgestellt, davon 30 Diatomeen.

Dicht unterhalb der Einleitungsstelle der Gewerkschaft Beienrode wurde durch Proben der Organismenbestand geprüft und festgestellt, daß alle Organismen, die oberhalb gefunden wurden, auch hier in reicher Entwicklung angetroffen werden. Selbst am 18. April 1914, als oberhalb Beienrode die Diatomeen schon stark abnahmen, fanden sich hier neben einer reichen Fauna von *Gammarus*, *Cyclops*, Eintagsfliegenlarven, Libellen- und Mückenlarven noch 22 Diatomeenarten.

Auf der Strecke von Beienrode bis Flechtorf interessierten vor allem die eigenartigen Massenentwickelungen von *Vaucheria*, die zu Belästigungen vor den dort liegenden Mühlen geführt haben. Während der Wintermonate konnten größere Ansammlungen vor den Gittern, die Verstopfungen verursachen konnten, nicht festgestellt werden. Allerdings fanden sich sowohl in

Heiligendorf als auch in Hattorf vor dem Gitter zwischen den pflanzlichen usw. Resten auch Algen, doch stellten sie nie die Hauptmasse dar. Zwischen den angeschwemmten Massen saßen große Mengen von Gammarus, die durch das Entfernen dieses Unrates mit vernichtet wurden. Besonders in Hattorf hatten sich auf dem Grunde größere Mengen von Vaucheria angesammelt. Ein dicker, blauschwarzer Faulschlamm bedeckte den ganzen Boden. Hier lebten zahlreiche Asellus und Amoeben, zu denen sich Rädertiere, Mückenlarven u. a. gesellten. An seichteren Stellen fanden sich auch Bestände von Potamogeton crispus, Myriophyllum verticillatum, Elodea canadensis, Glyceria fluitans u. a., zwischen denen vor allem ein reiches Leben herrschte. Soweit sich im Winter feststellen ließ, fanden sich ähnliche Massenansammlungen von Algen nur von Glentorf bis Flechtorf, unterhalb wurden sie nicht mehr angetroffen. Nur vereinzelt, z. B. vor der Brücke bei Querum, fand sich ein größerer Horst von Vaucheria in seichtem, ruhigem Wasser, der stets eine Fundgrube für andere Organismen war und von zahlreichen Fischen als wichtige Nahrungsquelle umlagert wurde. Besonders oft wurde die Stelle am „Knick bei Rühme“ untersucht und stets ein reiches Tierleben festgestellt. Im Februar hatten Gammarus und Asellus die Oberhand, während im April Phryganidenlarven, Cyclops, Naupliuslarven, Egel, Rädertiere, Chironomus- und andere Mückenlarven, Euglenen, Amoeben an ruhigeren Stellen in größeren Scharen auftraten. Hier habe ich besonders auch Untersuchungen angestellt über die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Lebewesen an den verschiedenen Stellen mit ruhigem Wasser und stärkerer Strömung. Während in kleinen Buchten stets eine Fülle der verschiedenartigsten Organismen angetroffen werden, findet man an anderen, der Strömung stärker ausgesetzten Stellen oft kaum die Hälfte wieder. Besonders Gammarus sucht man oft hier vergeblich.

Der Nahrungsreichtum der Buchten lockt dann auch die kleineren Fische an, und große Scharen von Jungfischen ließen darauf schließen, daß der Fischbestand hier recht gut entwickelt ist. Auch größere Fische ließen sich zahlreich an seichteren Stellen beobachten, doch möchte ich darüber sachverständige Fachleute berichten lassen und nur auf diesen Punkt hingewiesen haben.

Dicht unterhalb Bienrode werden neue Kaliabwässer eingeleitet. Unterhalb der Einmündungsstelle dieser Abwässer war ebenfalls eine sehr reichliche Fauna festzustellen und auch die Flora war sehr stark entwickelt. Selbst dort, wo der Sprühregen der Kaliabwässer von dem Rohr ins Wasser ge-

langte, tummelten sich zahlreiche Cyclops und Mückenlarven. Etwas unterhalb, an einer seichteren Stelle am Ufer, fanden sich Ostracoden und Amöben zahlreicher als irgendwo oberhalb. An anderen Stellen, z. B. vor Thune, lebten außerdem zahlreiche Phryganiden- und Ephemeridenlarven, während sich Gammarus trotz eifrigen Suchens im Februar nicht fand. Auch dicht an der Mündung bei Walle war in Büscheln von Fontinalis im Februar nur Asellus zu finden, während an derselben Stelle im März zahlreiche Gammarus sich angesiedelt hatten. Daraus mag aber erkannt werden, wie vorsichtig man bei der Beurteilung des Einflusses von Abwässern sein muß beim Ausfall von gewissen Formen auf Grund einer einmaligen Probe.

Zusammenfassend läßt sich wohl feststellen, daß die Tierwelt in der Schunter auch unterhalb der Einleitungsstellen von „Beienrode“ und „Asse“ mindestens ebenso reichhaltig war wie oberhalb. Selbst unmittelbar an den Einmündungsstellen der Kaliabwässer konnte irgend ein schädlicher Einfluß durch Verminderung der Fauna und Flora nicht festgestellt werden. Auch Jungfische wurden in kleinen Buchten in großen Scharen angetroffen und konnten hier reichliche Nahrung finden.

2. Wabe. Zum Vergleich mit der Schunter wurde die ganz endlaugenfreie Wabe sehr eingehend untersucht. Streckenweise wurden aber organische Abwässer eingeleitet, so daß hier deren Einfluß auf die Organismen beobachtet werden konnte.

Kristallklar kommt das Wasser in Erkerode zutage. In der kalten Quelle leben Gammarus pulex, Asellus aquaticus, vor allem aber Planarien, über deren Arten und ihre Verteilung in der Wabe später noch eingehender berichtet werden soll, da sie als Eiszeitrelikte besonders interessant sind. Endemisch sind in dieser Quelle Melosira arenaria und Batrachospermum Dillenii. Auch eine Vaucheria bildet in der Quelle große Polster. Im weiteren Verlauf ist das Wasser meist seicht, und große Bestände von Zannichellia palustris und Vaucheria bilden Pflanzenbestände, in denen sich eine mannigfaltige Tierwelt tummelt, die von derjenigen der Quelle wenig abweicht, da eine genauere Bestimmung der Arten nicht beabsichtigt war.

Dicht vor Sichte wird das Wasser durch eine Mühle stark gestaut und ist infolgedessen ungefähr 1 m tief. Hier ist plötzlich das ganze Flußbett ausgewachsen mit Potamogeton, Nasturtium, Zannichellia, und vom Grunde holt der Haken auch Polster von Vaucheria herauf. Dort, wo das Wasser durch eine Schleuse in die Freiflut stürzt, haben sich dagegen in dem stark strömenden Wasser nur große Polster von Vaucheria angesiedelt, die stark mit Kalk inkrustiert sind.

Unterhalb Sickte ändert sich plötzlich das Bild des Flusses gänzlich. Infolge der Abwässer von Neu-Erkerode wird das Wasser schmutzig-trübe. Große Mengen von Bakterien überziehen alle Gegenstände. Gammarus ist zwar noch häufig zu finden, aber alle Tiere sind auch überzogen mit Bakterien und Vorticellen, so daß sie ganz „verschimmelt“ erscheinen. Zwischen den Füßen leben zahllose Rotatorien, eine Erscheinung, die auch in der Schunter nach Einfluß der organischen Abwässer unterhalb Süpplingen eintrat. Ciliaten, Borstenwürmer und zahllose Bakterien lassen sofort die starke Verunreinigung erkennen, die auch auf die Pflanzenwelt einschneidend eingewirkt hat. Die Diatomeen sind allein übrig geblieben von den Pflanzen oberhalb Sickte, und von Apelnstedt ab setzt dann, nach Salzdahlum zu immer stärker werdend, eine mächtige Entwicklung von *Cladophora glomerata* ein, so daß oft das ganze Flußbett ausgefüllt ist.

Bald unterhalb Salzdahlum ist die Selbstreinigung beendet, und unterhalb der Zuckerfabrik Rautheim, wo sich die Mittelriede abzweigt, findet sich *Cladophora* nicht mehr, während sie sich in der Mittelriede, die auch organische Abwässer aufnimmt, fortsetzt.

Vor der Mühle in Gliesmarode finden sich in dem aufgestauten Wasser wieder größere Wucherungen von *Vaucheria*, die hier zum erstenmal in Fruktifikation angetroffen wurde, während sonst nur stark gesteigertes vegetatives Wachstum festzustellen war. Es handelt sich hier um *Vaucheria sessilis*, die nach Migula (Kryptogamenflora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz) „hauptsächlich in Teichen, Tümpeln, seltener in fließendem Wasser“ vorkommt. In den zum Teil auch auf der Oberfläche schwimmenden Watten herrscht ein reiches Tierleben. Neben zahlreichen, jetzt wieder ganz parasitenfreien Gammarus finden sich *Asellus*, Chironomuslarven, Wasserkäfer und zahllose kleine Schnecken (*Paludina vivipara*).

Unterhalb der Mühle setzen sich die *Vaucheria*polster fort im ganzen Verlauf bis zur Mündung, besonders an seichten Stellen mit schnell fließendem Wasser. Hier handelt es sich aber um *Vaucheria clavata* (Vauch.) D. C., die auch nur in schnell fließendem Wasser nach Migula vorkommen soll. Die Tierwelt war bei allen Untersuchungen sehr üppig entwickelt.

Besonders interessant sind die großen Scharen von Jungfischen, die im Winter bei Hochwasser in der Wabe von der Schunter her flußaufwärts ziehen und in der Wabe reichliche Nahrung finden. Im März und April ist wieder ein allmähliches Abwandern zur Schunter festzustellen. Die *Vaucheria*-

polster werden in dieser Zeit ganz unansehnlich, fallen in sich zusammen und auch *Gammarus* hat an Zahl zusammen mit den Diatomeen stark abgenommen. Zugenommen haben dagegen die Bestände von *Potamogeton crispus* und *Elodea canadensis*, die schon im Winter mit den *Vaucheriapolstern* abwechselten. Interessant ist ferner *Enteromorpha intestinalis*, die hier im Winter in ganz kleinen Pflänzchen in den Polstern gefunden wird, die sich Ende April schon etwas mehr bemerkbar machen. Es sei hier schon bemerkt, daß in der Schunter nichts von solchen Pflänzchen zu finden war. Da aber im Juni in der Schunter eine sehr starke Entwicklung von *Enteromorpha* einsetzte, so muß man eine Einwanderung aus den Nebenflüssen annehmen, da *Enteromorpha* auch in der Uhrau und Mittelriede zu finden ist. Merkwürdig ist aber, daß die Pflanzen in den kleinen Nebenflüssen ganz unscheinbar und nie in größeren Mengen auftreten, während sie in der Schunter stellenweise zu großen Massen zusammenliegen und die Wasseroberfläche ganz überziehen.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß das Tierleben in der Wabe sehr reichhaltig ist. Besonders auf der letzten Strecke, von der Mühle Gliesmarode bis zur Mündung, finden sich große Scharen von Fischen, denen das Wehr der Gliesmaroder Mühle ein Ziel ihres Aufwärtswanderns setzt. Hier macht auch *Enteromorpha intestinalis* halt. Organische Abwässer rufen im Mittellauf große Veränderungen in der Fauna und Flora hervor, die sich aber weiter unterhalb vollständig wieder ausgleichen, so daß von ihrer Wirkung hier nichts mehr zu verspüren ist. Auch in der Wabe kommen, ähnlich wie in der Schunter, vor einzelnen Mühlen Massentwicklungen von *Vaucheria* und anderen Pflanzen vor, die weiter unten noch besonders behandelt werden sollen.

3. Mittelriede. Dieses Flößchen zweigt sich bei der Zuckerfabrik Rautheim von der Wabe ab, mit der es noch durch einzelne Gräben in Verbindung steht. Die Mittelriede zeigt aber trotz des gemeinsamen Vorfluters ein ganz anderes Bild, bedingt durch organische Abwässer, deren Einfluß hier besonders schön festgestellt werden kann.

Der dichte Besatz von *Sphaerotilus natans*, der im November und Dezember alles überzog und vernichtete, ist wenige Tage nach Aufhören der Einleitung, Anfang Januar, gänzlich verschwunden. Außer Bakterien, Ciliaten und vereinzelt Diatomeen ist an Organismen nichts festzustellen. Vom Februar ab tritt dann eine allmähliche Bereicherung ein, die unten an einzelnen Proben genauer geschildert wird. Bald treten ver-

einzelte Büschel von *Draparnaldia* als erstes Grün auf, ohne aber in diesem Jahre die Massenentwicklung anzunehmen, die z. B. im Jahre 1912 an gleicher Stelle beobachtet wurde. Im März ist dann *Cladophora glomerata* offenbar von oberhalb, wo ja bei Salzdahlum große Mengen sich fanden, eingewandert. Das Flußbett ist an seichteren Stellen mit steinigem Grunde bald ausgewachsen und meterlang fluten die grünen Stränge in der schnell fließenden, immer noch schwach opalisierenden Flut.

Das Tierleben, das bis auf vereinzelte Ciliaten und Chironomuslarven während der Kampagne reduziert war, beginnt allmählich wieder reichhaltiger zu werden und Ende April wurden die ersten kleinen Gammarus und zahlreiche Mückenlarven festgestellt.

Ein Vergleich mit der oft nur wenige Minuten entfernt fließenden Wabe läßt hier deutlich den schädigenden Einfluß der Abwässer der Zuckerfabrik Rautheim erkennen, der sich während der Kampagne noch weit in die Schunter erstrecken muß, ging doch *Sphaerotilus natans* unterhalb der Einmündung noch ungefähr 1 km in der Schunter abwärts.

Fische sind bei Gliesmarode auch Ende April noch nicht in der Mittelriede zu sehen, während sie sich stets in der Wabe tummeln. Von den Algen halten nur einzelne Diatomeen die starke Verunreinigung aus, kommen aber allmählich wieder, nachdem die Einleitung aufgehört hat; alle übrigen Algen verschwinden. Selbst von höheren Pflanzen findet sich im Winter nichts ähnliches wie in der Wabe. Interessant ist vor allem, daß *Cladophora glomerata*, die in der Wabe bei den organischen Abwässern von Neu-Erkerode in der letzten Strecke die Selbstreinigung zu besorgen scheint, auch hier dieselbe Rolle spielt.

4. Oker. Über die Oker liegen bis jetzt noch im Verhältnis zur Größe des Flusses so wenig Beobachtungen vor, daß ein Bild von der Zusammensetzung der Lebewelt darauf nicht aufgebaut werden kann. Außerdem war an einzelnen Partien wegen der umfangreichen Überschwemmungen überhaupt eine Probeentnahme unmöglich, so daß hier später umfangreichere Untersuchungen einsetzen müssen.

Auffallend war aber in allen untersuchten Proben die Armut an Lebewesen, sowohl Tieren als auch Pflanzen, steht doch die Oker mit 44 Arten an letzter Stelle.

### Vergleichende Übersicht der Algen.

Während es sich bei den im vorigen Kapitel vorwiegend behandelten Tieren nur um orientierende Bemerkungen handelte.

die zur Vervollständigung des Bildes aber in gewisser Beziehung beitragen können, sollen jetzt eingehend die Algen behandelt werden. Ihre genaue Bestimmung und Verteilung über die untersuchten Gewässer bildete den Hauptgegenstand der Untersuchungen und sie möchte ich für die Beurteilung des Einflusses der Abwässer in den Vordergrund rücken.

Zur Erläuterung der Tabellen sei erwähnt, daß zur Abkürzung folgende Zeichen angewendet wurden:

- + bedeutet: die betreffende Art findet sich hin und wieder in mehreren Exemplaren,
- soll heißen: daß größere Mengen an allen Stellen zu finden waren, die alle anderen Arten bei weitem überflügeln,
- ⊕ besagt: daß eine Art an manchen Orten massenhaft, an anderen wieder vereinzelt beobachtet wurde.

Eine spätere quantitative Untersuchung nach der Methode von Kolkwitz mit der Planktonkammer, die mit viel Erfolg wiederholt zur Anwendung gekommen ist, muß die hier nach Schätzungen gewonnenen Angaben verbessern und eine weitere Klärung mancher biologischer Fragen bringen. (Tabelle S. 14 bis 23.)

Ein Vergleich der Formen der einzelnen untersuchten Flüsse zeigt die große Verschiedenheit in der Verteilung der einzelnen Arten auf drei so benachbarte Gewässer. Manche Arten kommen an allen untersuchten Stellen vor, wie z. B.:

<i>Achnanthes lanceolata</i> Bréb.	<i>Navicula amphisbaena</i> Borg.
<i>Cocconeis Pediculus</i> Ehrb.	<i>Navicula lanceolata</i> Kütz.
— <i>Placentula</i> Ehrb.	— <i>radiosa</i> Kütz.
<i>Cymatopleura Solea</i> Bréb.	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.
<i>Diatoma elongatum</i> Ag.	Sm.
<i>Melosira varians</i> Ag.	<i>Surirella ovalis</i> Bréb.
<i>Meridion circulare</i> Ag.	<i>Synedra ulna</i> Bréb.

Andere dagegen finden sich nur in einer Probe, z. B.:

<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	<i>Melosira arenaria</i> Moore
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	<i>Navicula cocconeiformis</i> Greg.
— <i>pusilla</i> Grun.	— <i>contenta</i> Grun.
<i>Cymatopleura Moelleriana</i> Grun.	— <i>cryptocephala</i> var. <i>veneta</i>
<i>Eunotia arcus</i> Ehrb.	Kütz.
<i>Fragilaria mutabilis</i> (W. Sm.)	— <i>dicephala</i> W. Sm.
Grun.	— <i>dubia</i> Ehrb.
<i>Gomphonema abbreviatum</i> Kütz.	— <i>elliptica</i> Kütz.
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrb.	— <i>major</i> Kütz.
<i>Pinnularia subcapitata</i> Greg.	— <i>minuscula</i> Grun.
<i>Surirella elegans</i> Ehrb.	<i>Nitzschia acicularis</i> Kütz.
<i>Tabellaria flocculosa</i> Kütz.	— <i>hungarica</i> v. <i>lineares</i> Grun.
<i>Tryblionella tryblionella</i> Hantzsch.	— <i>stagnorum</i> Rabenh.

Es wird zwar eine mehrere Jahre durchgeführte Untersuchung noch manche Ausgleiche schaffen, wichtig ist aber für die Beurteilung der Gewässer nach ihrer Flora überhaupt, wie große Verschiedenheiten hier durch oft ganz unbekannte Ursachen obwalten können. Vor allem ist der Zuzug aus benachbarten Gewässern für die Zusammensetzung der Flora oft von starkem Einfluß, wie an Wabe und Mittelriede zu sehen ist. Es ist darum auch unbedingt nötig, alle Zuflüsse mit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen, wenn man die oft eigenartigen Wandlungen des Artenbestandes an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten verstehen will. Alle außer den angeführten Gewässern noch untersuchten Zuflüsse mit in der Tabelle aufzuführen, würde dem Zweck dieser Arbeit nicht entsprochen haben. Sie sollen deshalb später für sich veröffentlicht werden.

Um die Schwankungen in dem Organismenbestande möglichst auszugleichen, wurden zahlreiche Proben zu einem Gesamtbilde vereinigt. So sind die Floren der einzelnen Abschnitte stets aufzufassen als das Ergebnis zahlreicher Untersuchungen, wobei natürlich viele Formen übereinstimmend waren, was bei der Bestimmung der zahlreichen Diatomeen zwar sehr zeitraubend war, aber, wie ich hoffe, die Zuverlässigkeit der Resultate nicht unwesentlich erhöht hat.

Schon eine Betrachtung der einzelnen Abschnitte hinsichtlich der Anzahl der gefundenen Arten, ganz abgesehen von der Anzahl der Individuen, läßt die großen Verschiedenheiten erkennen. In der Schunter oberhalb Beienrode, also der endlaugenfreien Strecke, fanden sich nur 4 Arten Grünalgen und 30 Diatomeen. Auf der Strecke von der Einleitungsstelle Beienrode bis zur Einleitungsstelle „Asse“ 12 Arten Grünalgen und 112 Diatomeen, also eine Bereicherung von  $10 + 82$  Arten. Von der Einleitungsstelle „Asse“ bis zur Mündung wurden 8 Arten Grünalgen und 82 Diatomeen festgestellt, was gegenüber dem vorigen Abschnitt eine Verminderung von  $6 + 30$  Arten, in bezug auf den ersten Abschnitt aber immer noch eine Vermehrung von  $4 + 52$  Arten bedeutet.

Die Grünalgen sind mit Ausnahme von *Vaucheria*, die in fast allen Abschnitten, besonders aber im Mittellauf oft massenhaft auftritt, meist nur ganz vereinzelt beobachtet worden. Die Hauptmasse der Flora stellen sowohl an Arten- als aber vor allem auch an Individuenzahl die Diatomeen dar, die darum bei einer floristischen Beurteilung eines Gewässers im Vordergrunde stehen müssen.





Namen	Schunter				Wabe		Mittel- riede	Oker	
	Quelle bis Süpplingen	Endlangen der Gewer- schaft Beienrode	Endlangen v. Beienrode und Asse	ab- wässer- frei	abwässer- haltig (organisch)	end- langen- frei		mit End- langen	
<b>Zeichenerklärung:</b> + = vereinzelt, ○ = massenhaft, ⊕ = bald einzeln, bald massenhaft.	bis Süpplingenburg	bis Heiligendorf	bis Thune	bis Zuckerfabrik Salzdahlum	bis Zuckerfabrik Rautheim		Braunschweig bis Zuckerfab. Bichtal		
	bis Groß-Steinum	bis Hattorf	bis Mündung	bis Zuckerfabrik Rautheim	bis Mündung	Mittelriede	Einleitungsstelle Hedwigsburg bis Steinhof		
	bis Beienrode	bis Lehre		bis Mündung	bis Mündung		bis Schuntermünd.		
	Einleitungsstelle Beienrode	bis Mittelriede							
	bis Glentorf	bis Bienrode							
	bis Heiligendorf								
	bis Hattorf								
	bis Flechtorf								
	bis Lehre								
	bis Querum								
	bis Mittelriede								
	bis Bienrode								
	Einleitungsstelle „Asse“								
	bis Thune								
	bis Mündung								
	Quelle bis Sickete								
	bis Zuckerfabrik Salzdahlum								
	bis Zuckerfabrik Rautheim								
	bis Mündung								
	Mittelriede								
	Braunschweig bis Zuckerfab. Bichtal								
	Einleitungsstelle Hedwigsburg bis Steinhof								
	bis Schuntermünd.								
<b>Gymbella pusilla</b> Grun.* . . . . .									
— turgida (Greg.) Grun. . . . .									
— ventricosa Kütz. . . . .									
<b>Denticula crassula</b> Naeg. . . . .									
— denticula Grun. . . . .									
<b>Diatoma elongatum</b> Ag.* . . . . .									
— v. genuina Grun.* . . . . .									
— v. tenuis Ag. . . . .									
— hiemale Lyngb. . . . .									
— vulgare Bory. . . . .									
— v. brevis Grun. . . . .									
— v. capitata Grun. . . . .									
— v. genuina Grun. . . . .									
<b>Diploneis ovalis</b> Hilse. . . . .									
<b>Epithemia granulata</b> Ehrh. . . . .									
— turgida Ehrh.* . . . . .									
<b>Eunotia</b> Arous Ehrh.* . . . . .									
— exigua Bréb. . . . .									
— lunaris Ehrh. . . . .									
<b>Fragilaria capucina</b> Desm. . . . .									





Zeichenerklärung: + = versetzt, ○ = massenhaft, ⊕ = bald einzeln, bald massenhaft.	Schunter							Wabe		Mittel- riede	Oker					
	endlaugenfrei	Endlaugen der Gewerk- schaft Beienrode					Endlaugen v. Beienrode und Asse	ab- wässer- frei	abwässer- haltig (organisch)	Ab- wässer	end- laugen- frei	mit End- laugen				
Namen	Quelle bis Süpplingen bis Süpplingenburg bis Groß-Steinum bis Beienrode	Einleitungsstelle Beienrode	bis Glentorf	bis Heiligendorf bis Hattorf	bis Flechtorf	bis Lehre	bis Querum bis Mittelriede	bis Beienrode	Einleitungsstelle "Asse"	bis Thüne	bis Mündung	Quelle bis Sickete	bis Zuckerfabrik Salzdahlum bis Zuckerfabrik Rautheim bis Mündung	Mittelriede	Braunschweig bis Eichtal	Einleitungsstelle Hedwigsburg bis Steinhof bis Schuntermünd.
<i>Navicula cryptoceph. v. veneta</i> Kütz.*																
— <i>cuspidata</i> Kütz. . . . .																
— <i>dicephala</i> W. Sm.* . . . . .																
— <i>dubia</i> Ehrb. . . . .																
— <i>elliptica</i> Kütz. . . . .																
— <i>exilis</i> Kütz. . . . .																
— <i>gastrum</i> Ehrb.* . . . . .																
— <i>gracilis</i> Ehrb. . . . .																
— <i>v. schizonemoides</i> V. Heurk.																
— <i>hungarica</i> Grun.* . . . . .																
— <i>integra</i> W. Sm.* . . . . .																
— <i>interrupta</i> W. Sm. . . . .																
— <i>lanceolata</i> Kütz. . . . .	+	+														
— <i>legumen</i> Ehrb. . . . .																
— <i>lucidula</i> Grun. . . . .																
— <i>major</i> Kütz. . . . .																
— <i>v. linearis</i> Cleve . . . . .																
— <i>minuscula</i> Grun. . . . .																
— <i>mutica</i> Kütz.* . . . . .																
— <i>nodosa</i> Ehrb. . . . .																
— <i>oblonga</i> Kütz.* . . . . .																
— <i>v. lanceolata</i> Grun. . . . .																
— <i>ovalis</i> Hilse . . . . .																

— <i>peregrina</i> Ehrb.* . . . . .				+		+
— <i>producta</i> W. Sm. . . . .						
— <i>protracta</i> Grun.* . . . . .						
— <i>pusilla</i> W. Sm.* . . . . .						+
— <i>radiosa</i> Kütz. . . . .	+	+	+		+	+
— — <i>v. tenella</i> V. Heurk. . . . .					+	+
— <i>Reinhardti</i> Grun. . . . .						
— <i>rhomboides</i> Ehrb. . . . .						
— <i>rhyngocephala</i> Kütz.* . . . . .					+	+
— <i>salinarum</i> Grun.* . . . . .		+	+		+	+
— <i>scutum</i> V. Heurk. . . . .						
— <i>silicula</i> Ehrb. . . . .						
— — <i>v. gibberula</i> Kütz. . . . .						
— — <i>v. inflata</i> Grun. . . . .						
— <i>sphaerophora</i> Kütz. . . . .						
— <i>tuscula</i> Ehrb. . . . .						
— <i>viridis</i> <sup>v.</sup> <i>commutata</i> Grun.* . . . . .						+
— <i>viridula</i> Kütz.* . . . . .						+
— — <i>v. silesiaca</i> Bleisch. . . . .						
— <i>vulgaris</i> Thwait. . . . .					+	+
— <i>vulpina</i> Kütz. . . . .					+	
— <i>Nitzschia acicularis</i> Kütz. . . . .						
— <i>amphibia</i> Grun. . . . .						
— <i>communis</i> Rabenh. . . . .						
— <i>dissipata v. minutissima</i> W. Sm. . . . .						
— <i>dubia</i> W. Sm. . . . .						
— <i>frustulum</i> Grun. . . . .						+
— <i>gracilis</i> Hantzsch. . . . .		+	+		+	
— <i>Heufferiana</i> Grun. . . . .						
— <i>hungarica v. linearis</i> Grun.* . . . . .						
— <i>linearis</i> (Ag.) W. Sm. . . . .						
— — <i>v. tenuis</i> W. Sm. . . . .						+
— <i>Palea</i> Kütz.* . . . . .						+
— — <i>v. dissipata</i> Rabenh. . . . .						+
— <i>parvula</i> W. Sm.* . . . . .						+
— <i>sigma</i> Kütz.* . . . . .						+
— <i>sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Sm. . . . .	+	+		+	+	+



Zeichenerklärung: + = vereinzelt, = massenhaft, ⊕ = bald einzeln, bald massenhaft.	Schunter							Wabe		Mittel- riede	Oker												
	endlaugenfrei		Endlaugen der Gewerk- schaft Beienrode			Endlaugen v. Beienrode undASSE		ab- wässer- frei	abwässer- haltig (organisch)		end- laugen- frei	mit End- laugen											
	Quelle bis Supplingen	bis Supplingenburg	bis Groß-Steinum	bis Beienrode	Einleitungsstelle Beienrode	bis Glentorf	bis Heiligendorf	bis Härtorf	bis Flechtorf	bis Lehre	bis Querum	bis Mittelriede	bis Beienrode	Einleitungsstelle "ASSE"	bis Thune	bis Mündung	Quelle bis Sickinge	bis Zuckerfabrik Salzdahlum	bis Zuckerfabrik Rauthelm	bis Mündung	Mittelriede	Braunschweig bis Eichtal	Einleitungsstelle Hedwigsburg bis Steinhof bis Schuntermünd.
Nitzschia stagnorum Rabenh. . . . .																							
— subtilis v. paleacea Grun.* . . . .																							
— vermicularis (Kütz.) Hantzsch.																							
Odontidium hiemale (Lyngb.) Heiberg				+																			
— — v. turgidula Grun. . . . .																							
Pinnularia Brébissonii Kütz. . . . .																							
— lata Bréb. . . . .																							
— nobilis Ehrb. . . . .																							
— subcapitata Greg. . . . .																							
— viridis Ehrb. . . . .																							
Pleurostauron legumen Ehrb.* . . . .																							
— parvulum Grun. . . . .																							
— — v. producta Grun. . . . .																							
— Smithii Grun.* . . . .																							
Rhoicosphenia curvata (Kütz.) Grun.*					○	+																	
Rhopalodia ventricosa (Grun.) O. Müll.																							









Von den 140 in der Schunter beobachteten Diatomeenarten finden sich nur 22 in allen drei Abschnitten gemeinsam. Im ersten und zweiten Abschnitt kommen 28 gemeinsame Formen vor, im ersten und dritten wieder 22. Es sind also von den 30 im ersten endlaugenfreien Abschnitt nur 2 Arten hier endemisch, alle anderen finden auch in dem versalzene Teile ihre Daseinsbedingungen.

Zu den 28 Diatomeen des ersten Abschnittes kommen im zweiten 84 Arten neu hinzu, von denen sich 29 auch im dritten wiederfinden. Es sind also im zweiten Abschnitt 55 Formen für die Schunter endemisch, während von den 82 Arten der dritten Strecke 30 nur hier vorkommen. Diese auffallende Bereicherung der Diatomeenflora in dem versalzene Teile der Schunter soll in einem besonderen Kapitel über den Einfluß der Kaliabwässer auf die Flora genauer behandelt werden.

In der Wabe wurden 10 Arten Grünalgen und 74 Diatomeen festgestellt. Die Diatomeen verteilen sich auf die einzelnen Abschnitte (der dritte ist wegen zu wenig zahlreicher Proben fortgelassen) folgendermaßen: Erster Abschnitt 31, zweiter Abschnitt 26 und vierter Abschnitt 53. Gemeinsam haben alle Abschnitte 8 Formen, im ersten und zweiten Abschnitt sind 12, im zweiten und vierten Abschnitt 13 und im ersten und vierten Abschnitt 18 Formen übereinstimmend. Für die einzelnen Strecken ist auch hier eine sehr wechselnde Anzahl von Arten typisch, so in der ersten 8 Formen, in der zweiten 9 und in der letzten 29! Von diesen 29 Arten finden sich 18 auch in der Schunter, unterhalb der Einmündung, so daß man an eine Einwanderung denken könnte. Gegenüber den 38 im vorigen Bericht aufgeführten Arten ist dann die Zunahme auf 53 Arten sehr leicht zu verstehen.

Die Mittelriede ist an Artenzahl mit 72 der Wabe jetzt fast gleich. Im vorigen Bericht konnten nur 31 Arten festgestellt werden, so daß nach Aufhören der Einleitung der Zuckerfabrikabwässer eine Bereicherung um 41 Arten eingetreten ist. Wie diese Zunahme der Arten ganz allmählich erfolgte, je mehr der noch am Grunde liegende Schlamm aufgearbeitet wurde, soll später an den Proben aus den verschiedenen Monaten gezeigt werden. Von den in der Mittelriede gefundenen Diatomeen kommen trotz des gemeinsamen Vorfluters 29 nicht in der Wabe vor. 17 Arten finden sich von diesen in der Schunter unterhalb der Mündung, so daß hier derselbe Vorgang wie an der Wabe zu beobachten ist.

## Über den verschiedenen Einfluß von organischen und unorganischen Abwässern auf die Organismenwelt eines Gewässers.

a) Organische Abwässer. Schon in meiner ersten Abhandlung habe ich kurz hingewiesen auf die Wirkungen, die die Abwässer der Zuckerfabrik Rautheim auf den Organismenbestand der Mittelriede ausgeübt hatten. Vor allem waren alle höheren Algen und die ganze reichhaltige Fauna, die in der entsprechenden Strecke der Wabe sich fand, verschwunden, und typische Abwasserorganismen, vor allem *Sphaerotilus natans*, hatten alles überwuchert. Nur 31 Diatomeenarten repräsentierten die Flora, von denen außerdem nur ganz wenige Arten auch an Individuenzahl stärker entwickelt waren. Ein schädigender Einfluß dieser Zuckerfabrikabwässer war also schon aus diesen Befunden sicher festzustellen.

Über die Wirkung von Zuckerfabrikabwässern auf die Organismenwelt hat in letzter Zeit besonders Hirsch eine interessante Studie veröffentlicht (Allgemeine Zeitschrift für Fischerei, Bd. XIV, Heft 3).

Hirsch konnte bei den Zuckerfabriken von Wolkranshausen, Roßla a. d. Helme, Allstedt, Artern, Alt-Ranft bei Freienwalde a. O. übereinstimmend feststellen, daß besonders in den weiter abwärts von der Einmündungsstelle gelegenen Teilen Fauna und Flora fast vollständig vernichtet waren. Bei den zum Vergleich untersuchten Abwässern der Chlorkaliumfabriken von Ruxleben, Glückauf-Berka, Günthershall-Göllingen, Oldisleben, konnte dagegen (wie oben näher ausgeführt wird) „ein unmittelbar schädigender Einfluß auf die mikroskopische Fauna und Flora nicht wahrgenommen werden“.

Ich möchte zum Vergleich mit der Mittelriede nur die Gesamtzahl der in den einzelnen Proben gefundenen Arten tabellarisch (siehe S. 26) anführen und daneben die Anzahl der darunter befindlichen Diatomeen, um später mit einer gleichen Tabelle über die Kaliabwässer Vergleiche anstellen zu können.

Besonders auffällig ist in allen Proben eine nach dem Einleiten der Zuckerfabrikabwässer starke Abnahme der Gesamtzahl und vor allem eine starke Verminderung der Diatomeen. Während sie vor der Kampagne stets oder oberhalb der Einleitungsstelle über die Hälfte (ja bei Wolkranshausen 21 von 25) ausmachen, erreichen sie während oder nach der Kampagne selten die Hälfte, ja sind oft fast ganz vernichtet, z. B. Allstedt 19:1.

**Zuckerfabrikabwässer.**

Ort (Zuckerfabrik)	Oberhalb der Einleitungsstelle		Unterhalb der Einleitungsstelle					
			vor der Kampagne		während der Kampagne			
	Gesamtzahl	Diatomeen	Gesamtzahl	Diatomeen	Gesamtzahl	Diatomeen	Gesamtzahl	Diatomeen
Wolkramshausen . . . . .	—	—	100 m 25   21		50 m 13   9		9	5
Roßla a. d. Helme . . . . .	100 m 19   8		—	—	50 m 7   4		50 m 13   2	
Allstedt . . . . .	—	—	20 m 15   9		20 m 19   1		—	—
Artern . . . . .	100 m 23   14		—	—	100 m 8   4		100 m 15   4	
Alt-Ranft bei Freien- walde a. O. . . . .	1 km 19   12		—	—	10 m 29   8		400 m 6   2	

Da aber gerade die Diatomeen stets einen so integrierenden Bestandteil der Flora bilden und, wie obige Tabelle zeigt, stark auf äußere Einflüsse reagieren, so können sie für die Beurteilung der Schädlichkeit eines Abwassers mit Vorteil verwandt werden.

Nachdem während der Kampagne für die Mittelriede festgestellt war, daß ihr ungefähr 6 km langer Lauf nicht genügte, um die Abwässer zu verdauen und der dichte Besatz von Sphaerotilus sich noch ungefähr 1 km in der Schunter hinzog, war wenige Tage nach Aufhören der Einleitung der ganze Behang verschwunden. Jetzt fiel erst recht die Verwüstung auf, die angerichtet war, denn außer spärlichen Diatomeen war nichts in den Proben zu entdecken. Es war nun besonders interessant, zu verfolgen, wie allmählich sich immer neue Formen einstellten, von denen besonders eine Massenentwicklung von Cladophora im April dem Flußbett wieder ein freundlicheres Aussehen verlieh.

Zur Veranschaulichung der Zunahme der Diatomeen gebe ich die Resultate der Untersuchung von drei Proben, die am 23. November 1913, 15. Februar und 4. April 1914 an derselben Stelle in der Nähe von Riddagshausen gesammelt wurden. Ich wähle diese Proben, weil hier am 23. November 1913 wäh-

rend der Kampagne eine besonders reichhaltige Flora sich fand, während an anderen Stellen, genau wie bei Hirsch, nur vereinzelte Formen auftraten. Ich glaubte aber diese Probe wählen zu müssen, weil sie zugleich ein Bild gibt, was überhaupt damals noch in dem verschmutzten Wasser leben konnte. Zum Vergleich stelle ich dem gegenüber eine Stelle der Wabe in derselben Entfernung von der Gabelung, also ohne Rücksicht auf die besondere Reichhaltigkeit, zu ganz gleicher Zeit untersucht. (Tabelle S. 28 bis 30.)

Trotz dieser für die Wabe recht ungünstigen Vergleichsanordnung ist doch der große Unterschied der beiden Gewässer in bezug auf die Anzahl und Zusammensetzung der Arten am 23. November 1911 während der Einleitung der organischen Abwässer sehr auffallend, während in den Proben vom 4. April 1914 eine allmähliche Ausgleichung eingetreten ist. Am 23. November 1913 fanden sich in der Mittelriede 24 Arten, in der Wabe dagegen 38 Arten. Am 15. Februar 1914 waren an derselben Stelle in der Mittelriede 31 Arten vorhanden und am 4. April 1914 waren an beiden Stellen 40 Arten.

So interessant biologisch diese allmähliche Bereicherung der Flora ist, so verkenne ich nicht, daß es nur ein indirekter Beweis für die Schädigungen der Zuckerfabrikabwässer auf die Organismen der Mittelriede ist. Denn bei den großen Verschiedenheiten, die in der Zusammensetzung der Flora und Fauna an einzelnen untersuchten Stellen konstatiert wurden, könnten auch zum Teil darin die Unterschiede beruhen. Der direkte Beweis läßt sich aber leicht im Herbst nachbringen, wenn die Flora und Fauna des ganzen Jahres und vor allem kurz vor der Kampagne bekannt ist.

An der Wabe läßt sich ebenfalls der schädigende Einfluß organischer Abwässer auf Flora und Fauna einwandfrei feststellen. Schon die Anzahl der Diatomeen zeigt im zweiten Abschnitt eine Abnahme, um nach Vollendung der Selbstreinigung wieder bedeutend zu steigen. Vor allem aber treten höhere Algen in der polysaprobe Zone vollständig zurück, um später in ganz bestimmten Arten durch Massenentwicklung (*Cladophora glomerata*) die nun mineralisierten Stoffe zu verarbeiten und dann wieder ganz ähnliche Verhältnisse und auch ähnliche Floren und Faunen wie im ersten Abschnitt zu schaffen.

Auf die großen Unterschiede in der Zusammensetzung der Tierwelt in Mittelriede und Wabe ist schon oben hingewiesen. Ich habe am Schluß der Tabelle S. 28 bis 30 die Hauptvertreter

	Mittelriede			Wabe	
	23. November 1913	15. Februar 1914	4. April 1914	23. November 1913	4. April 1914
+ = vereinzelt					
○ = massenhaft					
⊕ = wechselnd					
Sphaerotilus natans Kg. . . . .	○	+			
Beggiatoa alba Vauch. . . . .	○	+		+	
Oscillatoria Fröhlichii f. fusca Kirchn.	+			+	+
Closterium acerosum (Schrank) Ehrb.				+	+
— — v. minus Hantzsch. . . . .				+	
— — v. elongatum Bréb. . . . .				+	
— moniliferum (Bory.) Ehrb. . . . .	+		+	+	+
	(1 Exempl.)				
Cladophora glomerata (L.) Kg. . . . .			⊕		
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag.		+			
Vaucheria spec. . . . .				+	
— clavata Vauch. . . . .					+
Enteromorpha intestinalis Lück. . . . .				+	+
Achnanthes exilis Kütz. . . . .			+		
— Hauckiana Grun. . . . .	+				
— linearis W. Sm. . . . .			+		+
— lanceolata Bréb. . . . .		+	+		+
Amphora Normani Rabenh. . . . .					+
— ovalis Kütz. . . . .			+	+	+
— — v. Pediculus A. Schum. . . . .	+				
— veneta Kütz. . . . .			+		
Cocconeis Pediculus Ehrb. . . . .	+	+	+	+	+
— Placentula Ehrb. . . . .			+	+	
Cyclotella operculata Kütz. . . . .	+	+	+	+	+
Cymatopleura Solea Bréb. . . . .	+	+	+		+
— — v. apiculata Ralfs. . . . .			+		
Cymbella cymbiformis . . . . .		+			
— turgida (Grég.) Grun. . . . .			+		
— ventricosa Kütz. . . . .					+
Diatoma elongatum Ag. . . . .		+			+
— hiemala Lyngb. . . . .	+	+		+	
— vulgare Bory. . . . .				+	
Eunotia lunaris Ehrenb. . . . .					+
Fragilaria Harrisonii W. Sm. . . . .	+				

	Mittelriede			Wabe	
	23. November 1913	15. Februar 1914	4. April 1914	23. November 1913	4. April 1914
+ = vereinzelt					
○ = massenhaft					
⊕ = wechselnd					
<i>Frustulia rhomboides</i> Ehrb. . . . .				+	
<i>Gomphonema angustatum</i> Kütz. . . . .		+			+
— <i>exiguum</i> Kütz. . . . .		+	+		
— <i>lanceolatum</i> Ehrb. . . . .			+		+
— <i>olivaceum</i> Lyngb. . . . .			+	+	+
— <i>parvulum</i> v. <i>micropus</i> Kütz.				+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> Kütz. . . . .		+	+	+	+
— <i>attenuatum</i> Kütz. . . . .		+		+	+
— <i>Kütznigii</i> Grun. . . . .				+	
— <i>Spenceri</i> W. Sm. . . . .			+		
<i>Melosira varians</i> Ag. . . . .	+	+			
(Auxosporen)					
<i>Meridion circulare</i> Ag. . . . .	+	+	+	+	+
— <i>constrictum</i> Ralfs . . . . .			+		+
<i>Navicula affinis</i> Ehrb. . . . .				+	
— <i>amphisbaena</i> Bory. . . . .	+	+	+	+	+
— <i>cineta</i> Ehrb. . . . .				+	+
— <i>cryptocephala</i> Kütz. . . . .		+	+	+	+
— <i>cuspidata</i> Kütz. . . . .	+	+			
— <i>gastrum</i> Ehrb. . . . .		+			
— <i>hungarica</i> Grun. . . . .			+		+
— <i>integra</i> W. Sm. . . . .		+			
— <i>lanceolata</i> Kütz. . . . .				+	+
— <i>lucidula</i> Grun. . . . .					+
— <i>oblonga</i> Kütz. . . . .			+		
— <i>pusilla</i> W. Sm. . . . .			+	+	
— <i>radiosa</i> Kütz. . . . .			+	+	
— <i>rhynchocephala</i> Kütz. . . . .		+	+	+	
— <i>Schumanniana</i> Grun. . . . .	+				
— <i>viridis</i> var. <i>commutata</i> Grun.			+		+
— <i>viridula</i> Kütz. . . . .		+	+		+
— — v. <i>silesiaca</i> Bleisch. . . . .	+				
<i>Nitzschia amphioxys</i> (Kütz.) Grun.			+		
— <i>dubia</i> W. Sm. . . . .		+			
— <i>gracilis</i> Hantzsch. . . . .		+	+		+
— <i>Heufleriana</i> Grun. . . . .		+			

	Mittelriede			Wabe	
	23. November 1913	15. Februar 1914	4. April 1914	23. November 1913	4. April 1914
+ = vereinzelt					
○ = massenhaft					
⊕ = wechselnd					
<i>Nitzschia linearis</i> (Ag.) W. Sm. . . . .			+		
— <i>Palea</i> Kütz. . . . .			+	+	+
— <i>parvula</i> W. Sm. . . . .			+	+	
— <i>Sigma</i> Kütz. . . . .	+				
— <i>sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Sm.	⊕	+	+		+
<i>Odontidium hiemale</i> (Lyngb.) Heiberg					+
<i>Pleurostauron legumen</i> Ehrb. . . . .				+	
— <i>Smithii</i> Grun. . . . .	+				
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun.	+	+	+	+	
<i>Stauroneis anceps</i> . . . . .					+
<i>Surirella gracilis</i> . . . . .		+			
— <i>ovalis</i> var. <i>ovata</i> Kütz. . . . .	+	+	+	+	+
— — <i>pinnata</i> W. Sm. . . . .			+		+
— <i>saxonica</i> Auersw. . . . .			+		
<i>Synedra pulchella</i> Kütz. . . . .				+	+
— — v. <i>lanceolata</i> O. Meara . . . . .				+	+
— <i>ulna</i> Ehrb. . . . .	+	+			
— — v. <i>biceps</i> Kütz. . . . .			⊕		
— — v. <i>genuina</i> Grun. . . . .			+	+	+
— — v. <i>oxyrrhynchus</i> Kütz. . . . .			+		+
— — v. <i>splendens</i> Kütz. . . . .	+				
— — v. <i>subaequalis</i> Grun. . . . .				+	
Tierwelt:					
<i>Gammarus pulex</i> L. . . . .			+	○	⊕
<i>Asellus aquaticus</i> L. . . . .			+	⊕	+
<i>Chironomus</i> spec. (Larven) . . . . .	+				
<i>Cyclops</i> spec. . . . .				+	+
Naupliuslarven . . . . .			+	+	+
Ostracoden . . . . .				+	
Ciliaten . . . . .	○	+	+	+	
Euglenen . . . . .	⊕				
Vorticellen . . . . .				+	+
Rhizopoden . . . . .				+	+
<i>Elodea canadensis</i> . . . . .				⊕	⊕
<i>Potamogeton crispus</i> . . . . .				⊕	⊕

zusammengestellt, die deutlich den schädigenden Einfluß der organischen Abwässer zeigt.

Es ist nach den angeführten Beispielen ein schädigender Einfluß der organischen Abwässer auf die mikroskopische Fauna und Flora auch bei der Wabe und Mittelriede festzustellen.

In bezug auf die Flora äußerte sich dieser Einfluß in einem völligen Verschwinden der Grünalgen unterhalb der Einmündungsstelle und in einer starken Verminderung der Diatomeen. Wenn diese nicht den Grad erreichte wie bei den von Hirsch untersuchten Fällen, so kann das seinen Grund darin haben, daß die Abwässer nicht so konzentriert waren, denn unsere Braunschweiger Zuckerfabriken zeichnen sich nach den Ausführungen des Herrn Dr. Mügge (in der Braunschweiger Landeszeitung 1914, Nr. 177) durch besonders sorgfältige Kläranlagen aus. Doch selbst dieser Grad der Konzentration genügte, um den Fischen, Gammarus, Grünalgen, zahlreichen Diatomeen usw. den Aufenthalt unmöglich zu machen, die typischen Abwasserorganismen Platz machen mußten. Die alleinige Feststellung von Diatomeen in der Mittelriede nach der Kampagne zeigt aber die wichtige Rolle dieser Ernährung für so viele Tiere bei der Selbstreinigung.

b) Anorganische Abwässer. Der Einfluß der anorganischen Abwässer soll an der Schunter gezeigt werden, wo die Abwässer der Chlorkaliumfabriken von den Gewerkschaften Beienrode und Asse zunächst eine schwächere, darauf eine stärkere Versalzung bewirken.

Schon in dem ersten Bericht gehörten von den 114 überhaupt festgestellten Diatomeen 102 der Schunter an. Davon fanden sich 37 Arten in den unversalzenen, dagegen 87 Arten in dem salzhaltigen Teile, mit 20 gemeinsamen Formen. Während also oberhalb Beienrode nur 17 Arten spezifisch waren, fanden sich unterhalb 67.

Jetzt konnten sogar für die Schunter 140 Diatomeenarten festgestellt werden, von denen, wie oben erwähnt, im ersten Abschnitt 30, im zweiten 112 und im dritten 90 Arten vorkommen. Es ist also bei der Schunter nach dem Einleiten der Abwässer eine sehr starke Bereicherung der Diatomeenflora im Gegensatz zur Wabe im ersten und zweiten Abschnitt festzustellen, was auch schon Hofer 1907 in dem Gutachten des Reichsgesundheitsrates S. 151 feststellen konnte.

Auch die Tierwelt, die bei der Wabe und Mittelriede nach dem Einleiten organischer Abwässer stark dezimiert, ja fast vernichtet war, ist nach dem Einleiten der Kaliendlaugen stets

reich entwickelt. In jedem flutenden Algenbüschel oder in stillen Buchten war der Schauplatz eines vielgestaltigen Tierlebens zu sehen. Auch Fische fanden sich zahlreich, besonders von Querum bis zur Mündung, was bei der reichlichen Nahrung nicht wundert. Wie weit die Klagen der Fischer über eine Abnahme der Fische, die bei den früheren Untersuchungen von Hofer sicher festgestellt sind, auch heute noch bei den günstigeren Verhältnissen zutreffen, wäre gewiß einer erneuten Untersuchung wert. Denn in einem Mangel an Nahrung, wie ihn Hofer 1907 feststellte, kann der Grund für die angebliche Abnahme der Fische nicht mehr gesucht werden. Die großen Scharen von Jungfischen, die in der Wabe und Schunter gesehen wurden, lassen aber vermuten, daß hier jetzt auch wieder nach den abnormen Verhältnissen von 1903 und 1911 ein normaler Fischbestand sich eingestellt hat.

Besonders in den Abschnitten Heiligendorf und Hattorf wird über starken Rückgang der Aalfischerei Klage geführt, der früher namhafte Beträge abgeworfen hat. Schon Hofer hat sich mit der Frage befaßt und ist in seinem Gutachten zu dem Schluß gekommen, daß der Rückgang der Aalfischerei in der Schunter seine einfache Erklärung findet in dem durch die Kaliabwässer hervorgerufenen Nahrungsmangel. Gerade an diesen Mühlen haben sich aber die Massenentwickelungen von *Vaucheria* gebildet, in deren Watten eine reiche Fauna festzustellen ist. Ja in den vor den Wehren sich ansammelnden Pflanzenmassen wurden sie zu vielen Hunderten gefunden, so daß dieser Grund heute nicht mehr in Frage kommen kann. Die Verhältnisse, wie sie jetzt festgestellt werden, dürfen aber bei den durch Kontrolle geregelten Zuflüssen an Abwässer wohl von Dauer sein, da erhebliche Überschreitungen, die früher zu katastrophalen Vernichtungen der Organismenwelt geführt haben, jetzt durch die tägliche Kontrolle sofort bemerkt und verhindert werden.

Allerdings ist bei der Bauart der Wehre, die jeden Aal bei Hochwasser abfangen, aber ein Aufwärtswandern ganz unmöglich machen, ein allmähliches Aussterben ganz unausbleiblich. Denn „die Fortpflanzung findet, nach den Angaben in Brauers Süßwasserflora, nicht im Süßwasser statt, sondern in der Tiefsee — für unsere Flußaale im Atlantischen Ozean, südwestlich von Irland, jenseits der 1000 m-Linie —, nicht innerhalb der Ost- oder Nordsee. Die noch vor Beginn der Geschlechtsreife stehenden erwachsenen Weibchen wandern dazu im Spätsommer und Herbst — namentlich in dunklen Nächten — scharenweise die Flüsse stromab und durch die

Ost- oder Nordsee in den Atlantischen Ozean. Die Männchen steigen nicht über den Unterlauf der Ströme hinaus aufwärts“. Da ein Überwandern der Aalfänge bei der heutigen Güte ihrer Bauart ganz ausgeschlossen ist, so kann der Rückgang der Aalfischerei vielleicht auch so zu erklären und zugleich der beste Beweis für die Richtigkeit der merkwürdigen Fortpflanzungsgeschichte des Aales sein.

Für das allmähliche Abwandern aber der Fische, dessen Grund Hofer in dem Nahrungsmangel sieht, müssen jetzt, da diese Ursache kaum mehr in Frage kommen kann, andere Gründe gesucht werden, denn wir haben keinen Grund, an den Klagen der Fischer überhaupt zu zweifeln. Schon Hofer hat die oberhalb Beienrode eingeleiteten organischen Abwässer erwähnt, die aber nur kurze Zeit die Ursache sein könnten. Doch der Detritus, der im Oberlauf das Schunterwasser oft braun färbt, könnte mit in den Kreis der Möglichkeiten gezogen werden. Besonders unangenehm macht sich dieser feine Schlamm bemerkbar, wenn er sich in größeren Massen ablagert. Dies tritt besonders stark bei den Mühlen von Heiligendorf und Hattorf ein, wo infolge des Stauens das bis dahin schnell fließende Wasser seine Tragfähigkeit verliert und den größten Teil des Schlammes absetzt. In diesem Bodensatz wuchern nun Vaucherien und bilden im Winter einen wohl 30 cm tiefen blauschwarzen Faulschlamm. Bei jeder Fäulnis treten aber Gase auf. Gerade Fische sind aber zum Teil sehr empfindlich dagegen und meiden solche Stellen.

Eine interessante, chemisch später näher zu verfolgende Ursache können auch die Massenwucherungen von Vaucheria für das Abwandern der Fische sein. Lemmermann berichtet bei seinen Untersuchungen über die Forellenteiche von Sandfort über ähnliche schädliche Algenwucherungen (Orientierungsblätter für Teichwirte und Fischzüchter, Nr. 3), die Fischsterben zur Folge hatten. Er nimmt an, daß infolge starker Kohlen säureausscheidung der großen Algenmassen eine Vergiftung eingetreten ist, was durch Experimente sich bestätigen ließ. Auch in der Schunter könnten bei dem stark gestauten Wasser ähnliche Verhältnisse in Frage kommen, die die Fische veranlassen, fortzuziehen.

Für die Beurteilung des Einflusses der Endlaugen auf die Flora ist besonders ein Vergleich der Floren ober- und unterhalb der Einleitungsstellen interessant. Ich gebe darum zwei Proben vom 18. April 1914 hier wieder, von denen die eine kurz vor der Einleitungsstelle der Gewerkschaft Beienrode, die andere unmittelbar unterhalb derselben entnommen wurden.

Mühle Beienrode 18. April 1914	Einleitungsstelle Beienrode, 10 m unterhalb
—	Gammarus pulex, sehr zahlreich
—	Eintagsfliegenlarven
—	Libellenlarven
—	Mückenlarven
Cyclops spec.	Cyclops spec.
Naupliuslarven	—
Achnanthes lanceolata	Achnanthes lanceolata
Cocconeis placentula	—
—	Cocconeis pediculus
—	Cymatopleura elliptica
—	"          solea
—	Cymbella ventricosa
—	Diatoma elongatum
Fragilaria capucina	—
Gomphonema angustatum	Gomphonema angustatum
"          parvulum	—
—	Gomphonema olivaceum
Gyrosigma acuminatum	—
Navicula radiosa	Navicula radiosa
"          cryptocephala	"          cryptocephala
"          amphisbaena	—
"          cuspidata	—
"          minuscula	—
—	Navicula salinarum
—	"          vulpina
—	"          cocconeiformis
—	Neidium productum
Nitzschia sigmoidea	Nitzschia sigmoidea
"          gracilis	"          gracilis
Surirella ovalis	Surirella ovalis
Synedra ulna var. genuina.	Synedra ulna var. genuina
—	"          "          biceps
—	"          "          splendens
Synedra acus	—

Ein Vergleich beider Proben zeigt zunächst, daß die Flora an der Einmündungsstelle selbst immer noch reicher ist, als direkt oberhalb. Allerdings bin ich mir wohl bewußt, daß hier örtliche Verhältnisse mit in Frage kommen, denn das Fehlen der Tiere in der Probe oberhalb, die in anderen Stellen gefunden wurden, ist ein direkter Beweis dafür.

Doch die Flora direkt am Einfluß der Kaliabwässer kann noch weit üppiger sein als die obige, wie eine Probe von der Einleitungsstelle der Asse unterhalb Bienrode vom 22. Februar 1914 zeigen mag, wo in einem Präparat 37 verschiedene Diatomeenarten bestimmt werden konnten.

Ulothrix subtilis	Gyrosigma attenuatum
Cladophora spec.	— acuminatum
Spirogyra spec.	Melosira varians
Closterium moniliferum	Meridion constrictum
— acerosum var. minus	Navicula amphisbaena
Achnanthes lanceolata	— elliptica
Amphora ovalis	— lanceolata
Bacillaria paradoxa	— peregrina
Cocconeis placentula	— radiosa
— pediculus	— viridis
Cyclotella operculata	— viridula
Cymatopleura solea	— — var. silesiaca
Cymbella cymbiformis	Nitzschia dubia
— lanceolata	— heufferiana
— naviculiformis	— vermicularis
— prostrata	Surirella affinis
Ceratoneis arcus	— pulchella var. sub-
Diatoma elongatum	aequalis
— hiemale var. genuina	— ulna var. oxyrhyn-
Fragilaria Harrisonii	chus
Gomphonema constrictum	— — var. splendens
— — var. curta	Cyclops spec.
— acuminatum	Mückenlarven
— — f. Brebissonii	Ostracoden

Besonders auffallend war an dieser Probe die starke Entwicklung von *Bacillaria paradoxa*. Kolonien von 42 Zellen in lebhafter Gleitbewegung legten Zeugnis ab, wie gut dieser Alge die Lebensbedingungen zusagten.

Interessant ist bei dieser Probe, daß auch die Grünalgen mit 5 Arten vertreten sind, trotz dieser gewiß an der Stelle maximalen Konzentration der Versalzung, was wieder den großen Unterschied in der Wirkung organischer und unorganischer Abwässer zeigt.

Wie reichhaltig auch das Plankton eines so verhältnismäßig kleinen Gewässers sein kann, lehrt die Probe vom 4. April 1914, deren Arten ich nachfolgend aufführe.

Naupliuslarven	Achnanthes linearis
Vaucheria spec. (abgeris-	Cocconeis pediculus
sene Stücke)	— placentula
Closterium acerosum var.	Cyclotella operculata
minus	Cymatopleura solea
Achnanthes gibberula	Cymbella ventricosa
— lanceolata	Gomphonema angustatum

Gomphonema curvatum	Navicula radiosa
— lanceolatum	— salinarum
— olivaceum	— viridula
Gyrosigma attenuatum	Nitzschia palea
— acuminatum	— sigmoidea
Meridion circulare	Surirella ovalis var. ovata
Navicula amphisbaena	Synedra ulna var. genuina
— oblonga	— — var. subaequalis
— rhynchocephala	— — var. vitrea

Da jedoch schon obige Proben genügen mögen, die Reichhaltigkeit der Diatomeenflora zu zeigen, so möchte ich noch dem Einwande, besonders günstige ausgesucht zu haben, dadurch begegnen, daß ich die Abschnitte als Ganzes unter sich vergleiche. Auf diese Art und Weise dürfte man nicht nur ein vollständig objektives Urteil erreichen, sondern auch dem Außenstehenden, der die einzelnen Proben nicht nachprüfen kann, Gelegenheit geben, selbst die Angaben zu prüfen und sich ein Bild vom Einfluß der Kaliabwässer auf die Flora zu bilden.

Zunächst ist nochmals festzustellen, daß von den 140 in der Schunter beobachteten Diatomeenarten 28 dem versalzenen und unversalzenen Teile gemeinsam sind. Im unversalzenen Abschnitt kommen nur 2 Arten hinzu, im versalzenen dagegen 112. Eine derart beträchtliche Zunahme an Ernährung kann aber für die Lebewelt der Schunter nicht ohne Folgen sein. Darum ist die Frage zu untersuchen: Hat der Salzgehalt des Wassers irgend welche Beziehungen zur Auswahl der Arten? d. h. sind die hinzugekommenen Formen besonders solche, die auch sonst mit Vorliebe in salzhaltigem Wasser angetroffen werden?

Ich stütze mich bei der Untersuchung dieser Frage auf die Angaben von Lindau <sup>1)</sup>, v. Schönfeldt <sup>2)</sup> und Peter <sup>3)</sup>, und habe alle Arten, die nach diesen Autoren als Brackwasserformen bezeichnet werden, mit einem Stern versehen.

Nach Lindau sind davon 49 als im Brackwasser vorkommend bezeichnet, weitere 11 bei v. Schönfeldt, nach Peter noch 8 Formen, zusammen also 58 Brackwasserformen. Von diesen gehen 17 Formen auch in die Mittelriede und den letzten Abschnitt der Wabe, die mit der Schunter ja besonders große Übereinstimmung zeigen. Diese merkwürdige Bereicherung der Diatomeenflora kann man also als eine direkte Folge

<sup>1)</sup> Lindau, Die Algen, I. Abt. — <sup>2)</sup> v. Schönfeldt, Bacillariales in Süßwasserflora, v. Pascher, Heft 10. — <sup>3)</sup> Peter, Der Diatomaceenbestand in Südhannover usw. Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1913, Heft 1.

der Versalzung ansehen, da die Mehrzahl der Formen infolge der Kaliabwässer Lebensbedingungen gefunden haben, die ihnen auch sonst im Brackwasser ähnlich geboten werden. Da aber die Diatomeen für viele Tiergruppen die Hauptnahrung darstellen, so ist auch deren Vermehrung eine biologische Notwendigkeit, was sich auch in dem reichen Tierbestande, der überall zu finden war, kundgibt.

Diese Bereicherung der Diatomeenflora ist aber nicht nur für die Schunter charakteristisch, sie findet sich auch in anderen Flüssen mit Kaliabwässern, ohne daß allerdings in den Arbeiten bis jetzt darauf Wert gelegt wurde. Einen Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung liefert z. B. Hirsch in der oben schon angeführten Arbeit über den Unterschied in der Wirkung organischer und anorganischer Abwässer auf die Flora. Ich stelle die Gesamtzahl der gefundenen Organismen hier den Diatomeen in einer Tabelle gegenüber, die mit der oben für die organischen Abwässer angeführten verglichen werden soll.

Kaliabwässer.

Ort	Oberhalb der Einleitungsstelle		Unterhalb der Einleitungsstelle	
	Gesamtzahl	Diatomeen	Gesamtzahl	Diatomeen
Gewerkschaft „Glück- auf“-Berka . . . . .	15	11	20	15
Gewerkschaft „Gün- thershall“-Göllingen	19	13	24	21
Chlorkaliumfabrik Ol- disleben . . . . .	16	10	15	8

In den beiden ersten Fällen ist das Überwiegen der Diatomeen besonders auffällig, während sie im letzten Falle nur etwas über die Hälfte ausmachen. Interessant ist aber (mit Ausnahme des letzten Falles) auch hier die besonders im zweiten Beispiel stark hervortretende Vermehrung der Diatomeen unterhalb der Einleitungsstelle. Ja das Steigen der Gesamtzahl nach dem Einleiten der Endlaugen, das schon an und für sich wichtig ist festzustellen, ist fast ausschließlich auf Kosten der Diatomeen zu setzen. Mit den Proben verglichen, die ich aus der Schunter angeführt habe, sind ja die von Hirsch studierten Stellen noch recht arm an Diatomeen. Die Probe direkt an der Einmündung der Asse enthält z. B. 46 Formen,

also über das Doppelte der reichsten Flora von Hirsch mit 21 Diatomeen. Nach dieser Zunahme an Arten überhaupt und Diatomeen im besonderen ist der Schluß von Hirsch sehr vorsichtig zu nennen, wenn er aus seinen Proben schließt: „Fassen wir die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammen, so müssen wir sagen, daß ein unmittelbar schädigender Einfluß auf die mikroskopische Fauna und Flora nicht wahrgenommen werden konnte“. Ja, wenn er gar im Schluß meint, „infolge der Einmündung der Kaliendlaugen keinen stark bemerkbaren Rückgang in der Zusammensetzung der mikroskopischen Fauna und Flora der Gewässer“ bemerken zu können, so ist nach unserer tabellarischen Übersicht eine oft stark bemerkbare Zunahme bei den anorganischen Abwässern gar nicht zu verkennen im Gegensatz zu den organischen, wo eine starke Verminderung, ja oft völlige Vernichtung ebenso klar zutage tritt.

#### Die Bedeutung einer Vermehrung der Diatomeen durch Kaliendlaugen für die Fischzucht.

Die Vermehrung der Diatomeenflora durch die Abwässer der Kaliwerke, die nach den Befunden an der Wipper und Schunter als Tatsache angesehen werden muß, kann aber vielleicht auch für unsere Teichwirtschaft verwertet werden. Es ist schon eine alte Gepflogenheit der Asiaten, ihre Fischteiche mit Brackwasser zu beschicken, die hierdurch nur wissenschaftlich erklärt und auch bei unseren Fischzüchtern (natürlich nach eingehenden Vorversuchen über Dosierung usw.) wieder in Anregung gebracht werden soll.

In einem Artikel der Zeitschrift Die Ernährung der Pflanze (10. Jahrgang, 1914, vom 15. Januar) betitelt: „Fischzucht der Kgl. Domäne Peitz“, macht Fischereidirektor a. D. Heyking interessante Angaben über die Teichwirtschaft der Asiaten. Er schreibt: „Schon Susta hat betont, Wasser sei weiter nichts als flüssiger Boden. Das wissen auch die Asiaten schon seit Jahrtausenden. Sie düngen ihre Fischteiche, zu denen sie mit Vorliebe brackiges Wasser verwenden, mit Kompost, dem sie, im Falle daß kein salzhaltiges Wasser zur Verfügung steht, gesalzene Eierschalen zusetzen, um künstlich salzhaltiges Wasser zu erzeugen.“

Genau die gleichen Verhältnisse liegen aber auch bei der von mir sehr eingehend studierten Schunter vor. Die Kaliabwässer, in der mäßigen Konzentration, die unsere oben zitierte Tabelle angibt, machen das Wasser schwach brackig.

Die Abfallstoffe der anliegenden Dörfer, Molkereien, Zuckerrfabriken usw. sorgen für die nötigen Fäulnisstoffe und die ziemlich bedeutende natürliche Härte für den Kalk, so daß die von den Asiaten als gut erprobten Dungstoffe alle vorhanden sind. Wie steigert sich aber dadurch der Ertrag an Fischen?

Zur Untersuchung dieser Frage möchte ich zunächst auf Untersuchungen von Lemmermann an den Forellenteichen in Sandfort bei Osnabrück <sup>1)</sup> hinweisen. Dabei wurde „als ein ganz besonders charakteristisches Merkmal der Teiche“ der „ungemeine Reichtum an Bacillariaceen“ hervorgehoben, die auch die schädlichen Saprologien vernichten. „Eine weitere Tatsache, welche sich aus den Untersuchungen ergibt, ist das üppige Wuchern der Bacillariaceen in dem kühlen Wasser der schattig gelegenen Teiche Nr. 6a, 6 und 7 und das Zurücktreten der grünen Algenwatten in diesen Gewässern.“ „Zahlreiche Bacillariaceen, Rotatorien, Würmer, Insektenlarven, Crustaceen und Schnecken halten sich zwischen den Watten auf. Kein Wunder, daß daher auch die jungen Fische, besonders die Karpfen, sich förmlich in die Algenrasen hineinwühlen, um die dort befindliche reiche Nahrung zu verzehren. Die zwischen den Watten lebenden Tierchen aber werden sich wiederum zum größten Teil von den in Menge vorhandenen Bacillariaceen ernähren.“

Also nach Lemmermann sind in den Sandforter Forellenteichen die Diatomeen die Hauptnahrung der jungen Fische. Auch in der Schunter, unterhalb der Einleitungsstelle, besteht der Hauptbestandteil der Flora aus Diatomeen. Dadurch werden aber für die Diatomeenfresser besonders günstige Bedingungen geschaffen. Sie vermehren sich und haben selbst wieder eine Vermehrung ihrer natürlichen Feinde, der Fische, zur Folge, was sich in einem gesteigerten Ertrage zeigen muß.

Die Parallele aber zwischen der aus einer langen Praxis entstandenen Erfahrung der Asiaten, wo der gesteigerte Ertrag schließlich sich auch durch eine Vermehrung der Ernährung, nämlich der Diatomeen, eingestellt haben wird, und der durch Kaliendlaugen in der Schunter gleichfalls erfolgten Bereicherung der Diatomeenflora, läßt aber wichtige Schlüsse für unsere Teichwirtschaft zu. Durch eine ähnliche Düngung unserer Fischteiche mit Kaliabwässern, Kompost und Kalk ließen sich vielleicht nicht nur die Erträge

---

<sup>1)</sup> E. Lemmermann, Resultate einer biologischen Untersuchung von Forellenteichen.

bedeutend erhöhen, sondern auch die bis jetzt noch fast wertlosen und lästigen Abwässer zum Teil wenigstens nutzbringend verwerten.

### Die Massenentwicklung von Algen und ihre Ursachen.

Den eigentlichen Anstoß zu diesen Untersuchungen ergaben die schon oben erwähnten Massenentwicklungen von „Salzalgen“, die zu einer erheblichen Belästigung und Störung des Mühlenbetriebes in Heiligendorf und Hattorf geführt haben. Es handelt sich in beiden Fällen um eine *Vaucheria*, deren Art mangels Fruktifikation noch nicht bestimmt werden konnte. Das Wachstumsmaximum liegt nach Aussage der Müller im September. Da die Untersuchungen erst im Oktober einsetzten, so waren nur noch die Nachklänge zu verspüren, während die eigentliche Entwicklung erst in diesem Jahre studiert werden soll. Um aber die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen auch an anderen Flüssen zu lenken, sollen schon jetzt kurz die Beobachtungen der ersten Hälfte des Jahres zusammengefaßt werden.

Ende Oktober war von einer bedeutenderen Massenentwicklung kaum mehr die Rede. Besonders vor der Mühle Hattorf lagen auf dem Grunde noch größere Mengen der *Vaucheria* in einer etwa 25 cm dicken Faulschlammschicht, die auch in späteren Monaten, z. B. noch am 4. Mai, nach Ablassen des Wassers in derselben Ausdehnung festgestellt wurden. Vor den Wehren saßen im Oktober wohl noch größere Mengen von Algen, ohne aber ein Verstopfen der engen Eisengitter veranlassen zu können.

Oberhalb Heiligendorf bei der nächsten Mühle in Glentorf war nichts von diesen Wucherungen zu verspüren, und auch unterhalb hatten nur noch die Mühle von Hattorf und Lehre darüber zu klagen, bei allen anderen war keine nennenswerte Algenentwicklung eingetreten.

Da die Algenwucherungen sich nach Aussage der Müller erst seit einer Reihe von Jahren bemerkbar machen, so lag es nahe, daß sie die erst seit 1897 eingeführten Kaliabwässer dafür verantwortlich machten. Allerdings waren diese Beobachtungen gerade denen der Gutachten des Reichsgesundheitsrates entgegengesetzt, nach denen sich bei sehr starker Versalzung ein schädigender Einfluß auf die Flora bemerkbar machen soll. Dieser Widerspruch zwingt uns aber, die Lösung dieses Problems nicht in der Schunter selbst zu suchen, sondern möglichst in Gewässern ohne Kaliabwässer.

Besonders Lemmermann hat über ähnliche Algenwucherungen berichtet, die den Grund der obenerwähnten Untersuchung der Forellenteiche bei Sandfort bildeten.

Die Teiche wurden im Jahre 1874 zum erstenmal besetzt. Eine abnorme Erscheinung trat während des ganzen Jahres nicht ein, während nach der Besetzung im zweiten Jahre sich in den warmen Tagen des April und Mai ein Massentwckelung von Spirogyra und Cladophora einstellte, die das Wasser vollständig durchsetzten, undurchsichtig machten und die Siebe verstopften. „Als das Wachstum der Algen diesen Höhepunkt erreicht hatte, starb in kurzer Zeit eine ziemlich große Anzahl der Forellen, und zwar unter ganz auffälligen Symptomen. Merkwürdigerweise gingen die meisten Fische während der Nacht ein und lagen am anderen Morgen tot im Wasser.“ Auch in einem Reserveteiche trat 1896 nach Besetzung mit Forellen eine starke Entwicklung von Fadenalgen ein, die, wie Herr Prof. Hofer mir persönlich bestätigte, eine Kalamität der Fischteiche überhaupt ist.

Bei meinen Untersuchungen sind mir aber an der Wabe vor den Wehren der Mühlen vor Sickle und Gliesmarode ähnliche Algenwucherungen aufgefallen, die zum Vergleich mit den gleichen Verhältnissen sehr wertvoll sein könnten für die Erklärung der Frage nach der Ursache solcher Massentwckelungen von Algen in Flußläufen.

Bei Sickle war in den Frühlingsmonaten die Wabe fast ganz mit Pflanzen zugewachsen, unter denen Nasturtium spec., Zanichellia palustris und große Polster von Vaucheria die Hauptmasse bildeten. Nach Aussage des Müllers lösen sich die Pflanzen zum Teil zeitweise los und können vor dem Wehr auch lästig werden.

Bei der Mühle in Gliesmarode war es lediglich Vaucheria, die sehr üppig wucherte. Große Watten schwammen auf der Oberfläche und dazwischen eine sehr üppig entwickelte Kleinlebewelt, wie sie auch Lemmermann bei seinen Untersuchungen schildert. Hier fruktifizierten die Algen auch und ließen sich deshalb als Vaucheria sessilis bestimmen, während in allen anderen Fällen nur stark gesteigertes vegetatives Wachstum festzustellen war.

Schon aus den angeführten Beispielen der Sandforter Forellenteiche und vor allem der sehr ähnlichen Verhältnisse in der Wabe läßt sich schließen, daß die Algenwucherungen in der Schunter auch ohne Kaliabwässer möglich sind.

Auch Herr Prof. Dr. Kolkwitz hat die Massentwckelung der Algen in der Schunter studiert, kommt aber zu dem

Ergebnis, daß wohl eine Beeinflussung durch Kaliabwässer vorhanden sein könnte, daß aber trotz einer Beobachtung an Ort und Stelle bei der zu wenig bekannten Lebensgeschichte von *Vaucheria* kein sicherer Grund für die Ursachen dieser eigenartigen Massenwucherungen gefunden werden konnte.

Welche Ursachen es sind, entzieht sich bis jetzt auch meiner Kenntnis, da der physikalisch-chemische Bedingungskomplex, der diese Wucherungen veranlaßt, in seinen Einzelheiten zunächst genau erforscht werden muß.

Interessant und von Wichtigkeit ist aber vielleicht schon die Beobachtung, daß in allen Fällen organische Stoffe zugegen sind. In der Schunter sind es große Mengen von Schlamm, die sich gerade vor diesen Mühlen infolge der durch die Stauung verminderten Tragfähigkeit absetzen. Bei den Mühlen der Wabe spielen vielleicht dieselbe Rolle die organischen Abwässer von Neu-Erkerode. Daß auch die Stauung mit zu den Faktoren zu zählen ist, geht daraus hervor, daß unterhalb der betreffenden Mühlen die Entwicklung plötzlich aufhört. Ja bei der Wabe setzt unterhalb Gliesmarode die Entwicklung einer ganz anderen Art, nämlich *Vaucheria clavata*, ein, die in dem schnell fließenden Wasser ihre besten Lebensbedingungen findet. Sie bedeckt stellenweise den ganzen Grund und ist eine Zufluchtsstätte für die mannigfaltigste Kleinlebewelt und dadurch eine Hauptnahrungsquelle der Jungfische.

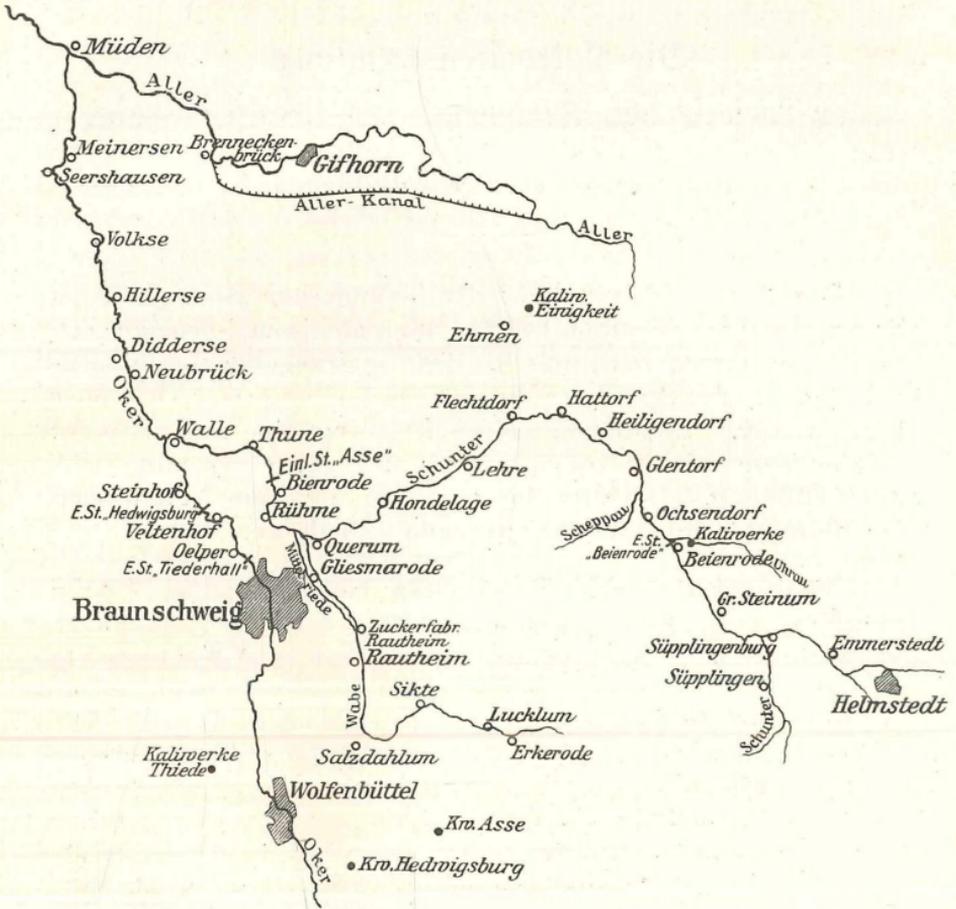
Ich habe schon jetzt einige Punkte dieses Kapitels herausgegriffen, das erst im Sommer eingehend studiert werden soll, um zu weiteren Beobachtungen anzuregen. Die Lösung aber dieser Frage bringt uns nicht nur einen Beitrag zu der wenig bekannten Lebensgeschichte der *Vaucheria*, sondern muß auch für die gesamte Teichwirtschaft vom größten Interesse sein.

Zum Schluß möchte ich allen, die mich bei meinen Untersuchungen unterstützt haben, aufs herzlichste danken, vor allem den Herren Prof. Dr. Hofer und Prof. Dr. Kolkwitz, die mir stets mit ihrem sachverständigen Rat zur Seite standen, sowie Herrn Dr. Peters, der durch Präparation und Bestimmen von Diatomeen wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Braunschweig, im Juli 1914.

---

### Karte des Untersuchungsgebietes.



# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig](#)

Jahr/Year: 1922-1925

Band/Volume: [19 1922-1925](#)

Autor(en)/Author(s): Alten Hermann von

Artikel/Article: [Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer](#)

Gewässer 19-61