

JAHRESBERICHT

der Limnologischen Flußstation Freudenthal

Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt

der Max-Planck-Gesellschaft

1950

Die Limnologische Flußstation Freudenthal

von Martin Scheele

Zur Orientierung der Leser unseres Jahresberichtes soll hier nach dem endgültigen Abschluss der Gründung die Aufgabe, Organisation und Entwicklung der Flußstation noch einmal zusammenfassend dargestellt werden. Es folgt eine Liste der bisherigen Veröffentlichungen, die ausserhalb der Jahresberichte erschienen sind (Ein Inhaltsverzeichnis der beiden nunmehr vorliegenden Jahresberichte befindet sich am Schluss dieses Heftes) und eine kurze Uebersicht über die wichtigsten im Gang befindlichen Arbeiten. - Künftig wird den Jahresberichten dann nur eine Uebersicht über das jeweilige Berichtsjahr vorangestellt werden.

Die im Juli 1949 als Aussenstelle der Hydrobiologischen Anstalt in den Rahmen der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften übernommene Limnologische Flußstation Freudenthal wurde während der Jahre 1947 bis 1950 aufgebaut.

Ihr Arbeitsobjekt ist die Weser mit den Quellflüssen Werra und Fulda, das einzige grössere von der Quelle bis zur Mündung ganz in Deutschland liegende Flußsystem.

Zwei Forderungen standen als Voraussetzung für eine Erfolg versprechende Arbeit bei der Gründung der Flußstation im Vordergrund:

Einmal kann man dem ganzheitlichen und damit vielseitigen Charakter der Binnengewässerforschung (Limnologie) nur dadurch gerecht werden, dass man eine nicht zu geringe Zahl von Mitarbeitern ansetzt. Die wichtigsten Disziplinen wie Physiographie, Mikrobiologie, Bakteriologie, Botanik, Zoologie und Fischereibiologie müssen vertreten sein.

Zum anderen erfordert die Flußforschung ein weit verzweigtes Arbeiten, weil sich das Flußsystem über ein ausgedehntes geographisches Areal erstreckt. Es ist daher notwendig, verschiedene Zweigstellen an den günstigsten Punkten des Gesamtflusses einzurichten.

Trotz der geringen zur Verfügung stehenden Mittel konnten beide Forderungen durch die Beteiligung ehrenamtlicher Mitarbeiter einerseits und die Unterstützung grosszügiger Gönner andererseits verwirklicht werden.

Nach Abschluss der Gründung ergibt sich somit folgende Gliederung der Flußstation:

Die Weserstation (und Verwaltung) befindet sich in Hann.-Münden, das durch den Zusammenfluss von Werra und Fulda eine besondere Bedeutung besitzt. Hier ist auch die Möglichkeit zur Zusammenarbeit mit der forstlichen Fakultät und dem Wasser- und Schiffsamt gegeben.

Bei Witzenhausen (Freudenthal) steht die Werrastation. Sie ist die Keimzelle der gesamten Gründung. Bereits vor der Währungsreform stellte der Graf von Berlepsch dafür das Baugrundstück zur Verfügung. Diese Station liegt etwa in der Mitte des zum Bundesgebiet gehörenden Werra-Abschnittes und bietet unter anderem besonders günstige Möglichkeiten zur Untersuchung von Ueberschwemmungszonen. - Ein pflanzensoziologischer Garten soll hier noch angegliedert werden.

In Schlitz (Oberhessen) liegt die Fuldastation. Das ganze Institut wurde von dem Grafen von Schlitz, gen. von Görtz, modern ausgebaut und eingerichtet und zusammen mit einem privaten Naturschutzgebiet an der Fulda der Flußstation zur Verfügung gestellt. Am oberen Teil des Flusses gelegen, bietet sich von dieser Station aus die Möglichkeit zur Erforschung des gesamten oberen Einzugsgebietes und der Oberläufe des Fulda-Systems.

Ausserdem ist in Hameln an der Weser ein weiterer Mitarbeiter, der über ein eigenes chemisches Labor verfügt, für die Flußstation tätig.

Durch das Zusammenarbeiten dieser Zweigstellen, das zum Teil aus laufenden stationären Untersuchungen, zum Teil aus der Erforschung grösserer Gebiete und Flußstrecken besteht, wird es einmal möglich sein, das gesamte Flußsystem der Weser ganzheitlich zu erfassen.

Liste der ausserhalb der Jahresberichte erschienenen
Veröffentlichungen.

Beling, Demeter - Der Einfluss des Wasserbaues auf die Tierwelt des Dnepr - Stromschnellengebietes. - Verh.d.dtsch. Zoologen in Kiel, 1948.

Illies, Joachim - Carabus variolosus auch heute noch in Westfalen. - Koleopterolog. Ztschr. Jahrg. 1 Heft 1, 1949.

Ders. - Die Fulda-Expedition der Limnologischen Flußstation Freudenthal. - Mikrokosmos, 38. Jahrg., Heft 7, 1949.

Ders. - Nachtrag zu Gehrs Verzeichnis der Netzflügler der näheren und weiteren Umgebung Hannovers. Teil I (Eintagsfliegen, Steinfliegen). - Beitrag zur Naturkunde Niedersachsens, 3. Jahrg., Heft 4, 1950.

Ders. - Die Mölle, faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. Ein Beitrag zur Limnologie der Mittelgebirgsbäche (Dissertation). - Arch. f. Hydrobiologie (im Druck) 1951.

Ders. - Nachtrag zu Gehrs Verzeichnis der Netzflügler der näheren und weiteren Umgebung Hannovers. Teil II (Köcherfliegen, Libellen). - Beitr. zur Naturkunde Niedersachsens (im Druck) 1951.

Müller, Karl - Lebensweise und Vorkommen der Spongilliden in der Fulda. - Mikrokosmos, 39. Jahrg., Heft 4, 1950.

Ders. - Das Fischsterben in der Werra. - Die Binnenfischerei, Heft 6/7, 1950.

Ders. - Das Wachstum des Gründlings (*Gobio fluviatilis* L) - Die Fischwaid, Heft 6, 1950.

Ders. - Ueber einen häufig beobachteten Darmparasiten des Döbels. - Die Fischwaid, Heft 12, 1950.

Scheele, Martin - Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora der Fulda (Dissertation). - Arch. f. Hydrobiologie (im Druck) 1951.

Scheele, Martin - Professor Dr. Demetrius Beling zum Gedächtnis. (Nachruf). - Arch. f. Hydrobiologie (im Druck) 1951.

Ders. - Die Limnologische Flußstation Freudenthal. Eine Forschungsstelle für das Weser-Fluß-System. - Die Weser, Nr. 1, 1951.

In Arbeit befinden sich eine allgemeine Darstellung der Bedeutung des Lochkartenverfahrens für die Biologie (Scheele) sowie vor allem eine grössere physiographisch-landschaftsökologische Abhandlung über das Fulda-Eder-System (Schmitz) und eine fischereibiologische Untersuchung der Fulda (Müller). - In Vorbereitung sind zoologische und botanische Untersuchungen der Oberläufe des Fulda-Systems.

In die Liste der Veröffentlichungen sind auch alle kleinen Aufsätze mit aufgenommen, da ja seitens der Leser dieses Jahresberichtes evtl. Interesse besteht, auch kürzere Feststellungen oder Hinweise für die eigene Arbeit heranzuziehen. Aus einem ähnlichen Grunde wurden ausserdem die im Gange befindlichen Arbeiten erwähnt. - Wir möchten dadurch erreichen, mit allen Stellen, die über gleiche oder ähnliche Probleme arbeiten oder Interesse dafür haben, in Verbindung zu kommen, und das soll auch der Hauptzweck dieses gesamten kurzen Ueberblickes über die Flußstation sein!

Bakteriologische Untersuchungen während der
Fulda-Expedition 1948 (vorl. Mittlg.)

von A. Beling

Die hier vorgelegten Ergebnisse beruhen auf dem Material, das während der Fulda-Expedition der Flußstation (13.-30.9.1948) eingebracht wurde.

Weitere Materialeinsammlungen konnten bisher nicht durchgeführt werden, so daß diese Untersuchung nur im Rahmen sanitäts-hygienischer Gesichtspunkte vorgenommen werden konnte. Es wird Aufgabe einer künftigen Fuldaforschung sein, über die bak-

teriologisch-hygienische Analyse hinausgehend zu einer umfassenden Hydrobakteriologie (im Sinne BAIERs) vorzudringen.

Methodik:

Da die Fulda-Expedition zwei Wochen dauerte und wir die ganze Zeit über ohne feste Laboratorien arbeiteten, musste ich eine Methode anwenden, die dieser Schwierigkeit angepaßt war.

Auf Grund meiner früheren Erfahrungen entschloß ich mich für die Anwendung der Membran-Filtermethode.

Diese wurde 1933 in der UdSSR von BARSOFF speziell für Coli-Nachweis in Trink- und Gebrauchswasser ausgearbeitet. Ihr Prinzip besteht in der Konzentrierung der in einer bestimmten Menge Wasser enthaltenen Keime auf der Oberfläche eines Filters. Das Filter wird nach der Filtration direkt auf den Nährboden aufgelegt, um die auf ihm befindlichen Keime zu sichtbaren Kolonien zu entwickeln.

Die Ausführung der Untersuchungen an Ort und Stelle war folgende:

Die Wasserproben wurden im Ober- und Obermittellauf der Fulda mit Hilfe einer an einem Stock befestigten Flasche entnommen. Weiter flußabwärts, wo die Fulda breiter und tiefer ist, wurde ein kleiner Eisnar-Apparat für 100 cm^3 Wasser angewandt. - Jede Wasserprobe wurde auf Keimzahl, Coli und pathogene Keime (Typhus und Paratyphus) geprüft. - Für die Filtration der Wasserproben wurde der Filterapparat "Coli 5" ($\emptyset 3,5 \text{ cm}$) mit einem kleinen Aufsatz (30 cm^3) benutzt. Die Membranfilter waren "Colifilter Nr. 5" ($\emptyset 4,2 \text{ cm}$).

Aus jeder Wasserprobe wurden verschiedene Wassermengen filtriert, und zwar:

1. $0,1 - 1,0 \text{ cm}^3$ für die Bestimmung der Keimzahl. Bei starker Verunreinigung wurde vor der Filtration auf $0,01 - 0,001 \text{ cm}^3$ verdünnt.
2. $1,0 - 10 \text{ cm}^3$ für den Nachweis von Coli. Bei starker Verunreinigung wurde vor der Filtration auf $0,1 - 0,01 \text{ cm}^3$ verdünnt.
3. $5,0 - 30 \text{ cm}^3$ für den Nachweis von Typhus und Paratyphus.

Die Filter wurden dann sofort auf Agar aufgelegt, und zwar auf Nähragar für die Bestimmung der Keimzahl, auf Endoagar für Colinaachweis und auf Wismutsulfitagar (Wilson-Blair) für Typhus und Paratyphus. Ausserdem wurden aus jeder Wasserprobe je zweimal 5 cm³, 10 cm³ und 30 cm³ Wasser filtriert und die Filter anschliessend in sterilen Tüten aufbewahrt. - Nach jeder Filtration wurde der Filterapparat abgeflammt.

Die mit den vorbereiteten Nährböden versehenen kleinen Petrischalen (Ø 5 cm) wurden sofort nach dem Auflegen der Filter in die Taschen eines Gürtels eingelegt, den ich den ganzen Tag über unter meiner Jacke trug. So wurde tagsüber meine Körperwärme, während der Nacht an unseren Haltestellen ein Ofen anstelle eines Brutschanks benutzt.

Gewöhnlich waren die Coli-Kolonien bereits nach 24 Stunden sehr gut zu sehen und zu zählen. Für die Bestimmung der Keimzahl und für Typhus- und Paratyphus-Keime wurden mindestens 48 Stunden benötigt.

Nachdem die Kolonien gezählt waren, wurden die Filter vom Nährboden abgenommen und in das Tagebuch eingeklebt.

Die Petri-Schalen mit Wismutsulfitagar wurden, wenn sie verdächtige Kolonien zeigten, mit Leukoplast zugeklebt und bis zur Rückkehr nach Göttingen aufbewahrt. Dort wurden sie im Hygiene-Institut weiter untersucht, und zwar wurden die verdächtigen Kolonien oder auch einfach das ganze Filter in flüssigen Nährboden (Galle, Müller-Kaufmann) übertragen. Nach 24 bis 48 Stunden wurden aus dem flüssigen Nährboden Abimpfungen auf feste Nährböden (Endoagar, Drigalsky und Wismutsulfitagar) durchgeführt, um Reinkulturen zu erhalten. Diese wurden weiterhin biochemisch und serologisch geprüft, wobei Typhus und Paratyphus einwandfrei gesichert werden konnten.

Die in sterilen Tüten aufbewahrten Filter wurden nach der Rückkehr in Göttingen nach der Barsoff-Methode (2 %ige Erythrosin-Lösung) gefärbt, getrocknet und mit Zedernöl durchsichtig gemacht. Darauf wurden die Bakterien direkt auf dem Filter unter dem Mikroskop ausgezählt.

Für die liebenswürdige Hilfe bei der Durchführung dieser umfangreichen Arbeiten und für die freundliche Ueberlassung von Geräten möchte ich den folgenden Personen und Institutionen herzlich danken: Hygiene-Institut Göttingen (bes. Herrn Prof. Dr. Bürger, Herrn Dr. Kruse und Herrn Schöttler); Medizinal-Untersuchungsamt Göttingen (bes. Frl. Weber); Membranfilter-Gesellschaft, Göttingen.

Unter Anwendung der oben beschriebenen Membranfilter-Methode wurden insgesamt 42 Wasserproben untersucht.

Da sich die 42 Untersuchungsstellen von der Quelle bis zur Mündung über die ganze Fulda verteilen und da alle Proben im Verlauf von 17 Tagen entnommen wurden, können wir auf Grund der Ergebnisse ein klares Bild über den Grad der Verunreinigung des Flusses zu dieser Zeit erhalten.

Für die Zusammenstellung der bakteriologischen Ergebnisse wurde auf die Einteilung zurückgegriffen, die KELLER (nach BRAUN) für die Fulda gibt.

I. Oberlauf (Quelle - Fließmündung).

Die Breite des Baches ist ca. 1 - 2 m, die Tiefe 20 - 75 cm. Bachbett mit Steinen, meist Basalt, bedeckt. Gemessene Wassertemperaturen während der Untersuchungszeit (14. bis 16.9.): 6 - 12,9° C. Die Tiefe der Wasserprobenentnahme bewegte sich zwischen 10 und 50 cm, meist betrug sie 15 cm.

Insgesamt wurden auf dieser Strecke 14 Wasserproben entnommen, deren bakteriologische Ergebnisse in Tabelle 1 dargestellt sind.

Es zeigt sich, dass die Verunreinigung schon auf der Wasserkuppe beginnt. Die Höhe selbst wird zeitweilig als Viehweide benutzt, so daß die Helokrenen unterhalb Quelle 2 bereits verschmutzt sind.

Keimzahl und Coli steigen in der Regel dort an, wo die Abwässer von Ansiedlungen in den Bach fließen. Wegen der geringen Wasserführung der Fulda ist der Grad der Verunreinigung dann gewöhnlich sehr stark.

Tabelle 1 (Oberlauf)

Dat.	Station	km	Keimzahl in		Colinachweis		
			1,0 cm ³ direkt auf MF	auf Agarpl.	filtr. cm ³	Coli- zahl	Titer
14.9.	Fulda-Quelle 1	0	245	15	10,0	0	0
"	Quelle 2	0,05	106	12	10,0	0	0
15.9.	Quellgraben 3	0,5	1010	82	10,0	5	2,0
"	Fuldabach oberh. der Brücke	1,0	8676	130	10,0	48	0,2
"	Fuldabach unter- halb d. Brücke	1,25	8754	150	10,0	29	0,5
"	Fuldabach unter- halb Obernhausen	2,0	17009	920	10,0	92	0,1
"	Fuldabach	3,0	9127	740	10,0	48	0,2
16.9.	Fulda oberhalb Feldbachmündung	4,8	9401	560	10,0	42!)	0,2
"	Feldbach	5,0	2896	96	10,0	7	1,5
"	Fulda unterhalb Feldbachmündung	5,5	13256	620	10,0	45	0,2
"	Fulda unterhalb Gersfeld-Sägew.	8,0	91170	980	10,0	147	0,07
"	Fulda oberhalb Hettenhausen	12	22742	960	10,0	135	0,07
"	Fulda unterhalb der Mühle	18	129804	1440	10,0	296	0,035
"	Fulda oberhalb Fliedemündung	28	101270	810	10,0	187	0,05

!) = Proteus

Wie die Tabelle zeigt, ist die Zahl der direkt auf den Membranfiltern ausgezählten Bakterien bedeutend grösser als die der auf Agar gezogenen Kolonien. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß bei der mikroskopischen Auszählung auch alle die Bakterienarten erfaßt werden, die auf gewöhnlichem Agar kein Wachstum ergeben.

In einigen Präparaten beobachten wir Spirillen, Vibrio, Fadenbakterien, Clostridium u.a., gelegentlich auch Tetrakokken und Diplokokken, die aber in eine Kapsel gehüllt waren und Azotobakter ähnelten. In den Proben 6, 7 und 13 fanden sich Wurmeier.

Interessant ist das sehr unterschiedliche morphologische Bild der einzelnen Proben: In einigen Proben dominieren große, dicke Stäbchen, Streptobazillen, in anderen ganz kleine Stäbchen und Kokken. - Wahrscheinlich hängt dies unterschiedliche Bild mit dem jeweiligen Grad der Verunreinigung zusammen.

II. Obermittellauf (Fliedemündung bis Hersfeld).

Die Breite des Flusses liegt zwischen 15 und 50 m, die Tiefe zwischen 0,30 und 2,50 m. Strömungsgeschwindigkeit durchschnittlich etwa 40 - 50 cm/sec. Der Grund ist kiesig oder sandig, unterhalb der Abwassereinführung der Stadt Fulda schleimig und schlammig. - Gemessene Wassertemperatur während der Untersuchungszeit (17.-21.9.): 11 - 15,8⁰ C.

Insgesamt wurden auf dieser Strecke 11 Proben entnommen. Ihre bakteriologischen Ergebnisse zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2 (Obermittellauf)

Station	km	Keimzahl in		Colinachweis		Wismutsulfid- agar		
		1 cm ³ direkt auf MF	auf Agarpl.	filtr. Coli- zahl cm ³	Titer	Typhus in 30 cm ³	Parat. in 30 cm ³	
Staubereich bei Ziegel Fliede bei Ziegel	34	109544	2910	1,0	12	0,08	-	-
Fulda unterh. Fliedemündung Fulda bei Horas	34	24437	450	10,0	8	1,0	-	-
Fulda unterh. Horas	39	158878	1010	1,0	7	0,15	-	-
Fulda unterh. Horas	40	873200	28600	0,1	172	0,0005	12	7
Fulda unterh. Hüdermündung	43	773200	28400	0,1	159	0,0006	8	5
Schlitz oberh. Fuldamündung Fulda oberh.	51	92262	4200	0,1	9	0,01	-	-
Schlitzmündung Fulda unterh.	70	114718	7200	0,1	12	0,007	5	3
Schlitzmündung Aula oberh.	68	70650	2250	0,1	8	0,01	-	-
Fuldamündung Fulda unterh.	70	150561	10170	0,1	13	0,008	3	4
Aulamündung	91	7728	590	1,0	2	0,5	-	-
	92	127320	7750	1,0	102	0,01	-	-

Wie die Tabelle zeigt, bewegen sich Keimzahl und Colititer je nach dem Grad der Verunreinigung in weiten Grenzen.

Den höchsten Grad der Verunreinigung zeigt die Fulda auf dieser Strecke unterhalb der Stadt Fulda. Die Abwassereinführung steht dort in keinem erträglichen Verhältnis zur Gesamtwasserführung, wodurch der hohe Verschmutzungsgrad bedingt wird.

Die erste Probe wurde unmittelbar unterhalb der Abwassereinleitung genommen (Horas). Stromabwärts ist die Fulda von hier ab zunächst von normalen tierischen und pflanzlichen Besiedlern entvölkert. Das Wasser ist trübe und die Oberfläche mit einer dünnen Fettschicht bedeckt.

Drei bis vier Kilometer unterhalb der Abwassereinleitung macht der Fluß einen grossen Bogen. Seit Bett ist dort tief eingegraben (2 m). Hier setzt sich der Schmutz grösstenteils zu Boden und verleiht diesem eine schwarz-graue Färbung. Die Algen und übrigen Pflanzen sind mit Schleim bedeckt. Hier wurde die nächste Wasserprobe (Nr. 19) entnommen.

Auch der weitere Flußverlauf (bis zur Einmündung der Lüder) steht im Zeichen einer starken Verschmutzung.

Bei der Einmündung der Lüder sinkt der Verschmutzungsgrad dann erheblich, was einmal auf das sauberere Wasser der Lüder, außerdem aber offenbar auf einen Selbstreinigungsprozeß zurückzuführen ist, der bis zu diesem Punkt in der Fulda vor sich gegangen ist. Diesen Selbstreinigungsprozeß wies auch SCHMITZ (Jahresbericht 1949) für diese Strecke nach.

In dieser Region wurden auch pathogene Bakterien nach der oben geschilderten Methode nachgewiesen. Aus den verdächtigen Kolonien wurden insgesamt 5 Stämme Typhus und 6 Stämme Paratyphus (B) gezüchtet, die den biochemischen und serologischen Anforderungen entsprachen. - Dieselben Krankheitserreger wurden auch in der Schlitz unterhalb der Abwassereinführung der Stadt Schlitz nachgewiesen.

Abschliessend sei bemerkt, daß auch im Obermittellauf das morphologische Bild der einzelnen Bakterienproben deutlich unterschiedlich war. Bei Abwassereinführungen traten besonders große Spirillen, dicke Diplobazillen, Streptobazillen und verschiedene Stäbchen hervor. Kokken waren im Verhältnis zu anderen Formen nur sehr wenig vertreten. - Bei sauberem Wasser (z. B. Probe Lüdermünd, Nr. 20) war dagegen die Zahl der Kokkenformen viel grösser als die der Stäbchen. Spirillen wurden hier überhaupt nicht beobachtet.

Man hat also den Eindruck, als ob man einige Formen von Bakterien als polysaprob, andere als oligosaprob bezeichnen könnte. Diese Frage erfordert zu ihrer Klärung allerdings weitere Untersuchungen.

III. Untermittellauf (Hersfeld - Edermündung)

Die Breite des Flusses bewegt sich auf dieser Strecke zwischen 25 und 60 m, die Tiefe zwischen 1 und 3,5 m. Strömungsgeschwindigkeit durchschnittlich 100, stellenweise 30 - 80 cm/sec. Der Boden ist mit Steinen bedeckt, die an einigen Stellen stark mit Ranunculus fluitans, Myriophyllum spicatum und teilweise auch mit grünem Schwamm bewachsen waren. - Die gemessene Wassertemperatur während der Untersuchungszeit (22.-24.9.) war 10,2 bis 11,8° C.

Insgesamt wurden auf dieser Strecke 8 Proben in einer Tiefe von 0,25 bis 1,50 m entnommen, deren Ergebnisse auf Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 3 (Untermittellauf)

Station	km	Keimzahl in		Colinachweis		Wismutsul-	
		1,0 cm ³ direkt auf MF	auf Agarpl.	filtr. cm ³	zahl Liter	fitagar Typh.	Para- typh.
						in 30 cm ³	in 30 cm ³
Fulda bei Hersfeld (Flußmitte)	95	27485	5530	1,0	18	0,05	- 2
Haune oberhalb Fuldamündung	100	9320	670	10,0	15	0,7	- -
Fulda unterhalb Haunemündung	102	29750	7840	1,0	20	0,05	- 3
Fulda bei Blankenheim (Mitte)	110	27530	8640	1,0	18	0,05	- -
Fulda bei Lisenhausen (Mitte)	118	9752	750	10,0	20	0,5	- -
Staubereich bei Rotenburg	120	17967	1220	1,0	12	0,075	- -
Fulda unterhalb Rotenburg	128	7545	120	10,0	7	1,5	- -
Fulda bei Niedellenbach (Mitte)	132	9720	250	10,0	9	1,0	- -

Es zeigt sich, daß die Verunreinigung auf dieser Strecke nicht so groß ist wie im Obermittellauf. Von Blankenheim ab ist ein deutliches Fallen der Keim- und Colizahl zu bemerken, das für einen Selbstreinigungsprozeß im Flusse spricht (Die chemischen Untersuchungen von SCHMITZ - Jahresbericht 1949 - bestätigen dieses Bild).

Hinzu kommt allerdings die beinahe verdoppelte Wasserführung in diesem Flußabschnitt und die Tatsache, daß der Fluß von Rotenburg bis Niederellenbach beinahe frei ist von menschlichen Ansiedlungen.

Auf der Strecke Niederellenbach - Guxhagen wurden keine baktericlogischen Untersuchungen vorgenommen.

Pathogene Bakterien wurden unterhalb der Abwassereinführung der Stadt Hersfeld nachgewiesen. Biochemisch und serologisch erwiesen sie sich einwandfrei als Paratyphus B. Die Menge von 2 - 3 verdächtigen Kolonien in 30 cm³ Wasser ist allerdings als gering zu bezeichnen.

IV. Unterlauf (Edermündung - Hann.-Münden)

Die Breite der Fulda von der Edermündung bis Guntershausen bewegt sich zwischen 41,5 und 150 m (Eisenbahnbrücke Guntershausen), die Tiefe zwischen 0,70 und 2,50 m. Der Boden ist steinig, stellenweise stark mit Ranunculus bewachsen. Strömungsgeschwindigkeit 30 - 60 cm/sec. - Die gemessene Wassertemperatur (28./29.9.) betrug 14-16° C.

Von der Edermündung bis Guntershausen wurden vier Proben entnommen, während aus dem Abschnitt zwischen Guntershausen und Kassel keine Wasserproben vorliegen.

Von Kassel bis Hann.-Münden ist die Fulda 60 - 80 m breit und bis zu 3 m tief. Der Boden ist steinig; der Bodengreifer zeigt keine grünen Algen an den Steinen.

Auf dieser Strecke wurden 5 Wasserproben in einer Tiefe von 1 m entnommen.

Die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen im Unterlauf zeigt die Tabelle 4.

Tabelle 4 (Unterlauf)

Station	km	Keimzahl in		Colinachweis			Wismutsulfid-		
		1,0 cm ³ direkt auf auf MF Agarpl.	cm ³	filtr.Coli- zahl	Titer	agar Typhus Para- typhus	in 30 cm ³	30 cm ³	
Fulda oberh. Edermündg. (Mitte)	170	21381	1300	10,0	43	0,2	-	-	
Eder (Fluss- mitte)	170	15568	820	10,0	27	0,45	-	-	
Fulda unterh. Edermündung	171	27320	1850	10,0	45	0,2	-	-	
Fulda bei Buntershausen	175	10347	730	10,0	23	0,5	-	-	

Kassel-Hafen (Mitte)	185		93000	0,01	43	0,0002	-	-	
Fulda unterh. Kassel v. Ab- wassereinl.	195		8800	0,1	7	0,01	-	-	
Fulda unterh. Kassel (unterh. Abwassereinl.)	195		10300	0,1	13	0,003	-	-	
Fulda zwischen Kassel u. Hann.- Münden (Mitte)	200		750	10	8	1,0	-	-	
Fulda bei Hann.- Münden (Mitte)	210		520	10	12	0,8	-	-	

Wie schon im Untermittellauf zeigt sich auch hier die Einwirkung der Gesamtwasserführung auf die Verunreinigung in einem verhältnismässig geringen Grade der letzteren. Besonders deutlich wird diese Erscheinung unterhalb Kassel, wo eine starke Vermischung der Abwässer mit dem Flußwasser stattfindet. Dadurch entsteht der illusorische Eindruck einer plötzlich einsetzenden Selbstreinigung des Flusses.

Das Hafenbecken von Kassel ist die am stärksten verunreinigte Stelle des Unterlaufes. Das nur schwach strömende und deshalb nur wenig mit Flußwasser gemischte Wasser ist durch die Hafenerverunreinigung stark trübe, der Boden schleimig.

Bakterien aus der Gruppe Salmonella wurden nicht eindeutig nachgewiesen, obgleich mehrere verdächtige Kolonien auf dem Wismutsulfidagar auftraten. Bei der Züchtung konnten nur Paracoli und Gelbkeime erhalten werden, welche möglicherweise bei ihrer

Anreicherung die pathogenen Keime (Typhus und Paratyphus) unterdrückt haben. Es ist allerdings auch möglich, daß die filtrierte Wassermenge für den Nachweis pathogener Keime in diesem Bereich des Flusses zu gering war.

Zusammenfassung.

- 1.) Der Oberlauf und Obermittellauf sind die am stärksten verunreinigten Teile des Flusses.
- 2.) Unterhalb der Städte Fulda, Schlitz und Hersfeld wurden Typhus- und Paratyphuskeime nachgewiesen. Obgleich zur Zeit unserer Untersuchungen keine Typhusepidemie in der Umgebung der Fulda vorlag, muß der starke Gehalt des Fulda-wassers an den Erregern dieser Krankheit als ein bedenkliches Zeichen für den Grad der Verunreinigung angesehen werden. Besonders im Ober- und Obermittellauf des Flusses, der sich durch geringe Wasserführung auszeichnet, wird das Gewässer zum Abwasserkanal, der als Seuchenherd eine dauernde Bedrohung für die Bevölkerung darstellt.
- 3.) Das steile Fallen der Keim- und Colizahl an einigen Stellen des Flusses kann zum Teil als Selbstreinigungsprozeß, zum Teil durch die erhöhte Wasserführung erklärt werden.
- 4.) Das Bakterioplankton zeigt bei der mikroskopischen Betrachtung deutliche Unterschiede, so daß der Grad der Verunreinigung auf diese Weise erkennbar wird.

Die Ephemeriden, Plecopteren und Trichopteren der Fulda-Expedition 1948

von Joachim Illies

Im folgenden werden die Ergebnisse der Durchsicht des Materials mitgeteilt, das während der Fulda-Expedition der Limnologischen Flußstation Freudenthal im September 1948 an 40 Stellen entlang der Fulda (einschl. einiger Nebenflüsse) eingesammelt wurde.

Da zu diesem Material bisher fast keine Ergänzungsfänge aus späteren Jahren vorliegen, und da in den hier behandelten

Gruppen eine eindeutige Bestimmung oft erst nach Berücksichtigung der Imagines möglich ist, wird es der eingehenden Sammlung und Züchtungstätigkeit der folgenden Zeit bedürfen, ehe an eine biozönotische Gliederung in gleichem Ausmaße wie bei den Coleopteren (siehe Jahresbericht 1949 p. 11-16) gedacht werden kann. So geht die folgende Darstellung kaum über eine faunistische Aufzählung hinaus, obwohl sich in einigen Fällen, - besonders bei Gattungen, die mit mehreren Arten vertreten sind, - die vikariierende Verbreitung im Flusse bereits erkennen läßt.

Bei jeder aufgeführten Art ist angegeben, ob sie als Larve (L), Puppe (P) oder Imago (I) beobachtet wurde.

I. Ephemeroptera (Eintagsfliegen).

Da die Eintagsfliegenlarven in fast allen Teilen des Flusses die weitaus größte Individuenzahl unter den benthischen Besiedlern stellen und deshalb in jeder Probe in Anzahl enthalten sind, dürfte ihre Liste noch am ehesten einen gewissen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die eindeutige Bestimmung ist in vielen Fällen schon bei den Larven möglich, bei der in diesem Stadium fast unbestimmbaren Gattung *Baetis* aber erwies sich der Zeitpunkt der Expedition als sehr günstig: Vier Arten hatten ihre Flugzeit im September und schlüpfen zum Teil während des Fanges und beim Ausschuchen des Materials in der Schüssel.

1. *Ephemera danica* Müll. (L) Hettenhausen
2. " *lineata* Etn. (L) Guntershausen

Diese Art ist in Deutschland recht selten und bisher nur aus dem Elster- und Fichtelgebirge (SCHÖNEMUND) sowie dem Thüringer Wald (ULMER) bekannt.

3. *Potamanthus luteus* L. (L) Lissenhausen
4. *Oligoneuriella rhenana* Imh. (L) Welkers (und in der Haune)

Bisher ist diese Art in Deutschland nur aus dem Rhein und seinen Zuflüssen bekannt und wird deshalb zu den postglacialen Nordwanderern südlicher Herkunft mit vorgeschobenem linken Flügel im Rheintal gerechnet (THIENEMANN). Ihr Auftreten im Wassersystem ist somit von hohem faunistischen und verbreitungsgeschichtlichen Interesse.

5. Epeorus assimilis Eat. (L) Oberlauf bis Mdg. Feldbach
6. Ecdyonurus forcipula Pict. (I) Oberlauf bis Gersfeld (u. Ellenbach)
7. " venosus Fbr. (L) Oberlauf bis Bronnzell (und Haune)
8. " dispar Curt. (L) Lispenshausen bis Guntershausen
9. Heptagenia flava (L,I) Hersfeld, Beiseförth)
10. " sulphurea Müll. (L) Lispenshausen bis Guntershausen
11. Rhitrogenea semicolorata Curt. (L) Obernhausen (u. Haune)
12. Baetis pumilus Curt. (I) Niederellenbach
13. " scambus Eat. (I) Blankenheim bis Niederellenbach
14. " vernus Curt. (I) Blankenheim
15. " bioculatus L. (I) Niederellenbach

Es ist vorläufig nicht zu entscheiden, ob unter den zahlreichen Baetis-Larven aus allen Teilen des Flusses noch weitere Arten enthalten sind. Jedenfalls scheinen aber gerade die hier aufgezählten vier Arten nicht selten im Unterlauf von Flüssen aufzutreten, da sie z.B. auch aus England (MACAN) von dort gemeldet werden.

16. Centroptilum luteolum Müll. (L) Hettenhausen
17. Paraleptophlebia submarginata Steph. (L) Mdg. Feldbach
18. Habroleptoides modesta Hag. (L) Obernhausen
19. Ephemerella ignita Pod. (L,I) Von Gersfeld ab sehr häufig im ganzen Fluß
20. Thorleya belgica Lest. (L) Bei Gersfeld und in der Haune
21. Caenis macrura Steph. (L,I) Hettenhausen bis Baumbach

II. Plecoptera (Steinfliegen).

In dieser Ordnung ist eine eindeutige Bestimmung von Larven fast stets unmöglich. Von wenigen, gut bekannten Larvenformen abgesehen, enthält die folgende Liste daher nur die wenigen Arten, die während der Expedition als Imagines gefangen wurden.

1. Perla (Dinocras) cephalotes Curt. (L) Oberlauf bis Mdg. Feldbach

2. Perla abdominalis Burm. (L) Guntershausen, im Stromschnellengebiet
3. Isoperla grammatica Scop. (L) Baumbach
4. Leuctra braueri Kmpn. (I) Quellregion
Bisher nur aus Rheinland und Westfalen bekannt (LE ROI, SCHÖNEMUND).
5. Leuctra cylindrica De Geer (I) Mdg. Feldbach
Bisher nur aus Bonn (KLEFISCH) und dem Sauerland (SCHÖNEMUND) bekannt.
6. Protonemura nitida Pict. (I) Mdg. Feldbach

III. Trichoptera (Köcherfliegen).

Von den hier behandelten Gruppen tritt diese Ordnung in der größten Artenzahl auf. Mengenmässig spielen aber eine ganze Reihe von Arten eine recht untergeordnete Rolle, so daß bei intensiver Sammeltätigkeit, - vor allem im Oberlauf -, noch eine erhebliche Anzahl weiterer Formen zu erwarten ist.

1. Rhyacophila septentrionis McL. (L) Oberlauf bis Gersfeld (u. Ellenbach)
2. " nubila Zett. (L,P,I) Ab Feldbachmdg. im ganzen Fluß häufig
3. " cf. tristis Pict. (L) Obernhhausen
4. Agapetus fuscipes Curt. (L) Obernhhausen, Gersfeld
5. Hydroptila sparsa Curt. (L) Vor der Edermündung
6. Philopotamus montanus Donovan. (L) Obernhhausen
7. " cf. ludificatus McL. (L) Guntershausen, im Stromschnellengebiet
8. Polycentropus flavomaculatus Pict. (L) Welkers, Lispernhhausen, Guntershausen
9. Plectrocnemia conspersa Curt. (L) Quellregion
10. Hydropsyche spec. I (L) oberh. Obernhhausen (u. Ellenbach)
11. " spec. II (L) Obernhhausen bis Mdg. Feldbach
12. " spec. III (L) Hettenhausen bis Beiseförth
13. " spec. IV (L) Guntershausen

Hydropsyche-Larven sind die häufigsten Trichopteren des Flusses. Leider ist bisher erst ein Teil der Larven der deutschen Arten bekannt, so daß die Bestimmungstabellen zu einer Identifikation der obigen Arten nicht ausreichen. Die vier angeführten Arten unterscheiden sich sowohl deutlich in der Zeichnung des Kopfes und

der Bezeichnung der Mandibeln als auch in ihrer Verbreitung im Flusse. Für das Auffinden reifer Puppen oder Imagines war die Jahreszeit zu weit fortgeschritten, so daß erst in diesem Jahre eine Determination der Arten möglich sein wird.

14. Leptocerus annulicornis Steph. (L) Bronnzell, Beiseförth, Guntershausen

Nach ULMER kommt die Art nur in größeren stehenden Gewässern vor. Die mehrfachen Funde in der Fulda zeigen, daß sie auch in langsam fliessendem Wasser auftritt, von wo sie auch durch EIDEL (Leopoldskanal im Schwarzwald) gemeldet wurde.

15. Leptocerus fulvus Ramb. (L) vor der Edermündung
16. Mystacides nigra L. (L) vor der Edermündung
17. Odontocerus albicorne Scop. (L) Obernhäusen bis Mdg. Feldbach
18. Limnophilus spec. (L) vor der Edermündung
19. Stenophylax spec. (L) Hettenhausen
20. Anabolia nervosa Leach. (L,I) Hettenhausen bis Niederellenbach
21. Drusus annulatus Steph. (I) Obernhäusen
22. Halesus digitatus Schrk. (I) (in Schlitz und Haune)
23. Apatania fimbriata Pict. (L) Quellregion
24. GOera pilosa F. (L) Welkers (und Schlitz)
25. Silo pallipes F. (L) (im Ellenbach)
26. Brachycentrus montanus Klap. (L) Obernhäusen bis Mdg. Feldbach
27. " subnubilus Curt. (L) Blankenheim bis Guntershausen, häufig
28. Oligoplectrum maculatum Fourc. (L) Welkers bis Bronnzell (häufig)
29. Sericostoma pedomontanum Spenc. (L) Obernhäusen
30. Notidobia ciliaris L. (L) Hettenhausen, Welkers

Fische und Fischregionen der Fulda

von Karl Müller

Die Fulda als Fluß des mitteldeutschen Berglandes wird fast ausschliesslich von Fischen des "Grundstockes der deutschen Fischfauna" (THIENEMANN 1925) bewohnt. Die in der Fulda vorkommenden Arten des "Grundstockes" leiten sich in ihrer tiergeographischen Zusammensetzung wie folgt ab:

I. Arten der glacialen Mischfauna:

- 1) Bachforelle (*Trutta fario*)
- 2) Quappe (*Lota vulgaris*)
- 3) Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)
- 4) Hecht (*Esox lucius*)
- 5) Ellritze (*Phoxinus laevis*)
- 6) Bachneunauge (*Petromyzon planeri*)
- 7) Flussneunauge (*Petromyzon fluviatilis*)
- 8) Hasel (*Leuciscus leuciscus*)
- 9) Kaulbarsch (*Acerina cernua*)
- 10) Koppe (*Cottus gobio*)
- 11) Ukelei (*Alburnus lucidus*)
- 12) Plötze (*Leuciscus rutilus*)
- 13) Brassen (*Abramis brama*)
- 14) Güster (*Blicca björkna*)
- 15) Döbel (*Squalius cephalus*)
- 16) Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)
- 17) Schleie (*Tinca vulgaris*)
- 18) Steinbeisser (*Cobitis taenia*)
- 19) Schmerle (*Cobitis barbatula*)
- 20) Gründling (*Gobio fluviatilis*)

II. Hierzu treten als "genuine Europäer" im Sinne EKMAN's
(postglaciale Einwanderer nicht östlicher Herkunft):

- 1) Nase (*Chondrostoma nasus*)
- 2) Schneider (*Alburnus bipunctatus*)
- 3) Barbe (*Barbus fluviatilis*)

III. Als frühpostglacialer Einwanderer ist die
Äsche (*Thymallus vulgaris*) anzusehen.

IV. Als postglacialer Einwanderer östlicher Herkunft tritt der
Karpfen (*Cyprinus carpio*) auf. Seine Verbreitung
scheint im wesentlichen auf der Einbürgerung durch den Men-
schen zu beruhen.

Zu diesen Fischen des "Grundstockes" treten in der Fulda
als postglaciale Einwanderer aus dem Nordosten noch die Stich-
linge (*Gasterosteus aculeatus* und *Gasterosteus pungitius*) und
aus dem Südosten der Zander (*Lucioperca sandra*) und die Zährte
(*Abramis vimba*).

In der Salmonidenregion ist seit einigen Jahrzehnten die amerikanische Regenbogenforelle (*Trutta iridea*) eingebürgert.

Als Wanderfisch des Nordseegebietes ist fast in allen Flussbereichen der Aal (*Anguilla vulgaris*) anzutreffen.

Die beigegefügte Fulda-Uebersichtskarte zeigt die Grenzen der einzelnen Fischregionen und das Vorkommen der Fische in den einzelnen Regionen.

Der im Vorstehenden aufgeführte Artenbestand wurde in regelmässigen Abfischungen seit 1948 ermittelt. Als Fanggeräte wurden Zugnetz, Dreiwandnetz, Hamen und das Elektrofischfangerät benutzt. Die Ergebnisse decken sich im wesentlichen mit den Befunden der von BRAUN 1943 angestellten statistischen Erhebung. Weiterhin konnten die Erkenntnisse über Verbreitung und Vorkommen der Fische in Unterhaltungen mit Berufs- und Sportfischern vertieft werden.

Neben einer rein systematischen Erfassung der Fischfauna wurden auch spezielle Untersuchungen über die Verbreitung und die Grenzen der Verbreitung der einzelnen Arten in der Salmonidenregion angestellt. Aus der Erkenntnis einer noch mangelnden klaren biologisch-physiographischen Flusszonierung soll auf Grund der bisher durchgeführten Untersuchungen zumindest für die Forellenregion der Vorschlag einer Differenzierung unterbreitet werden.

Prinzipiell ähnliche Vorschläge einer Unterteilung wurden schon von HUET 1946/1949 und ILLIES 1951 durchgeführt. Unter fischereibiologischen Gesichtspunkten ergibt sich dabei folgende Zonierung:

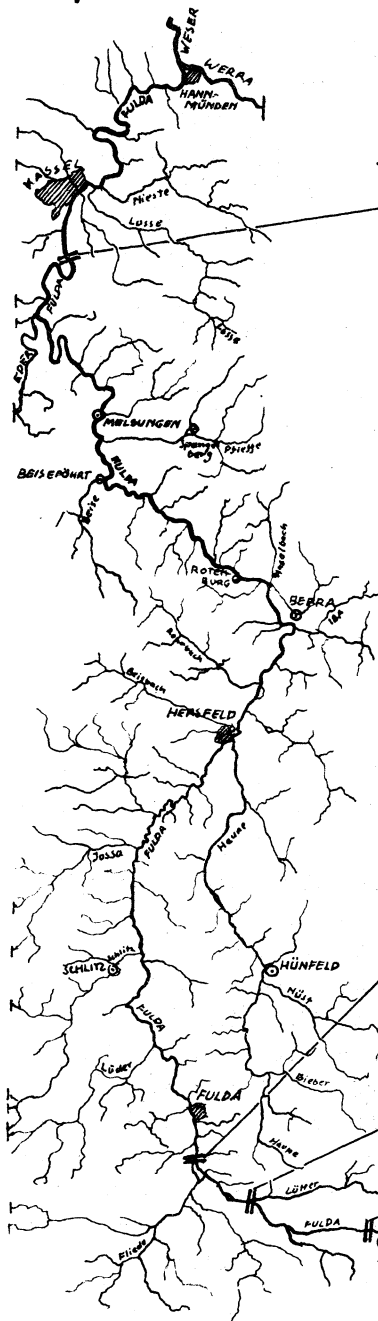
I. Als obere Forellenregion eines Mittelgebirgsbaches bezeichne ich hier am Beispiel der Fulda den Bachabschnitt, der ein sehr hohes Gefälle (in der Fulda 53,5 ‰) und eine damit verbundene hohe Strömungsgeschwindigkeit aufweist und der infolge geringer Temperaturamplitude und relativ konstanter Wasserführung weitgehend als kaltstenotherm bezeichnet werden kann. - An charakteristischen Besiedlern treten Bachforelle, Regenbogenforelle, Koppe und Bachneunauge auf.

II. Die untere Forellenregion zeigt eine erhöhte Wasserführung. Das Gefälle differiert wesentlich zum oberen Abschnitt der Forellenregion (in der Fulda 11,4 ‰). Die Temperaturamplitude ist durch den vielfach gewundenen Lauf mit ruhigen Buchten vergrößert. Das Bachbett ist erweitert. Das in der oberen Forellenregion auftretende grobe Geröll ist Sand und Kiesablagerungen gewichen und verleiht somit auch physiognomisch dem Bachverlauf ein anderes Gepräge. Der in der oberen Forellenregion vorherrschende Bewuchs von Petasites tritt merklich zurück. Die Uferzone zeigt einen regelmässigen Bestand von Alnus- und Salix-Büschen. - In der Ichthyofauna treten zu den obengenannten Formen die Ellritze, die Schmerle und der Aal.

III. Hieran schließt in der Fulda die Äschenregion an, die die von anderen Autoren (SMOLIAN, THIENEMANN) schon früher geschilderten typischen Merkmale zeigt. Diese Region ist in der Fulda in Bezug auf die Äschenbesiedlung sehr scharf begrenzt. Andererseits weist sie aber schon starke Mischcharaktere auf. So sind als ständige Begleiter einige Arten der Barbenregion vertreten, andererseits alle Formen der Forellenregion aber noch vorhanden. Das in der Uebersichtskarte angegebene Vorkommen des Hechtes und der Barbe bezieht sich allerdings nur auf die Laichzeit dieser Fische.

Verfolgen wir das Bemühen der Limnologie und Fischereiwissenschaft um die Schaffung einer all- bzw. vielseitigültigen Flußzonierung, so können wir schon früh Hinweise finden, die für die Forellenregion eine Unterteilung nahelegen. In der fischereibiologischen Beschreibung führt THIENEMANN in seiner Arbeit "Der Bergbach des Sauerlandes" aus: "Begleitet wird die Forelle von drei Fischen. Der Dickkopf - *Cottus gobio* - steigt am höchsten hinauf in die Berge, in etwas tieferen Lagen trifft man daneben die Ellritze oder Maipiere - *Phoxinus laevis* - sowie die Schmerle-Nemachilus *barbatulus* - an". - Hier kommt schon zum Ausdruck, daß unter den Forellenbegleitern eine Verschiedenheit in der Auswahl des ökologischen Milieus besteht.

Fische und Fischregionen der Fulda.



BRASSENREGION

BARBENREGION

ASCHENREGION

UNTERE FORELLENREGION

OBERE FORELLENREGION

ZANDER
ZÄHRTE
PLÖTZE
HASEL
UCKLEI
ROTFEDER
NASE
BRASSEN
BARSCH
KAULBARSCH
KARPFFEN
SCHLEIE
GÜSTER
FLUSSNEUNAUGE
QUAPPE
GR. STICHLING
KL. STICHLING
GRÜNDLING
DÖBEL
BARBE
HECHT
STEINBEISSER
SCHNEIDER
ASCHE
ELLRITZE
SCHMERLE
AAL
BACHFORELLE
REGENBOGENFORELLE
KOPPE
BACHNEUNAUGE

Die jüngsten Arbeiten (HUET 1946/1949, ILLIES 1951) wie auch die vorliegenden Untersuchungen an der Fulda lassen erkennen, daß von verschiedenen Seiten die ökologisch-biocönotischen Verhältnisse der Salmonidenregion einer Klärung nähergebracht sind. Wenn dabei die Terminologien noch differieren, so ist das wohl der Ausdruck einer noch speziellen, auf das Arbeitsgebiet des jeweiligen Autors ausgerichteten Darstellung. Gleich ist jedoch in allen neueren Bearbeitungen eine Dreiteilung der Salmonidenregion. (Vergleiche hierzu auch die Ausführungen von ILLIES in diesem Jahresbericht).

Beitrag zur Frage der Abgrenzung von Kieselalgen-
Gesellschaften in fließenden Gewässern.

von Martin Scheele

Zur Diskussion steht die Frage, ob die Kieselalgenflora über mehr oder weniger grosse Strecken eines fließenden Gewässers - sowohl im Längs- als auch im Querprofil - gleichförmig ist, oder ob eine solche Strecke grundsätzlich in verschiedene Klein- bzw. Kleinst-Biotope zerfällt, deren Besiedlung Unterschiede aufweist.

Diese Frage erscheint u.a. auch deshalb bedeutsam, weil von ihrer Beantwortung die Art der Probenahme bei Kieselalgenuntersuchungen in Fließgewässern abhängig ist.

Auf Grund von Untersuchungen in der Fulda, die im wesentlichen bereits an anderer Stelle veröffentlicht sind, konnte dazu folgendes festgestellt werden:

1. Die nicht ständig unter Wasser befindlichen oder nur bespritzten (aerischen) Bereiche der Fließgewässer, wie bestimmte Uferzonen, Brückenpfeiler, Schleusen usw. weisen grundsätzlich eine andere Besiedlung auf als der eigentliche aquatische Bereich. - Diese beiden Bereiche müssen also getrennt untersucht werden.
2. Im aquatischen Bereich der Fließgewässer, der hier ausschließlich zu behandeln ist, hat die Strömung eine stark

ausgleichende Wirkung, so dass die drei ökologischen Gruppen der Diatomeen (Aufwuchs, Freilebende und Plankton) weitgehend miteinander vermengt werden. Eine Unterscheidung entsprechender Proben ist daher kaum möglich. Auch eine vertikale Gliederung (Querprofil) der Diatomeenbesiedlung konnte bei den bisherigen Untersuchungen nicht festgestellt werden.

3. Eine engere spezifische Substratgebundenheit bestimmter Diatomeenarten gibt es nach den bisherigen Untersuchungen (siehe vor allem RAABE 1950) nicht. Die Diatomeen sind daher als Charakterarten im Rahmen von Makrophytengesellschaften für die Pflanzensoziologie ungeeignet.
4. Im Gegensatz zu den stehenden Gewässern, die eine deutliche vertikale Gliederung aufweisen, spielt in fließenden Gewässern eine horizontale Gliederung die Hauptrolle. Es lassen sich mehr oder weniger lange Gewässerstrecken, die in ihren physiographischen Eigenschaften verschieden sind, auch durch ihre Diatomeenflora unterscheiden. Besonders wichtig ist dabei der Chemismus des Wassers.

Zusammenfassend ergibt sich aus den oben aufgeführten Punkten die Feststellung, dass bestimmte aquatische Fließwasserstrecken bezüglich ihrer Diatomeenbesiedlung voneinander verschieden, in sich aber recht einheitlich sind und keine Unterteilung in Kleinbiotope aufweisen.

Dazu drei Beispiele.

Im September 1948 wurden im Oberlauf der Fulda in Höhe der Mündung des Feldbaches, der die selben physiographischen Eigenschaften wie dort die Fulda zeigt, einige Proben von verschiedenen Substraten entnommen.

4 Proben stammen aus dem Fuldabereich vor der Feldbachmündung, 3 aus dem Bereich hinter der Mündung. - Die Probestellen liegen etwa 30 m auseinander.

Die Analyse der Proben ergab, in der Reihenfolge der Häufigkeit, folgende Artenzusammensetzung:

<u>Vor Feldbachmündung</u>	<u>Hinter Feldbachmündung</u>
1. Cocconeis placentula	1. Cocconeis placentula
2. Nitzschia linearis	2. Navicula gracilis
3. Navicula gracilis	3. Nitzschia linearis
4. Cymbella sinuata	4. Cymbella sinuata
5. Navicula cryptocephala	5. Cocconeis pediculus
6. Synedra ulna	6. Fragilaria intermedia
7. Melosira varians	7. Melosira varians
8. Surirella ovata	8. Navicula cryptocephala
9. Cocconeis pediculus	9. Surirella ovata
10. Cymbella ventricosa	10. Synedra ulna
11. Achnanthes lanceolata	11. Cymbella ventricosa
12. Rhoicosphenia curvata	12. Rhoicosphenia curvata
13. Fragilaria intermedia	13. Achnanthes lanceolata

Summe der Proben

Cocconeis placentula	7
Navicula gracilis	7
Nitzschia linearis	6
Cymbella sinuata	6
Navicula cryptocephala	6
Synedra ulna	6
Melosira varians	6
Surirella ovata	6
Cymbella ventricosa	5
Fragilaria intermedia	5
Cocconeis pediculus	4
Achnanthes lanceolata	4
Rhoicosphenia curvata	3

Man sieht aus diesen Listen, dass die Diatomeenbesiedlung der beiden getrennten Standorte weitgehend übereinstimmt: Die 13 häufigsten Arten sind in beiden Fällen völlig dieselben, viele stehen sogar in der Häufigkeitsanordnung an gleicher oder benachbarter Stelle.

Die dritte Kolonne (Summe der Proben) gibt an, in wieviel der insgesamt sieben Proben die 13 verglichenen Arten häufig gefunden wurden.

Eine weitere Untersuchung bezieht sich auf verschiedene Proben, die mir freundlicherweise von Herrn H. Dittmar aus dem Aabach (Sauerland) zur Verfügung gestellt wurden.

Es handelt sich um zwei Probengruppen, die von zwei etwa 1 km auseinander liegenden Standorten des genannten Gewässers stammen.

Nachfolgend die physiographischen Angaben Dittmars:

I. Gruppe (P. 1) 21.4.1950

Aabach kurz vor Zusammenfluss mit Heinsbergerbach, 4,2 km unterhalb der Quelle. Bachbettbreite ca. 1,5 m. Wasserführung stark, ca. 35 - 40 l/sec. Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0,9 - 1,1 m/sec. (Durchschnitt am 3.4.: 1,08 m/sec.)

pH = 7,2 Alkalinität: 0,5 Fe: 0,6 mg/l Gesamthärte 2,4° D.H. Die Wassertemperaturen schwankten am 21.4. zwischen 5,7 - 7,8° C.

P 1/1 Luvseite eines grösseren Steines am Bachrand.

Str. 0,2 m/sec.

P 1/3 Leeseite eines grösseren Steines. Str. 1 m/sec.

P 1/6 Von der Oberfläche eines kleinen Steines.

Str. 0,6 m/sec.

P 1/7 Von der Oberfläche eines grösseren Steines am

Bachrand

Str. 0,4 m/sec.

II. Gruppe (P 2) 21.4.1950

Aabach 3,3 km unterhalb der Quelle. Bachbreite 1,2 - 1,5 m. Wasserführung stark, ca. 30 - 35 l/sec. Strömungsgeschwindigkeit in der Bachmitte schwankend zwischen 1 - 1,2 m/sec. (Durchschnitt 1,06 m/sec.)

pH = 6,3 Alkalinität: 0,35 Fe: 0,8 mg/l

Gesamthärte 2,5° D.H. Die Wassertemperaturen schwankten am 21.4. zwischen 5,6 - 7,6° C.

- F 2/2 Aus Fontinalisbüscheln. Str. 0,3 m/sec.
F 2/3 Luvseite eines grösseren Steines. Str. 1,1 m/sec.
F 2/4 Luvseite eines kleinen Steines. Str. 0,6 m/sec.
F 2/6 Leeseite eines grösseren Steines. Str. 0,6 m/sec.
F 2/10 Auf grossem Stein in der Strömung. Str. 1,2 m/sec.
F 2/11 Von grossem Stein unterhalb einer Fallstufe.
Str. 1,2 m/sec.
F 2/12 Von der Seitenkante eines grossen Steines.
Str. 0,7 m/sec.

In sämtlichen Proben wurden neben wenigen Exemplaren anderer Formen ausschliesslich die beiden Arten Ceratoneis arcus und Diatoma hiemale v. mesodon, zum Teil massenhaft und fast als Reinmaterial gefunden.

Dies zeigt, dass die beiden getrennten Standorte und dort jeweils auch verschiedene Substrate in verschiedener Exposition die gleiche Diatomeenbesiedlung aufweisen. - Es wäre interessant festzustellen, ob auch die gesamte Zwischenstrecke diese gleichförmige Flora hat, was auf Grund der Befunde wohl ziemlich sicher vermutet werden kann.

Schliesslich führt eine dritte, etwas andere Untersuchung zu dem gleichen Endresultat. - Es wurde u.a. der Darminhalt von 3 Gründlingen (Gobio fluviatilis) aus der Haune untersucht. Alle drei Fische hatten massenhaft Diatomeen gefressen.

Die ursprüngliche Fragestellung war, ob die Fische möglicherweise eine Nahrungsauswahl unter den Diatomeenarten treffen. - Andererseits sollten in der Haune, wo vom gleichen Standort reine Besiedlungsuntersuchungen vorliegen, die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit den Ergebnissen der Fischdarmanalyse verglichen werden.

Unter Berücksichtigung wiederum nur der häufigsten Arten ergibt sich dabei umstehendes Bild:

<u>Fischdarmuntersuchungen</u> aus 3 Fischen		<u>Hauneuntersuchungen</u> 8 Proben	
1. Navicula cryptocephala	(3)	Navicula cryptocephala	(1.) (8)
2. Navicula gracilis	(3)	Navicula avenacea	(2.) (7)
3. Melosira varians	(3)	Navicula gracilis	(3.) (8)
4. Diatoma vulgare	(3)	Cocconeis placentula	(5.) (7)
5. Navicula avenacea	(3)	Cocconeis pediculus	(6.) (5)
6. Cocconeis placentula	(3)	Melosira varians	(11.) (5)
7. Cyclotella Meneghiniana	(3)	Cyclotella Meneghiniana	() (5)
8. Navicula Reinhardtii	(3)	Diatoma vulgare	() (4)
9. Cocconeis pediculus	(2)	Navicula Reinhardtii	() (4)

Die Arten sind jeweils in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit aufgeführt.

Bei den Fischdarmuntersuchungen bedeutet die Zahl in der Klammer die Anzahl der Proben (Fische), in denen die Art gefunden wurde.

Bei den Haune-Untersuchungen bedeutet die erste Klammer die Häufigkeitsreihenfolge in der Haune, die Zahl in der zweiten Klammer die Anzahl der Proben, in denen die Art in der Haune beobachtet wurde.

Man sieht auch hier eine relativ gute Uebereinstimmung, jedenfalls keine besondere Abweichung. - Die erweiterten Listen, auf deren Wiedergabe hier verzichtet wird, bestätigen ebenfalls dieses Bild.

Das bedeutet also erstens, dass die Fische offenbar keine Auswahl zwischen den Diatomeenarten treffen, was auch kaum angenommen werden konnte. Zweitens zeigt auch dieses Ergebnis wieder, dass die Diatomeenbesiedlung einer grösseren Flußstrecke offensichtlich recht einheitlich ist, denn die untersuchten Fische haben ja sicher an mehreren Stellen von verschiedenen Substraten und bestimmt nicht gerade nur dort gefressen, wo die Hauneproben entnommen wurden.

Zur biozönotischen Gliederung der Fulda.

von Joachim Illies

Die Erforschung eines Lebensraumes wird stets mit der analytischen Bestandsaufnahme der physiographischen Verhältnisse und der durch sie bedingten pflanzlichen und tierischen Besiedler zu beginnen haben.

Die naheliegendste synthetische Aufgabe, die aus einer solchen Materialansammlung erwächst, ist es dann, aus dem gewonnenen Ueberblick über die speziellen Verhältnisse des betreffenden Forschungsobjekts zu einer regional anwendbaren Gliederung dieses Lebensraumes zu gelangen und (mit THIENEMANN) von der idiographischen über die zönographische zur limnologischen Stufe der Wissenschaft fortzuschreiten.

In der Limnologie nähert man sich dieser Stufe, wenn es gelingt, das untersuchte Gewässer in genau definierbare Biotope zu gliedern und die aufgefundenen Organismengesellschaften in die entsprechenden Biozöosen einzuordnen.

Für die deutschen Flüsse liegen erst wenige derartige Versuche vor (vor allem im Rhein durch LAUTERBORN), die aber ebensowenig wie die ausländischen Flüssen entnommenen Gliederungen (Wolga durch BENING, Susaa durch K. BERG) eine befriedigende vergleichend regionale Anwendung ermöglichen.

Nur im speziellen Forschungsbereich der Fischereibiologie gelangte man zu einer allgemeinen Einteilung der Fließgewässer, - und zwar in die bekannten Zonen der Forellen - Äschen - Barben - und Brassenregion. Neben sehr allgemeinen Angaben über die physiographischen Verhältnisse ist dabei nur die nach Artenzahl kleine Gruppe der Fische berücksichtigt.

Dies ist von wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus zwar naheliegend, von einer allgemein-limnologischen Fragestellung her aber durchaus unbefriedigend. Die wenigen auf strömende Gewässer angewiesenen Fischarten überlagern sich weitgehend in ihren Verbreitungsgrenzen, dazu sind diese Grenzen infolge der Warmertüchtigkeit dieser nektonischen Tiere wenig scharf.

Vor allem aber gerät diese Tiergruppe wegen ihrer wirtschaftlichen Nutzung durch den Menschen infolge Abfischung und künstlichem Besatz in derartig unnatürliche Existenzbedingungen, daß eine limnologische Zonierung auf Grund der Fischverteilung allein sehr bedenklich erscheint. (Ein natürlicher Bestand in natürlicher Stärke und mit natürlichen Verbreitungsgrenzen ist ja gerade bei den Fischen am allerwenigsten zu erwarten.)

So bleibt es zwar möglich, daß die Zonen der Fischbesiedlung auch auf die übrigen Organismengemeinschaften der Flüsse anwendbar sind; selbstverständlich ist dies aber keineswegs, sondern bedarf durchaus der eingehenden Prüfung.

Das Untersuchungsmaterial, das bisher aus der Fulda vorliegt, macht es nun möglich, einen ersten Versuch in dieser Richtung zu unternehmen:

Eine genaue Analyse des Fischbestandes und der Fischzonen liegt in den Untersuchungen MÜLLERS (Diss. 1951) vor, die Verteilung und die Vergesellschaftung der Diatomeen wurde durch SCHEELE (Diss. 1950) aufgezeigt, die Käfergesellschaften der Fulda behandelte der Verfasser (Jahresbericht 1949), und eine zumindest faunistische Aufzählung liegt für die Mollusken (FITTKAU, Jahresbericht 1949) und die Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren (Verf. Jahresber. 1950) vor.

Diese Untersuchungen kommen zu weitgehend unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Zahl und der Grenzen der einzelnen Abschnitte, was sich in den verschiedenen Benennungen allein schon deutlich ausprägt.

Es ist dies eine natürliche Folge der ganz verschiedenen Milieuanprüche der jeweils behandelten Organismengruppen. - Die Verbreitungsgrenze einer Art wird ja durch den Faktor bedingt, der für diese ein Minimum erreicht (THIENEMANN), und dieser Faktor kann für ganz verschiedene Organismengruppen (etwa Fische und Diatomeen) ein jeweils ganz anderer sein. Vor allem aber wird, auch den gleichen Faktoren gegenüber, die ökologische Valenz (und damit der exakte Minimal-

wert) bei wenig verwandten Formen nur selten gleich sein.

Wenn in einem Fließgewässer also überhaupt eine Zonierung möglich ist, welche allen verschiedenen Besiedlergruppen gerecht wird, so wird diese nur aufzufinden sein bei Berücksichtigung möglichst vieler und möglichst stenöker Organismen.

Beide Voraussetzungen sind besonders beim Benthos (hauptsächlich Insekten) und bei den Diatomeen weitgehend erfüllt. Bei letzteren tritt noch die Empfindlichkeit der Autotrophen gegenüber dem Chemismus hinzu, die die der tierischen Besiedler weit übertrifft.

Voraussetzung für jeden Vergleich dieser Art wird hierbei eine physiographische Gliederung des Flusses sein, denn "man kann die Flora und Fauna eines bestimmten Lebensbezirkes nur verstehen, wenn man die Eigenart der Lebensbedingungen, die ihn beherrschen, kennt." (THIENEMANN 1925).

Dabei wird sicher nicht jeder Wechsel in den abiotischen Faktoren auch einen Wandel der Lebensgemeinschaften bedeuten, - ein Wechsel in der Zusammensetzung der Besiedler wird aber stets auf einen veränderten abiotischen Faktor hinweisen.

Für die Fulda ist nun das abiotische Milieu physiographisch durch KELLER (1901), chemisch-geologisch durch SCHMITZ (Jahresbericht 1949) geschildert worden; darüber hinaus sind Werte wie z. B. die Gefälleverhältnisse dem amtlichen Wasserbuch zu entnehmen.

Vergleichen wir nun die Gliederungen der verschiedenen angeführten Untersuchungen, so sehen wir nur an einer Stelle der Fulda eine allgemein anerkannte Grenze:

Die Fließmündung bei Bronnzell.

Es liegt hier nämlich die Grenze zwischen Quellbach und Oberlauf (KELLER), Fulda - Talbach und Fulda - Beringlandfluss (SCHMITZ), Äschen- und Barbenregion (MÜLLER), Geröll - und Flußkrautgesellschaft (ILLIES 1949) und Au und Mittellauf (SCHEELE).

Offensichtlich bildet die Fliedemündung also einen kritischen Punkt für die abiotischen und biotischen Eigenschaften der Fulda von den verschiedensten Gesichtspunkten her.

Dieser kritische Punkt zeigt zugleich, daß eine Synthese aus den empirischen Flußgliederungen infolge der Untersuchung ganz verschiedener Organismengruppen durchaus möglich ist.

Der Grund für die Möglichkeit, eine solche scharfe Grenze in der Fulda mit ihren weitgehend kontinuierlich sich ändernden Faktoren (Temperaturamplitude, Strömungsgeschwindigkeit) überhaupt zu finden, liegt zweifellos in der plötzlichen Milieuänderung, die durch den Zufluss der wasserreichen Fliede erfolgt.

Zwar ist die Fliede keineswegs der grösste oder auffallendste Nebenfluß (siehe z. B. Kalkgehalt der Haune, Temperatur der Eder), ihr Zufluß erfolgt aber innerhalb einer kritischen Entfernung von der Quelle, die an und für sich schon nach Bodenbeschaffenheit, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit usw. ein Übergangsbereich zwischen vielen vikariierenden Arten darstellt.

Einen Beweis dafür stellen die Gefällewerte dar: HUET brachte in mehreren Untersuchungen die Fischzonen belgischer Fließgewässer in Zusammenhang mit ihrem Gefälle. Dabei ermittelte er die untere Grenze der Äschenregion in Flüssen von 25 bis 100 m Breite bei einem Gefällegrad von 1,25 ‰.

Die entsprechende Stelle in der Fulda liegt nun deutlich in der Gegend von Bronnzell: Die drei km oberhalb der Fliedemündung haben ein durchschnittliches Gefälle von 1,46 ‰, die drei folgenden ein solches von 0,95 ‰.

Man kann also feststellen, daß, - wie es die Untersuchungen HUETs schon nahelegen -, die untere Grenze der Äschenverbreitung sich auf einen bedeutsamen abiotischen Faktor zurückführen läßt, und weiter, daß diese Grenze eine so einschneidende Änderung des Flußmilieus bedingt, daß auch ganz andere Organismen als die Fische in ihrer Verteilung wesentlich davon betroffen werden.

Im Flußteil oberhalb Bronnzell läßt sich eine ähnliche Übereinstimmung der verschiedenen hier verglichenen Gliederungen nicht nachweisen.

Die ausgeprägten hydrographischen Eigenarten der Quellregion (Fuldaquelle bis Straßenbrücke Obernhausen) machen sich zwar in den verschiedenen Untersuchungen gleichsinnig bemerkbar, für die Gliederung der Strecke Obernhausen - Bronnzell aber liegen vorläufig Zwei- und Dreiteilungen mit recht verschiedenen Grenzen vor. Chemisch-geologisch trennt SCHMITZ das Gebiet bei Gersfeld in Berg- und Talbach. Von der Verbreitung der Diatomeen ausgehend, teilt SCHEELE das gleiche Gebiet bei der Mündung des Feldbaches in Bergbach und Au. Bei den Käfern liegt die Grenze zwischen der *L. perisi* - und *L. volkmari* - Variante bei Obernhausen, und eine ähnlich hohe Grenze zeichnet sich bei den Trichopteren (s. dieser Jahresbericht) bei Obernhausen - Mündung Feldbach ab.

Innerhalb der Fischbesiedlung liegt nach MÜLLER kurz unterhalb Gersfeld die Grenze zwischen oberer und unterer Forellenregion, letztere geht aber nur bis zur Lüttermündung, wo die Äschenregion beginnt.

Hier liegt also eine Dreiteilung der Salmonidenregion vor, wie sie auch von HUET an den von ihm untersuchten Flüssen vorgenommen wurde.

Zu einer Dreiteilung der Salmonidenregion gelangt man auch bei Berücksichtigung des Benthos, wie Verfasser an einem Forellenbach im Lipper Bergland zeigen konnte (Diss. 1951). In der Fulda reicht das bisherige Material aus dieser Besiedlergruppe aber noch nicht aus, um eine ähnliche Gliederung auch hier durchzuführen. Es sei aber schon darauf hingewiesen, daß die Äsche insofern ein Sonderfall darstellt, als ihre obere Verbreitungsgrenze im Flusse tiefer liegt als die der übrigen Besiedler des Unterlaufs der Salmonidenregion.

Während sich also für eine spätere Dreigliederung der Salmonidenregion der Fulda die Grenze zwischen Ober- und Mittellauf bei Obernhäusen - Gersfeld bereits erkennen läßt, dürfte die Frage nach der Grenze zwischen Mittel- und Unterrauf der Salmonidenregion erst nach einer umfassenden Analyse des gesamten Benthos beantwortbar werden.

Das gleiche gilt für die sich an die Fließmündung flußabwärts anschließende Cyprinidenregion.

Hier ist allerdings bereits deutlich zu erkennen, dass diese "durch ausserordentliche Gleichmässigkeit der chemischen Verhältnisse ausgezeichnete Strecke von über 60 km" (SCHMITZ, 1949), - also mindestens bis Bebra, von einer recht eintönigen Tier- und Pflanzenwelt besiedelt ist (Barbenregion, Flußkrautgesellschaft, Diatomeengesellschaft des Mittellaufes). Erst beim Beginn grösserer Staubezirke (Rotenburg) und durch die Abwässer grösserer Städte werden neue Einflüsse wirksam, die sich auch auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften auswirken.

Untersuchungen über die Bestandsdichte der Fische in der Forellenregion der Fulda

von Karl Müller.

Von verschiedenen Autoren wurde der besonders hohe Ertragswert der Forellenbäche hervorgehoben (DOLJAN - HAEMPEL 1921, SCHIEMENZ 1933, 1939). Nach (SCHIEMENZ 1939) bleiben selbst die besten Teiche an Produktionsfähigkeit hinter den Forellenbächen zurück. SCHIEMENZ (1933) vertritt die Ansicht, daß diese bei "regel- und ordnungsmässiger Reusenfischerei mit Bruteinsatz 1 - 2 Zentner Forellen je Kilometer Bachstrecke im Jahre dauernd zu liefern im Stande sind." - Auch in dem Ertragsklassentarif für Fischereibetriebe in Binnengewässern steht der Forellenbach in der ersten Klasse (Ertragsklassentarif 1929). DOLJAN und HAEMPEL betonten aber, dass die Jahres-

Erträge in den Bächen des Alpen- und Voralpengebietes sehr stark schwanken. Hier können Erträge von nur 2 - 5 kg Fische je Bachkilometer und Jahr vorkommen, demgegenüber erzielt in den besten Forellengewässern ein Ertrag von 36 - 40 kg und mehr.

Neben den besonders die Praxis interessierenden Angaben über die gegenwärtige Bestandsdichte war es auch von theoretischem Interesse, wie sich der Forellenbestand im Oberlauf der Fulda in den Kriegs- und Nachkriegsjahren entwickelt hat. Der mangelnde Besatz einerseits und der Raubbau andererseits liessen nach Ansicht der Gewässereigner auf einen nur unbedeutenden Bestand schliessen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an zwei Punkten des oberen Fuldalaufes durchgeführt. Die beiden Versuchsstrecken wurden mit engmaschigen Netzen abgesperrt und dann mit dem Elektrofangerät quantitativ ausgefischt. - Die folgende Uebersicht zeigt das Ergebnis der Abfischung:

Tabelle I

Untersuchungs- ort	Länge der Ver- suchsstrecke(m)	Gesamtzahl der Fische	Trutta fario iridea	Cottus gobio	
Sandberg	52	32	17	5	10
Maiersbach- mündung	40	58	53	-	5

Alle Salmoniden dieser Fänge gehörten den Altersgruppen I bis III an. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass das Gewässer an alten Fischen stark ausgefischt ist. Der relativ große Bestand an jungen Bachforellen ist aber als Zeichen einer erfreulichen Wiederbelebung des Salmonidenbestandes anzusehen.

Die bei dieser Untersuchung angewandte Methodik erlaubt nun, weitere Rückschlüsse auf den Bestand des untersuchten und der benachbarten Bachabschnitte zu ziehen.

Denn, legen wir den Fischbestand der untersuchten Bachstrecke zu Grunde, so liegt es nahe, diesen oder doch einen sehr ähnlichen Bestand für den gesamten, in seinen physikalisch-chemischen und biologischen Bedingungen weitgehend gleichgestalteten Bachbereich anzunehmen.

Unter diesem Gesichtspunkt soll die gesamte hier zu behandelnde Bachstrecke (7,105 km) in zwei Abschnitte eingeteilt werden. Beide Bereiche zeigen in ihren physiographischen wie biozönotischen Verhältnissen jeweils eine weitgehende Gleichförmigkeit. Der obere Abschnitt umfaßt die Fulda vom Dorfe Obernhausen bis zur Mündung des Feldbaches (3,295 km). Von hier bis zur Mündung des Maiersbaches rechnet der untere Abschnitt (3,810 km). Auf den oberen Abschnitt wird die Untersuchung "Sandberg" bezogen, auf den unteren die Untersuchung "Maiersbachmündung". Durchgeführt wurden die Untersuchungen am 31.5.1950.

Beziehen wir die in Tabelle I aufgeführten Ergebnisse der Abfischung auf den Quadratmeter der untersuchten Wasserfläche, so zeigt sich, dass der zahlen- und gewichtsmässige Fischbestand an beiden Orten annähernd gleich ist (Tabelle II). Dieser Befund spricht für eine Einheitlichkeit der untersuchten Bachstrecken und lässt es berechtigt erscheinen, die Ergebnisse auf die unmittelbar benachbarten Bereiche der oberen Fulda zu verallgemeinern.

Tabelle II

Untersuchungsort	Abgefischte Wasserfläche m ²	Zahl der gefan- genen Fische pro m ²	Gewicht der gef. Fische pro m ² (g)
Sandberg	57,20	0,56	36,4
Maiersbach	120,00	0,48	35,8

Bestandsuntersuchungen im Abschnitt I.

Länge des Bachabschnittes: 3,295 km
Länge der Bezugsstrecke: 0,052 km

Die Ergebnisse der Untersuchung "Sandberg" auf diesen Bachabschnitt bezogen ergeben folgende Besiedlungsverhältnisse:

Tabelle III

	Gesamtfischbestand	davon Salmoniden
Anzahl der Fische	2017,5	1394,0
Gewicht der Fische (kg)	131,4	127,8
Anzahl auf 1 km Bachstrecke	611,4	422,4
Gewicht auf 1 km Bachstrecke	39,8	38,7

Bestandsuntersuchungen im Abschnitt II.

Länge des Bachabschnittes: 3,810 km
Länge der Bezugsstrecke: 0,040 km

Die Ergebnisse der Untersuchung "Maiersbachmündung" auf diesen Bachabschnitt bezogen ergeben folgende Besiedlungsverhältnisse:

Tabelle IV

	Gesamtfischbestand	davon Salmoniden
Anzahl der Fische	5524,5	5048,3
Gewicht der Fische (kg)	409,1	398,9
Anzahl auf 1 km Bachstrecke	1453,8	1328,4
Gewicht auf 1 km Bachstrecke (kg)	107,6	104,9

Der Vergleich der beiden Untersuchungsergebnisse zeigt, dass die Bestandsdichte - absolut gesehen - im Abschnitt II zwar höher erscheint, tatsächlich aber, wenn Fischzahl und Fischgewicht auf den Quadratmeter Wasserfläche bezogen werden, nur geringe Differenzen aufweist. Untersuchen wir die Frage des zum Zeitpunkt der Untersuchung verwertbaren Fischfleisches, so zeigte sich, dass die beobachteten Mittelwerte der Altersgruppen II und III das gesetzliche Mindestmaß schon überschritten hatten (siehe auch Tab. V).

Tabelle V

Altersgruppe	Mittelwert der Länge (mm)	Mittelwert des Gewichts (g)
II	203,5	98,8
III	257,1	205,6

Die Fische beider Altersgruppen waren somit nutzbar. Hinzu kommt, dass die Untersuchung im Frühsommer stattfand, zu den gefundenen Mittelwerten also noch ein beträchtlicher Zuwachs im Verlaufe des Jahres zu erwarten ist. Die Gegenüberstellung des Gewichts der wirtschaftlich nutzbaren Altersgruppen II und III und der Altersgruppe I zeigt in beiden Untersuchungsbereichen das Verhältnis 1 : 6, d.h. es war 6 mal mehr Fischfleisch der Altersgruppen II und III vorhanden.

Somit ergibt sich ein Vergleich zu den eingangs von verschiedenen Autoren zitierten Angaben über den Wert eines Forellenbaches. Beziehen wir das Verhältnis 1 : 6 auf die in den Tabellen III und IV aufgeführten Angaben über "Gewicht auf 1 km Bachstrecke", so ergeben sich für die Salmoniden folgende Werte für das auf einen Kilometer Bachstrecke bezogene nutzbare Fischfleisch:

Tabelle VI

Untersuchungsabschnitt	Gewicht der Salmoniden auf 1 km Bachstrecke (kg)	Gewicht d.wirtschaftl. nutzbaren Salmoniden (kg)
I	38,70	33,17
II	104,90	89,9

Diese Berechnungen des wirtschaftlich nutzbaren Fischfleisches zeigen, dass nach der Klassifizierung der Forelenbäche von DOIJAN und HAEMPEL der Abschnitt I zu den "guten" und der Abschnitt II zu den "allerbesten" Bächen zu rechnen ist. - Die Differenz im tatsächlichen Ertrag der beiden Bachabschnitte ist allein durch die verschiedene Grösse des Bachbettes zu erklären, denn die Zahlenbeispiele in Tabelle II zeigten ja, dass die Besiedlung flächenmässig annähernd gleich war.

Chemische Untersuchungen im Weserflußgebiet.

Periodische Untersuchungen der Weser bei Hameln.

von Karl Höll

Im verflossenen Berichtsjahr wurden zunächst regelmässig ein- bis zweimal im Monat chemische Untersuchungen des Wasserwassers oberhalb von Hameln vorgenommen, um auf diese Weise einen Überblick über die periodischen Schwankungen der Wasserzusammensetzung im mittleren Weserlauf zu gewinnen.

Die Wasserbeschaffenheit schwankt ständig. Die Weser erhält nämlich durch die Werra grosse Mengen anorganischer Abwässer der Kaliindustrie. Diese Abwässer enthalten hauptsächlich Natriumchlorid, Magnesiumchlorid und Calciumchlorid. Durch das Natriumchlorid wird der Chloridgehalt des Wasserwassers beträchtlich erhöht; durch die Magnesium- und Calciumchlorid-Zuführen zeigt die Gesamthärte stets schwankende Werte. Infolge dieser Salzzuführen nimmt das Wasserwasser in seinem oberen und mittleren Lauf zeitweilig mesohalinen Charakter an und demzufolge findet man nicht selten mesohalobe Planktonformen wie *Thalassiosira fluviatilis* im Wasserwasser.

Methodik. Die von mir angewandten Untersuchungsmethoden entsprechen den in meinem Büchlein "Wasseruntersuchungen" beschriebenen Methoden. Die besonderen Schwierigkeiten durch die

häufigen Trübungen und Färbungen des Wassers wurden nach den in meinem Büchlein beschriebenen Verfahren behoben.

Chemische Analysen des Weserwassers in den Jahren 1949 und 1950

Dat.	Was- ser- stand	NH ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	Cl mg/l	KMnO ₄ Verbr. mg/l	Fe mg/l	Ges.Karb. te	Alka- Här- te	Geb. lini- tät mval	CO ₂ mg/l
1.6.	460	0,1	0,2	10	0,015	285	36,5		17,9	8,1	2,9	64
3.7.	462	0,1	0,15	12	0,01	639	15,2		24,0	7,6	2,7	60
1.9.	450	0,1	0,3	10	0,03							
20.10.	439	0,15	0,3	8	0,03	910			12,5	10,0	3,6	79
23.11.	432	0,1	0,4	15		1050	0,5					
4.12.	464	0,2	0,25	20		515	25,0	0,2	27,0	9,25	3,3	73
<u>1950</u>												
4.1.	469	0,1	0,1	25		390	19,0	0,2	11,7	7,3	2,6	57
2.2.	446	0,1	0,15	16		710	17,0		26,8	8,4	3,0	66
5.3.	498	0,15	0,15	28	0,03	625	21,0	0,15	23,5	6,5	2,3	51
4.4.	462	0,15	0,3	18	0,06	610	21,0	0,15	15,1	8,4	3,0	66
1.5.	504	0,1	0,3	20	0,01	515	20,0	0,15	18,4	6,4	2,3	50
8.6.	455	0,05	0,5	16	0,01	425	32,0	0,1	13,4	8,7	3,1	68
3.7.	454	0,1	0,15	8	0,01	690	50,0	0,15	28,0	7,3	2,6	57
3.8.	444	0,1	0,2	30	0,08	610	26,0	0,1	13,5	8,6	3,1	68
29.8.	456	0,1	0,15	8	0,01	520	47,0	0,2	22,4	8,4	3,0	66
1.10.	466	0,1	0,6	9	0,01	600	29,0	0,25	9,8	7,8	2,8	62
4.11.	452	0,15	0,6	10	0,01	530	60,0	0,3	14,8	7,6	2,7	60
4.12.	504	0,15	0,15	10	0,05	150	28,0	0,3	6,0	5,0	1,8	40

Die Wasserstände schwankten zwischen 420 (Niedrigster Stand im Herbst 1949) und 530 (Hochwasser im Winter 1950).

Resultate.

Ammoniak und Nitrit sind stets deutlich nachweisbar.

Die NH_3 -Werte schwanken zwischen 0,05 und 0,2 mg/l und betragen normalerweise 0,1 mg/l. Erstaunlich hoch sind die Nitrit-Werte, die zwischen 0,15 und 0,6 mg/l NO_2 schwanken. Der normale Nitritgehalt beträgt 0,2 mg/l. Dieser Nitritgehalt rührt von Abwässerzuflüssen der Werra her, die noch bedeutend höheren Nitritgehalt als die Weser hat.

Der Nitritgehalt ist ebenfalls ziemlich hoch und schwankt zwischen 8 und 30 mg/l NO_3 ; er beträgt normalerweise 10 - 15 mg/l. Im Verhältnis zu dem hohen Ammoniak- und Nitritgehalt ist der Nitratgehalt nicht als hoch anzusehen und verrät, dass die biologische Selbstreinigungskraft im mittleren Flußgebiet nicht voll ausreichend ist, um die Abwasserlast zu verarbeiten.

Der Kaliumpermanganatverbrauch ist dementsprechend auch erhöht und schwankt zwischen 15 und 60 mg/l K Mn O_4 (normal 25 - 30 mg/l).

Der Phosphatgehalt ist jedoch nicht in dem Maße erhöht wie die organischen Stoffe und Stickstoffverbindungen; gewöhnlich findet man nur 10 mg/l PO_4 . Alles in Allem ist das Gesamtbild des Flußwassers das der Mesotrophie.

Die anorganischen Bestandteile des Weserwassers zeigen die stärksten Schwankungen; sie sind wie eingangs erwähnt durch die Kali-Abwässer bedingt. Durch die verschiedenen hohen Wasserstände werden diese Schwankungen nicht ausgeglichen. Immerhin läßt sich erkennen, daß bei mittlerem Wasserstand von 460 der Chloridgehalt 500 - 600 mg/l Cl beträgt. Nicht selten stieg aber der Chloridgehalt bei Niedrigwasser auf etwa 1000 mg/l Cl an.

Der Härtegrad. Während die Alkalinität und damit die Karbonathärte nur in geringem Maße schwankt, sind die Werte für Nichtkarbonathärte äußerst schwankend. Die Magnesium- und Calciumchloridlaugen werden also offenbar sehr unregelmäßig der Werra zugeführt. Normalerweise beträgt die Alkalinität 3,0 und die Karbonathärte entsprechend 8,0° D.H.

Der pH - Wert liegt stets über 7,0, meist bei 7,2.

Die freie Kohlensäure beträgt zumeist 5 - 6 mg/l C O₂; nur im Juli und August geht der Kohlensäuregehalt infolge der Temperaturerhöhung und der starken Planktonentwicklung (hauptsächlich Diatomeen) stark zurück, oft bis auf den Nullwert.

Chlorid-Werte der Weser im Herbst 1949 und Februar 1950.

18. Sept. 49	Weser links	Oberfläche	532 mg/l	Cl
Wasserstand 452	Weser links	Tiefe	558 mg/l	"
	Weser Mitte	Oberfläche	570 mg/l	"
	Weser Mitte	Tiefe	568 mg/l	"
	Weser rechts	Oberfläche	568 mg/l	"
	Weser rechts	Tiefe	568 mg/l	"
24. Sept. 49	Weser links	Oberfläche	815 mg/l	"
W.-Stand 442	Weser links	Tiefe	815 mg/l	"
	Weser Mitte	Oberfläche	820 mg/l	"
	Weser Mitte	Tiefe	825 mg/l	"
	Weser rechts	Oberfläche	833 mg/l	"
	Weser rechts	Tiefe	833 mg/l	"
11. Okt. 49	Weser links		905 mg/l	"
W.-Stand 420	Weser rechts		920 mg/l	"
23. Okt. 49	Weser links		1050 mg/l	"
W.-Stand 450	Weser rechts		1065 mg/l	"
26. Okt. 49	Weser links		840 mg/l	"
W.-Stand 440	Weser rechts		835 mg/l	"
30. Okt. 49	Weser rechts		835 mg/l	"
W.-Stand 441				
23. Nov. 49	Weser links		1015 mg/l	"
W.-Stand 432	Weser rechts		1050 mg/l	"
4. Dez. 49	Weser links		515 mg/l	"
W.-Stand 464	Weser rechts		515 mg/l	"
17. Febr. 50	Weser links		483 mg/l	"
Hochwasser	Weser rechts		510 mg/l	"
18. Febr. 50	Weser links		460 mg/l	"
	Weser rechts		470 mg/l	"
19. Febr. 50	Weser links		450 mg/l	"
	Weser rechts		470 mg/l	"

Wie die obige Tabelle der Chlorid-Werte zeigt, wurden weiterhin die kurzfristigen Schwankungen in der Wasserzusammensetzung beobachtet. Die Tabelle veranschaulicht, dass sich der Chloridgehalt oft in wenigen Tagen verändert. Innerhalb des Flußquerschnittes waren, wie man ersieht, die Chlorid-Werte nicht übereinstimmend. Die linke Flußseite hat meist etwas weniger Chlorid als die rechte. Dies ist wohl dadurch zu erklären, daß die Nebenflüsse und -bäche oberhalb von Hameln von der linken Seite kommen.

Diese vorläufigen Resultate sollen durch eingehendere Untersuchungen noch erweitert werden. Dabei sollen die Beobachtungen über die Vermischung der Bach- und Flußzuläufe mit dem Weserwasser vervollkommen werden.

Beobachtungen über Schuppengenerationen bei
der Bachforelle (*Trutta fario* L.)

vorl. Mittlg.

von Karl Müller

Bei der Durchführung von Altersbestimmungen an Bachforellen aus dem oberen Fuldabereich konnte an fast jedem Fisch eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Schuppengeneration beobachtet werden. Für die in diesem Zusammenhange angestellten Untersuchungen wurde der Begriff einer "degenerierten Schuppe" wie folgt definiert:

Der Schuppenzentralbereich ist schollenartig zerteilt und zeigt daher keinen normalen elliptischen Verlauf der Sklerite. Dadurch ist ein Erkennen des Winterringes schwer, meist sogar unmöglich gemacht. Auch eine abnorm kleine Ausbildung der Schuppe wurde als Degenerationserscheinung gewertet. Seltener wurde beobachtet, dass in einer Schuppe 2 bis 3 Schuppenzentren miteinander verschmolzen waren.

Die umstehenden Abbildungen zeigen eine Entwicklungsreihe der Schuppengeneration bei einer Bachforelle (20,5 cm, 105 g).

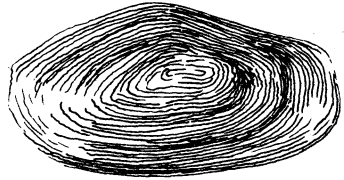
In a) ist eine normal ausgebildete Bachforellenschuppe des dritten Sommers dargestellt. Die folgenden Stadien zeigen zunächst unter Beibehaltung der Form eine Skleritdegeneration (b). Hierzu tritt, neben noch stärkerer Skleritdegeneration, eine starke Formdegeneration (c). Neben den dargestellten Stadien treten die verschiedensten Zwischenformen auf.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass unter rund 7500 durchgesehenen Schuppen von 89 Bachforellen 2,5 mal mehr degenerierte Schuppen als normal ausgebildete angetroffen wurden.

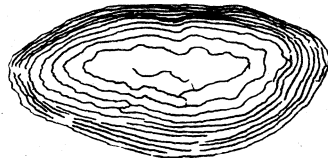
Man könnte diese Beobachtung als Stütze der Theorie ansehen, nach der die Bachforelle als Kümmerform der Meerforelle angesehen wird. Dabei zeigt sich als Auswirkung der "Verkümmerung" neben einer geringeren Wüchsigkeit gegenüber der Meerforelle auch eine Missbildung (Degeneration) der Schuppen.

Einen Beweis, dass die Artunterschiede zwischen der Bach- und Meerforelle nur physiologischer Natur sind, zeigten die von HENKING, ALTNOEDER, WILLER, QUEDNAU, BAHR, E.FISCHER und P.F.MAYER durchgeführten Versuche einer Einbürgerung der Bachforelle in schwachsalzigem Wasser (mittlere und östliche Ostsee).

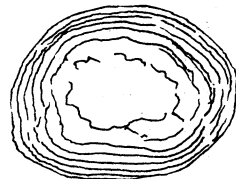
Schuppengenerationen
bei der Bachforelle
(TRUTTA FARIO L.)
(60 x vergr.)



a) Normal ausgebildete Schuppe einer 3-sömmerigen Bachforelle.



b) Degeneration des Schuppenzentrums.



c) Degeneration des Schuppenzentrums und der Form.

Die Versuche ergaben, dass die Bachforelle bei Änderung des Milieus in der Lage ist, die Merkmale einer Meerforelle anzunehmen. Die Kennzeichen der Anpassung liegen im Verlust der typischen Färbung, schnellerem Wachstum, Änderung der Farbe und der Konsistenz des Fleisches in Richtung einer Angleichung an die Verhältnisse bei der Meerforelle.

Es bliebe zu untersuchen, in welchem Umfange auch die in der Ostsee ausgesetzten Forellen eine Schuppengeneration aufweisen; weiterhin, ob auch bei der Meerforelle eine derartige Erscheinung festzustellen ist.

Flammenphotometrische Analysenverfahren in der Wasseranalyse
von Wolfgang Schmitz

Die hier im Auszug veröffentlichten Versuche zur Flammenphotometrischen Wasseranalyse wurden im Rahmen einer zur Zeit noch nicht abgeschlossenen allgemeinen Bearbeitung der physikalischen und chemischen Flußwasser-Untersuchungsmethoden durchgeführt. Eine kurze Mitteilung darüber erscheint angebracht, um auch die amtlichen Wasseruntersuchungsinstitute zur Anwendung dieses Verfahrens anzuregen.

Wenn unsere Kenntnisse über den Kalium- und Natriumstoffhaushalt der Binnengewässer bisher noch sehr unzureichend sind, so trägt daran in erster Linie der Mangel geeigneter Untersuchungsverfahren schuld. Natrium und Kalium geben kaum zur direkten Analyse brauchbare Reaktionen, noch bilden sie zur bequemen Abscheidung geeignete schwerlösliche Salze.

Hingegen bietet ihre leichte Anregbarkeit zur Lichtemission - schon bei Temperaturen der Acetylen-Luft-Flamme - die Möglichkeit zur Bestimmung durch die quantitative Spektralanalyse. - Bei diesem Analysenverfahren misst man die Intensität einer oder mehrerer bestimmter Spektrallinien des nachzuweisenden Elementes. Diese ist - vielfach linear - abhängig von der Konzentration der Atome des Elementes in der Anregungsquelle. Die Anregung zur Lichtemission der Atome erfolgt bei der Alkali-

analyse zweckmässig nach einem Verfahren von LUNDEGARDH (1929, 1934) in der mit Luft oder Sauerstoff gemischten Acetylen-, Leuchtgas- oder Propanflamme, in welche die Untersuchungslösung unter konstantem Luft- und Gasdruck mittels eines Zerstäubers in Nebelform eingesprüht wird. Während LUNDEGARDH das emittierte Licht nach Durchgang durch einen Spektrographen photographiert, darauf die entsprechende Linie auf der Platte auswählt und ihre Intensität photometrisch ermittelt, selektiert man in der Flammenphotometrie die Linie durch geeignete Filter- oder Monochromator-Vorrichtungen, lässt sie direkt auf Photozellen oder Photoelemente fallen und misst ihre Intensität als Photostrom. - Die Beziehungen zwischen Photostrom und Konzentration des Elements werden in einer Eichkurve festgelegt.

Wasseranalytische Untersuchungen nach der Lundegardh-Methode wurden in Schweden (LOHAMMAR 1938, WITTING 1947/48) und mittels der Flammenphotometrie in den USA (WEST et al. 1950, BILLS et al. 1949) bereits durchgeführt.

Es sind verschiedene Modelle von Flammenphotometern entwickelt worden und im Handel erhältlich. In den USA sind vor allem in Gebrauch das Perkin Elmer Flame Photometer Model 18 (PERKIN ELMER CORP. 1945), das Internal Standard Flame Photometer (BERRY et al. 1946), sowie die Flammenphotometer - Zusatzeinrichtung zum Beckmann Spectrophotometer DU. (NATION. TECHN. LABOR. 1948). Das letztere, mit dem auch die Wasseranalysen von WEST und Mitarbeitern durchgeführt wurden, ermöglicht eine nahezu absolute Linienselektion und arbeitet bei grosser Empfindlichkeit sehr genau. Dies lässt sich aber nur durch einen erheblichen apparativen Aufwand erreichen (Littrow-Spektrograph, Verstärkereinrichtung für den Photostrom). Unvollkommener wird die Selektion schon, wenn sie mit verschiedenen Farbfilterkombinationen durchgeführt wird. Nach dieser Methode arbeiten neben dem Perkin Elmer Modell und dem Internal Standard Modell die alten in Deutschland von SCHUHNECHT, WAIBEL sowie RIEHM und LANGE entwickelten Flammenphotometer. - Einen erheblichen Fortschritt für die Verwendung von Filtern brachte die Entwicklung der Metall-

Interferenzfilter mit engem spektralen Durchlässigkeitsbereich mit sich (GEFFEKEN 1948, SCHOTT 1949). Die Anwendung der Interferenzfilter hat sich bei den deutschen Flammenphotometer-Modellen von LANGE (Modell 2 und 3) (LANGE 1950) und ZEISS (Modell III) (ZEISS 1950) eingebürgert.

Die Flammenphotometer von LANGE und ZEISS sind direkt anzeigende Instrumente. Der Photostrom des Selenphotoelementes wird mit empfindlichen Galvanometern gemessen. Ein solches Messverfahren erscheint bedenklich, da sich dabei verschiedene unerwünschte Eigenschaften der Photoelemente auswirken können: Keine strenge Proportionalität zwischen Photostrom und Beleuchtungsstärke, unterschiedliche Oberflächenempfindlichkeit, Temperaturabhängigkeit, Ermüdungerscheinungen (KORTUM 1948). Andererseits sind die Herstellungskosten der Apparate wesentlich geringer als z. B. bei einem Beckmann-Flammenphotometer. Vergleicht man nun die mit den verschiedenen Flammenphotometern erzielten Ergebnisse (BERRY et al. 1946, PARKS et al. 1948, WEST et al. 1950, SCHRENK 1950), so zeigt sich (siehe auch dieser Artikel), dass bei der flammenphotometrischen Analyse namentlich von Mischlösungen Fehler auftreten können, welche die hohe Instrumentengenauigkeit illusorisch machen, dass man aber andererseits mit der Direkt-Ausschlag-Methode unter entsprechend vorsichtiger Handhabung auch eine Fehlergrenze von 3 % einhalten kann.

Für unsere Versuche zur flammenphotometrischen Analyse von Natrium, Kalium und Calcium in Wasserproben stand ein Lange-Flammenphotometer Modell 2 zur Verfügung (ausführliche Beschreibung LANGE 1950). - Die Arbeiten wurden im Max-Planck-Institut für physikalische Chemie Göttingen durchgeführt. Für die Ueberlassung des Gerätes und des Arbeitsplatzes sei Herrn Prof. Bonhoeffer an dieser Stelle bestens gedankt.

Die Konstanz von Acetylen- und Luftdruck war gewährleistet, wenn man zwischen die Regelventile und Manometer ein in Wasser bzw. Quecksilber tauchendes Ueberlaufrohr einschaltete (HERMANN und LEDERLE 1942). Zwischen Kompressor und Re-

gulierventil wurde eine Waschflasche mit Wattefüllung zum Aufsaugen des mitgerissenen Pumpenoels angebracht. Gearbeitet wurde bei 0,5 Atü Luftdruck und einem Gasdruck von 60 mm Wassersäule.

Die Durchlässigkeit der Natrium-, Kalium- und Calcium-Interferenzfilter war jeweils für die Strahlung der anderen Elemente praktisch gleich Null. Auch mit konzentrierteren Lösungen wurden Blindwerte, die überdies wohl auf Spuren von Verunreinigungen zurückzuführen sind, von höchstens 0,5 bis 1 Skalenteil gemessen.

Der durch das Mess-System Photoelement-Multiflexgalvanometer bedingte Fehler lässt sich ausschalten, indem vor und nach der Analyse jeder Probe mit einer Eichlösung kontrolliert wurde, ob eine Abweichung vom Sollwert des durch die Eichlösung hervorgerufenen Galvanometerausschlages eingetreten war. In diesem Falle wurde auf den Sollwert mittels der Vorschaltwiderstände am Multiflexgalvanometer einreguliert und erneut analysiert. Abweichungen vom Sollwert treten häufig nicht durch Empfindlichkeitsschwankungen des Photoelementes ein, sondern beruhen auf der Inkonzanz der Aerosolbildung in der Zerstäuber kammer. Der Zerstäuber ist zweckmässig möglichst waagrecht zu platzieren. Auch wurden die Zerstäuber kammer und das Brennerrohr nach jeder grösseren Meßreihe (300 Proben) mit Chromschwefelsäure gereinigt. Auch Verstopfungen der Düse treten öfter auf, machen sich jedoch sogleich durch erhebliches Abfallen der Sollwerte bemerkbar.

Die normalen Kalium- und Calciumkonzentrationen in Wasserproben liegen im linearen Bereich der Eichkurven. Die Natrium-Eichkurve zeigt einen gekrümmten Verlauf infolge Absorption der Strahlung durch die Natriumatome im kühleren äusseren Flammenteil. Kalium wurde bei empfindlichster Galvanometereinstellung analysiert: 0,5 mmol/l = 100 Skalenteile. - Die Ablesegenauigkeit betrug dabei 1/2 Skalenteil = 0,003 mmol K/l = ca. 0,1 mg/l. - Bei der Aufstellung der Eichkurven ergab sich in der Anwendung des oben beschriebenen Kontrollverfahrens, dass die Werte im günstigen Messbereich (20 bis 150 Skalenteile) bis auf 0,5 Skalenteile repro-

äuzierbar waren (\pm 0,1 mg K/l). Gelegentliche Abweichungen von 1 Skalenteil treten auf.

Für Calcium und Natrium wurden in entsprechender Weise ermittelt:

Empfindlichkeit:	Ca	Na
	200 Skt. = 5 mmol/l	200 Skt. = 5 mmol/l (stark gedämpft)
	0,5 Skt. = 0,0125 mmol/l = ca. 0,5 mg/l	0,5 Skt. = durchschn. 0,01 mmol/l = ca. 0,2 mg/l

Reproduzierbarkeit:	\pm 0,5 mg/l (im allg.)	\pm 0,2 mg/l
---------------------	------------------------------	----------------

Die apparativ bedingten Messfehler sind jedoch gering gegenüber denjenigen, die durch Fremdstoffe (fremde Salze, Basen, Säuren, organische Stoffe), welche neben den nachzuweisenden Elementen anwesend sind, hervorgerufen werden. Die Abweichungen vom Sollwert betragen in solchen Fällen vielfach über 100 % (BERRY et al. 1946, PARKS et al. 1948, RIEHM 1948).

Die Ursachen der Störung sind:

- 1.) Beeinflussung des Zerstäubungsvorganges (Viskositäts-, Dichte-, Oberflächenspannungsänderungen).
- 2.) Veränderung der Anregungsbedingungen in der Flamme (Temperatur, Volum).
- 3.) Beeinflussung der Anregungsverteilung durch Fremdatome.

Bei Analysenproben mit bezüglich Fremdstoffen wechselnder Zusammensetzung ist dies zu berücksichtigen, während man bei gleichbleibender Konzentration der Fremdstoffen die Eichkurve unter Zusatz der Fremdstoffe zu den Eich-Konzentrationsstufen herstellen kann. Der Fehler wird dann als systematische Abweichung durch die Eichkurve eliminiert.

Als Korrektionsverfahren fand in der quantitativen photographischen Spektralanalyse das Verfahren der Messung von Stärkeverhältnissen anstelle der absoluten Stärke der Linien vielfache Anwendung (Internal Standard method). Während die

Absolutstärke leicht durch Fremdstoffe beeinflusst werden kann, ändert sich das Stärkeverhältnis der Linie des Untersuchungselementes zu derjenigen eines in bekannter Konzentration zugefügten Zusatzelementes nicht, da dieses ja den emissionsverändernden Einflüssen im gleichen Maße ausgesetzt ist. Auch in der Flammenphotometrie bedient man sich mit Lithium als Zusatzelement dieses Verfahrens (BERRY et al. 1946). Das von BERRY und Mitarbeitern konstruierte Internal-Standard-Flamme-Photometer ermöglicht die gleichzeitige photoelektrische Messung von Natrium - resp. Kalium- und Lithium-Strahlung. Durch die Schaltung des Instrumentes wird bewirkt, dass die durch Fremdstoffe usw. verursachten Abweichungen der Lithium-Strahlung diejenige der Natrium- bzw. Kalium-Strahlung kompensieren. Auf diese Weise wird der Einfluss vieler störender Stoffe aufgehoben oder wenigstens herabgesetzt.

Ohne ein solches Instrument könnte man in gewissen Grenzen die Stärkeverhältnis-Methode anwenden, indem man, sofern das Flammenphotometer eine Filterwechsellvorrichtung besitzt, die Intensität der Lichtemission des Untersuchungselementes und des Zusatzelementes nacheinander misst. Beide Elemente müssen dabei aber in demselben Messbereich gemessen werden können. In der Wasseranalyse mit dem Lange-Flammenphotometer ließ sich Lithium dafür nicht verwenden, da unsere Versuche ergaben, daß das zur Verfügung stehende Lithium-Filter 671 in starkem Maße für Strahlung des Calciums durchlässig ist, dessen Gehalt in den Gewässern ja sehr grosse Unterschiede aufweist, (Ca I Linie 671,77).

Bei der Wasseranalyse liegen die Verhältnisse nun insofern ungünstig, da stets Fremdionen und noch dazu im unvor-sagbaren Konzentrationsverhältnis anwesend sind. Ausserdem können organische Stoffe die Analysenergebnisse u. U. verfälschen. Es wurde daher in den im Wasser zu erwartenden Konzentrationsbereichen der wechselseitige Einfluss der wichtigsten Kationen und Anionen untersucht.

Die Natriumanalyse wurde im Bereich von 20 bis 0,5 mmol Na/l durch Zusätze von Calcium (1 bis 10 mmol/l), Kalium (0,5 mmol/l) und Magnesium (5 mmol/l) nicht beeinflusst. Auch stimmen die Er-

gebnisse überein, wenn Natrium als Chlorid, Sulfat oder Bikarbonat in Lösung vorliegt.

Die Kaliumanalyse wurde im Bereich von 0,5 bis 0,05 mmol K/l nicht durch Calcium (0,5 bis 10 mmol/l) beeinflusst, gleichfalls nicht durch Magnesium (5 mmol/l). Hingegen übte Natrium einen erheblichen Einfluss aus (Tab. 1) Anioneneinfluss (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) machte sich nicht bemerkbar.

Die Calciumanalyse wurde im Bereich von 0,5 bis 10 mmol/l nicht durch Natrium (1 bis 20 mmol/l) oder Kalium (0,1 bis 0,5 mmol/l), hingegen aber durch Magnesium (Tab. 2) beeinflusst. - Nähere Untersuchungen wurden hinsichtlich der von WEST und Mitarbeitern festgestellten Störung des Ca-Nachweises durch Bikarbonat-Ionen gemacht. Wie Tabelle 3 zeigt, tritt eine umso stärkere Verminderung der Galvanometerwerte ein, je grösser die Calcium- und je höher die Bikarbonat-Ionenkonzentration ist. Das lässt auf einen einfachen Massenwirkungseffekt schliessen. Die Bedingungen zur Ausfällung von CaCO_3 werden mit zunehmender $[\text{Ca}^{2+}]$ und $[\text{HCO}_3^-]$ günstiger, so dass man annehmen kann, dass eine Ausscheidung von CaCO_3 schon bevor die Lösung in die Flamme gelangt, durch Kohlensäureverlust beim Zerstäuben oder durch Änderung der Löslichkeitsverhältnisse im warmen Brennerrohr frühzeitig eintritt und die zu geringen Werte verursacht. In der Tat treten bei geringeren Bikarbonatkonzentrationen keine Fehler auf. Das geht aus Tabelle 4 hervor, in der die Analysen von Calcium-Chlorid-Lösungen mit Calcium-Bikarbonat-Lösungen verglichen werden.

Durch Sulfate im Bereich der im Wasser auftretenden Konzentrationen wird die Calciumanalyse nicht beeinflusst.

Es wurde auch der Einfluss verschiedener organischer Stoffe untersucht. Auf die Calcium-, Kalium- und Natriumbestimmung blieben Zusätze von Stärke (bis 100 mg/l lösliche Stärke), gesättigte wässrige Stearinsäurelösung (50 % des Gesamtvolumens) und Harnstoff (bis 50 mmol/l) ohne Einfluss.

Quecksilber-II-Chlorid, das zum Fixieren der Wasserproben nach der Entnahme zugesetzt wurde, ist ebenfalls ohne nachweisbaren Einfluss.

Der Einfluss des Natriums auf die Kaliumbestimmung und des Magnesiums auf die Calciumanalyse lassen sich nicht durch die Stärkeverhältnis-Methode ausschalten. Wie Tabelle 5 zeigt, wirkt sich dieser Einfluss nämlich nicht auf ein Zusatzelement aus. Die Uebergangswahrscheinlichkeiten der betreffenden Uebergänge im Elektronenzustand der Atome werden also offenbar durch Wechselwirkung mit dritten Atomen in verschiedener Weise geändert. Mit Erfolg wurde dagegen das auch schon von WEST und Mitarbeitern benutzte Verfahren angewandt, bei welchem man die schwankenden Konzentrationen des Störelementes durch Zusatz einer entsprechenden konzentrierten Salzlösung auf einen hohen, dadurch aber genügend konstanten Wert bringt. Der zufällige Fehler wird damit zu einem systematischen, der in der Eichkurve, die man aus den ebenfalls mit Salzlösungen versetzten Eichlösungen gewinnt, berücksichtigt wird. Als "Strahlungspuffer" wurden die von WEST vorgeschlagenen Lösungen erprobt. Für die Kaliumanalyse eine nacheinander mit CaCl_2 , MgCl_2 und NaCl bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung. Für die Calciumanalyse eine entsprechende MgCl_2 , NaCl , KCl Lösung. Für die Natriumanalyse konnte man die Strahlungspufferlösung entbehren, für die Kaliumanalyse genügte auch gesättigte Kochsalzlösung und für die Calciumanalyse gesättigte MgCl_2 Lösung. Zu 10 Teilen Untersuchungslösung wurde 1 Teil Strahlungspufferlösung hinzugefügt. - Dieses Korrekturverfahren schaltet, wie Tabelle 6 bis 7 zeigt, die Störeinflüsse aus.

Da beim längeren Aufbewahren der Wasserproben ursprünglich gelöstes CaCO_3 ausfallen kann, wurden die Proben bei der Calciumanalyse nach kräftigem Umschütteln mit 1/n Schwefelsäure (zu 10 Teilen Probe 1 Teil H_2SO_4) angesäuert. Bei Anwendung von 1/n Salzsäure erhielt man keine konstanten Galvanometerausschläge. Die Ursachen dieses unterschiedlichen Verhaltens gegenüber der Schwefelsäure sind noch nicht geklärt. -

Zu der Eichlösung wird auch ein entsprechender Anteil Schwefelsäure zugesetzt.

Zur Erprobung der Anwendungsmöglichkeiten der Methode in der Wasseranalyse wurden folgende Proben analysiert:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1.) Leinekanalwasser Göttingen | stark abwasserhaltig |
| 2.) Leinekanalwasser Göttingen | nach Regen stark getrübt |
| 3.) Feuerlöschteich Göttingen | schatt.Lemna-Typ, org.verschm. |
| 4.) Hochmoorwasser Harz | dystroph, reich an Humuskolloiden |
| 5.) Teich i.bot.Gart.Göttingen | eutroph |
| 6.) Wasser i. Gewächshaus des bot. Gartens Göttingen | eutroph |
| 7.) Göttinger Wasserleitung | sehr hart, rein |
| 8.) Gebirgsbach Sieber (Harz) | elektrolytarm, sehr rein |
| 9.) Harn verdünnt | |

1:4 für Calcium, 1:30 für Kalium, 1:300 für Natrium.

Die Lösungen wurden flammenphotometrisch analysiert. Ausgehend von den in dieser Weise ermittelten Werten wurden durch Verdünnen mit destilliertem Wasser oder durch Zusatz von Na-, K- oder Ca-Standardlösungen von jeder Probe eine Reihe verschiedener Konzentrationsstufen hergestellt und diese wiederum analysiert.

Die Werte liegen alle im Bereich der Eichkurve (Abb. 1). Die Abweichungen überschreiten im allgemeinen nicht 3 %, gelegentlich erreichen sie 5 %. Die Natrium-, Kalium- und Calciumgehalte der Wasserproben wurden ausserdem kolorimetrisch (Natriumzink-uranyl-acetat, Kaliumkobaltinitrit) bzw. titrimetrisch (Calciumoxalat) analysiert. Die Abweichungen von den flammenphotometrischen Ergebnissen betragen nicht mehr als 3 %.

Nach diesen Ergebnissen wurde für die Wasseranalyse folgende Analysenmethodik angewandt:

Die Wasserproben wurden möglichst bald nach der Entnahme durch Blaubandfilter 589⁵ filtriert und in Polyäthylenkunststoff-Flaschen (Firma Kautex, Hangelar) oder paraffinierten Glasflaschen aufbewahrt. Gegen Algen- und Pilzwuchs wurden einige Kriställchen HgCl₂ hinzugefügt. Zur Natriumanalyse wurde die

unveränderte Lösung flammenphotometriert. Die Kaliumanalysen wurden mit 5 ccm Probelösung, denen 0,5 ccm Kaliumstrahlungspufferlösung zugesetzt waren (gesättigte $\text{CaCl}_2/\text{MgCl}_2$, NaCl Lösung), ausgeführt. Zur Calciumanalyse wurden 5 ccm der gut umgeschüttelten Probe mit 0,5 ccm n/1 Schwefelsäure und danach mit 0,5 ccm Strahlungspufferlösung (gesättigte MgCl_2 , NaCl Lösung) versetzt. Vor dem Einsprühen müssen die Lösungen gut durchmischt sein. Die Analyse erfolgte dann mit Ausnahme des Kaliums in mehreren Messbereichen, von denen je nach der vorliegenden Konzentration der geeignetste verwendet wird.

Als Anhang seien einige Ergebnisse regionaler Untersuchungen im Fulda-Eder-System angeführt, die die Nützlichkeit dieser Methode dokumentieren sollen (Abbildung 2 und 3).

Tabelle 1 Einfluss von Na auf die K-Analyse

		mmol KCl/l			
		0,5	0,25	0,1	0,05
Ohne Fremdionen	→	Skalenteile			
		90,0	39,0	13,0	6,0
20 mmol NaCl/l		117,0	57,0	23,5	12,5
5 " "		98,5	49,0	20,0	10,0
1 " "		93,5	44,5	16,5	8,0

Tabelle 2 Einfluss von Mg auf die Ca-Analyse

		mmol CaCl_2 /l		
		2,5	1,0	0,25
Ohne Fremdionen		Skalenteile		
		88,0	46,0	13,0
10 mmol MgSO_4 /l		100,0	62,0	16,0
2 " "		91,0	51,0	15,5
1 " "		-	48,0	15,0
0,5 " "		88,5	46,5	14,0

Tabelle 3 Einfluss von HCO_3 auf die Ca-Analyse

	mmol CaCl_2 /l				
	10	5	2,5	1	0,5
Ohne Fremdionen	Skalenteile				
	200,0	99,5	48,5	21,5	11,5
10 mmol NaHCO_3 /l	155,0	68,5	39,0	18,5	11,0
5 " "	180,0	84,0	40,0	19,0	11,5
1 " "	197,0	96,5	-	20,0	11,5

Tabelle 4 Analyse von $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ Lösung

	mmol Ca/l				
	10	2,5	2,0	1,0	0,5
	Skalenteile				
CaCl_2 Lösung	200,0	48,0	38,5	20,0	10,5
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ Lösung	-	48,0	40,0	21,0	12,0

Tabelle 5 Analyse von K/Na/Ca-Mischlösung

	0,5 mmol KCl/l + 5 mmol CaCl_2 /l	
	Ohne Fremdionen	Skalenteile
20 mmol NaCl/l	96,0	100,0
	117,0	99,5
10 " "	106,0	99,0
5 " "	96,5	101,0
1 " "	93,5	100,0

Tabelle 6 K-Analyse bei Gegenwart von Na und Strahlungspuffer

	mmol KCl/l			
	0,5	0,25	0,1	0,05
Ohne Fremdionen	Skalenteile			
	100,0	62,0	39,0	29,5
20 mmol NaCl/l	101,5	64,0	38,0	28,5
10 " "	101,5	62,5	37,0	28,0

Tabelle 7

Ca-Analyse bei Gegenwart von Mg und Strahlungspuffer

	mmol CaCl ₂ /l		
	5	2,5	2,0
Ohne Fremdionen	Skalenteile		
	110,0	56,0	37,0
5 mmol MgCl ₂ /l	110,0	56,5	37,0

Literaturverzeichnis.

- BARNES et al. 1945 - Barnes R.B. Richardson D., Berry J.W., Hood R.L. Flame Photometry, a rapid analytical procedure, Ind. Engin. Chem. Analyt. Edit. 17, S. 605-611, 1945.
- BERRY et al. 1946 - Berry J.W. Chappell D.G., Barnes R.B. Improved Method of Flame Photometry, Ind. Engin. Chem. Analyt. Edit. 18, S. 19-24, 1946.
- BILLS et al. 1949a - Bills C.E., Mc. Donald F.G., Niedermeyer W., Schwartz M.C.: Reduction of Error in Flame Photometry, Analytical Chem. 21, 1076, 1949
- " 1949b - Americ. Diet. Assoc. 25, S. 309-314, 1949.
- GEFFEKEN 1948 - Neuartige Interferenzlichtfilter, Z.f. angewandte Chemie Ausg. A. 60, S. 1-4, 1948
- HERRMANN und LEDERLE 1942 - Hermann R. und Lederle P.: Ersatz des Acetylens durch Leuchtgas bei der flammenphotometrischen Kaliumbestimmung, Bodenkunde und Pflanzenernährung 30, S. 189-196, 1942.
- KORTÜM 1948 - Kortüm G. Kolorimetrie und Spektralphotometrie, Springer 1948.
- LANGE 1950 - Flammenphotometer Liste 27/50, Firma Dr. B. Lange, Berlin.

- LOHAMMAR 1938 - Lohammar G.: Wasserchemie und höh. Vegetation schwedischer Seen, Akad. Abhandl. Symbol. Botan. Uppsalens, III, 1, 1938.
- LUNDEGARDH 1929 - Lundegardh H.: Die quantitative Spektralanalyse der Elemente und ihre Anwendung auf biologische, agrarkulturchemische und mineralogische Aufgaben, Fischer, Jena 1929.
- " 1934 - Die quantitative Spektralanalyse. Zweiter Teil, Fischer, Jena 1934.
- NAT. TECHN. LABOR 1948 - National Technical. Laboratories, South Pasadena Calif., Beckmann Bull. 167-C (1948. Beckmann Bull. 193-B, 1948
- PARKS et al. 1948- Parks Th.D., Johnson H.O., Lykken L.: Errors in the Use of a Model 18 Perkin Elmer Flame Photometer for the Determinations of Alkalimetals, Analytical Chem. 20, 822, 1948.
- PERKIN ELMER CORP. 1945 - Perkin Elmer Corporation Glenbrook Conn. Instruction Manual Flame Photometer Model 18, 1945.
- SCHOTT 1949 - Jenaer Metallinterferenzfilter Liste 8075/1949, VEB Jenaer Glaswerk Schott.
- SCHRENK 1950 - Schrenk W.G.: Round Table Discussion on Flame Photometry, Analytical Chem. 22, 1202, 1950.
- WEST et al. 1950 - West P.W., Folse P., Montgomery D.: Application of Flame Spectrophotometry to Water Analysis, Analytical Chem. 22, 667, 1950.
- WITTING 1947 - Witting M.: Kationsbestämningar i myrvatten, Botaniska Notiser 1947, Häfte 4 Lund.
- " 1948 - Dieselbe; Preliminärt meddelande om fortsatta Kationsbestämningar i myrvatten sommaren 1947, Svensk Botanisk Tidskrift 42, S. 116-134, 1948.
- ZEISS 1950 - Das neue lichtelektrische Zeiss Flammenphotometer Liste CZ 32-627-1, VEB Carl Zeiss, Jena 1950.

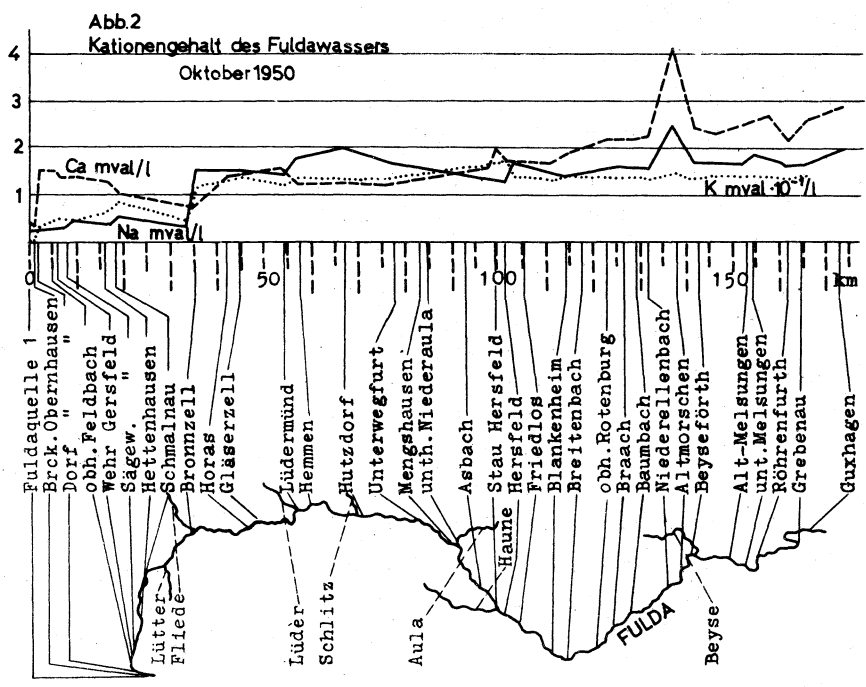
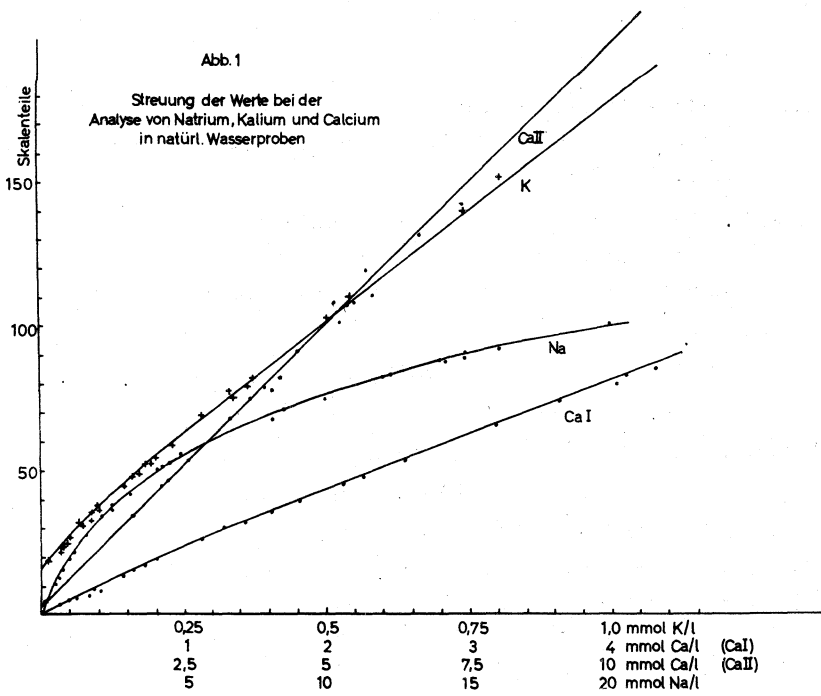
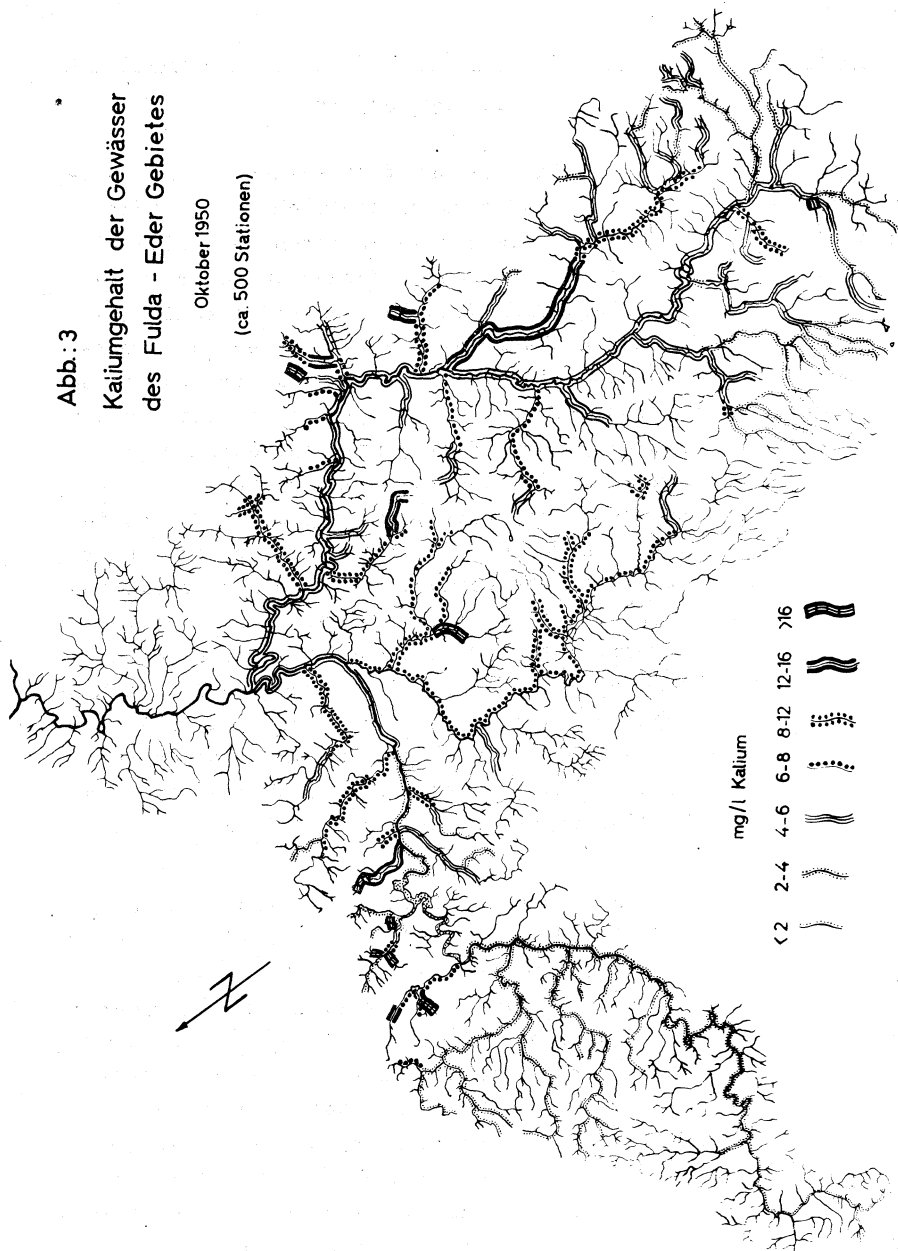


Abb. 3
Kaliumgehalt der Gewässer
des Fulda - Eder Gebietes

Oktober 1950
(ca. 500 Stationen)



Quantitative Phytoplankton-Untersuchung mit Membranfiltern

von Wolfgang Schmitz.

Da das freie Wasser eines Flußsystems keinen scharf abgegrenzten Lebensraum darstellt, sondern vielfach durch einen kontinuierlichen Uebergang zwischen Abschnitten verschiedenen Milieus gekennzeichnet ist, und da ferner an jeder Stelle des Flußlaufes sich die Einflüsse der weiter oberhalb gelegenen Biotope durch Einschwemmung von Organismen und Stofftransport geltend machen, wird man befriedigende Erkenntnisse über die Zusammensetzung der Flußplankton-Gesellschaft und der diese bestimmenden ökologischen Bedingungen nur durch regionale Untersuchung eines ganzen Flußsystems unter Berücksichtigung der Nebenflüsse, Buchten, Seitenarme, der ripalen und benthischen Biozönosen gewinnen können. Derartig umfangreiche Untersuchungen setzen aber Methoden voraus, die ein rasches und bequemes Einsammeln und eine schnelle, möglichst quantitative Plankton-Analyse gewährleisten. Es ist naheliegend, hierbei ein Filtrationsverfahren zu verwenden, um Wasser- und Flaschenballast im Untersuchungsgepäck zu vermeiden und gleichzeitig eine bequeme Auszählung vornehmen zu können. Auch ist es wünschenswert, bei der Bestimmung festzustellen, ob das Plankton im lebenden oder bereits abgestorbenen Zustand in der Probe vorliegt.

Die sonstigen in der quantitativen Plankton-Untersuchung üblichen Methoden (UTERMOEHL 1936) erfordern entweder einen nicht unbeträchtlichen Zeitaufwand bei der Aufbereitung der entnommenen Wasserprobe zum Auszählen der Planktonindividuen (Sedimentieren, Zentrifugieren und Abpipettieren), verbunden mit einer Reihe von Fehlerquellen oder das kostspielige UTERMOEHLsche Plankton-Mikroskop. - Zwar kann bei sehr hoher Planktondichte die Auszählung der Probe einfach in einer Zählkammer vorgenommen werden. In den meisten Fällen - und bei der Flußplankton-Untersuchung fast ausnahmslos - kann nicht darauf verzichtet werden, die Probe zunächst zu konzentrieren.

UTERMOEHL reicherte das Plankton durch Filtration mit Membranfiltern an (UTERMOEHL 1927). Die Filter wurden nach beende-

ter Filtration getrocknet und mit Xylol-Kanadabalsam ins mikroskopische Präparat eingeschlossen, wobei durch das Einschlußmittel das Membranfilter aufgehellt wird. Der Trocknungsprozeß begrenzt die Anwendungsmöglichkeiten der Methode, da nur sehr widerstandsfähige, beschaltete Planktonformen das Lufttrocknen vertragen, ohne unkenntlich zu werden.

HEINRICH sucht bei der Filtrationsmethode diesen Uebelstand zu vermeiden, indem er ein mit Gelatine überzogenes Deckglas auf die zu filtrierende Wassersäule auflegt (HEINRICH 1934). Am Ende der Filtration sind die Organismen innerhalb der Gelatine zwischen Deckglas und Filter in einer Ebene angeordnet und somit der Zählung auch mit der Ölimmersion bequem zugänglich. Er verwendet glasklare Ultrafeinfilter "100-Minuten" (Membranfilter-Gesellschaft, Göttingen). Die Filter werden nicht aufgehellt, "weil zahlreiche zarte Planktoner in dem Aufhellungsmittel verschwinden." Die Ultrafeinfilter-Filtration ist mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden: Für 10 ccm bei 2 Atm. Ueberdruck 6 - 12 Stunden. Durch die langsame Filtration soll hingegen gerade vermieden werden, dass die Organismen beim Auftreffen auf das Filter geschädigt werden. Da die Gelatine kein dauerhaftes Einschlußmittel darstellt, muß die Auszählung bald nach der Filtration vorgenommen werden. Deformierung mancher Formen ist auch hier bei der vor der Filtration erfolgenden Fixierung nicht zu vermeiden.

Als Einschlußmittel mit sowohl in Bezug auf Formerhaltung als auch Dauerhaftigkeit des Präparates geeigneten Eigenschaften wird vielfach Glycerin empfohlen (LEMMERMANN 1910; SMITH 1933). Da Glycerin auch eine genügende Aufhellung der Membranfilter bewirkt, wurde es als Einschlußmittel bei der im folgenden beschriebenen Herstellung quantitativer Planktonpräparate verwendet.

Als Filterapparat dient dabei der zylindrische Metallfiltrationsapparat, \varnothing 4 cm, Inhalt 30 ccm, der Membranfiltergesellschaft Göttingen, in Verbindung mit Saugflasche oder Reagenzglas mit seitlichem Stutzen.

Auch bei Verwendung des "Coli-Apparates" tritt kein merklicher Fehler auf, wie er durch Sedimentieren auf den schrägen Wandflächen denkbar wäre. Den Unterdruck erzeugt man mit einer Wasserstrahlpumpe oder auf Untersuchungsfahrten, da die dörflichen Wasserleitungen meist zu geringen Wasserdruck besitzen, mit einer kleinen Elektropumpe. Durch Ansaugen mit dem Mund kann man die Filtration auch an Ort und Stelle durchführen.

Man verwendet als Filter zuvor in Wasser ausgekochte Membranfilter "grob" (Membranfilter-Gesellschaft Göttingen), die mit einer durchschnittlichen Porenweite von 3 bis 0,5 μ auch zur quantitativen Erfassung des Nannoplanktons hinreichend sind.

Es reicht in den meisten Fällen die Filtration eines Probenvolumens von 50 bis 100 ccm aus. Wird mehr Wasser filtriert, so häuft sich zu viel Detritus und Sand auf dem Filter an und verdeckt einen Teil der Planktonorganismen. Auch wird die Filtrationsgeschwindigkeit durch Ansammlung von Kolloidstoffen auf dem Filter bald ausserordentlich gering. 50 bis 100 ccm kann man in wenigen Minuten filtrieren. Bei dem unten beschriebenen Glyzerin-Einschlussverfahren ist bei dieser Filtrationsgeschwindigkeit keine Beschädigung der Organismen beobachtet worden. Nach einiger Uebung erkennt man schon an der Färbung des Filters durch das Sediment, ob eine genügende Menge Wasser filtriert ist.

Mit dem Glyzerineinschluss beginnt man, wenn die Flüssigkeitssäule bis auf 5 mm über den Filter abgesunken ist, wozu man sich zweckmässig eine Farbmarkierung innen im Filteraufsatz anbringt. Man tropft nun Glyzerin in dem Maße, wie Flüssigkeit abgesaugt wird, zum restlichen Wasser, bis das Filter den Durchsichtigkeitsgrad fettigen Pergamentpapieres angenommen hat. Man saugt darauf bis auf einen kleinen Flüssigkeitsrest ab, gibt ca. 2 ccm Glyzerin hinzu und saugt schliesslich vollständig ab. Der auf dem Filter verbleibende Glyzerinfilm schützt die Planktonorganismen vor zur Unkenntlichkeit führenden Deformierung.

Das Filter wird sogleich auf eine Glasscheibe gebracht und mit einer Rasierklinge ein quadratisches Stück bestimmter Seitenlänge ausgeschnitten. Zweckmässig geschieht dies mit Hilfe eines rechtwinkligen kleinen Anlegestückes aus Blech, welches eine der Grösse des Quadrates entsprechende Kantenlänge besitzt. Zur einfachen Berechnung der Ergebnisse wählt man die Grösse des quadratischen Ausschnittes als einfachen Bruchteil, z.B. 1/10 der Filterfläche, aus. Beispielsweise ergeben sich für einen Durchmesser der wirksamen Filterfläche von 40 bzw. 35 mm folgende Kantenlängen des quadratischen Ausschnittes:

Ø wirksame Filterfläche	40 mm (Coli)	35 mm (MA)
wirksame Filterfläche	1257 mm ²	962 mm ²
1/10 wirksame Filterfläche	125,7 mm ²	96,2 mm ²
Kantenlänge des quadr. Ausschn.	$\sqrt{125,7} = 11,2$ mm	$\sqrt{96,2} = 9,8$ mm

Das Ausschneiden muss sorgfältig erfolgen, wenn kein merklicher Fehler bei der quantitativen Bestimmung entstehen soll. Eine um 0,5 mm vom Sollwert abweichende Kantenlänge des Quadratausschnittes verursacht einen Fehler von knapp 10 %, das Schwanken des Durchmessers der effektiven Filterfläche um 1 mm einen Fehler von 5 %.

Der Filterausschnitt wird nun nach einem von ZELLER beschriebenen Verfahren (ZELLER 1941/42) eingebettet. Er wird ganz aussen an einer Ecke mit einer Deckglaspinzette erfaßt und, die Planktonseite nach unten, auf die Mitte eines Deckglases 26 mal 32 mm von weniger als 0,17 mm Dicke (Immersionbetrachtung!) gebracht. Auf die nunmehrige Oberseite des Filterausschnittes bringt man noch einen kleinen Tropfen Glycerin und bedeckt diesen darauf mit einem Deckglas 18 mal 18 mm, wobei man Luftblasen vermeidet.

Die Abmessung des Glycerintropfens erfordert einige Übung, da bei zu viel Glycerin die Planktonorganismen zwischen den Deckgläsern schwimmen. Andererseits soll aber das Glycerin möglichst die Berührungsfläche der beiden Deckgläser ausfüllen.

Die Deckgläser werden umgewendet und, das kleinere nach unten, auf einen Objektträger in Caedax eingebettet. Ein Vermischen von Caedax mit Glyzerin oder Verdunsten des Glyzerins wird bei dieser Methode vermieden. - Nach Eintrocknen des Caedax ist das Präparat zählfertig.

Zweckmässig sammelt man tagsüber die Planktonproben in bruchsfestern und leichten 100 ccm Polyäthylenkunststoff-Flaschen, um sie in Serie am Abend zu präparieren. Die Auszählung erfolgt später im Labor auf dem Kreuztisch des Mikroskopes, in dem einfach die auf der Filterausschnittfläche befindlichen Individuen gezählt werden. Multipliziert mit 10 (in unserem Beispiel) ergibt sich die Zahl der Planktonindividuen in der filtrierten Wassermenge. Die Durchsichtigkeit des Filters ist bei Verwendung einer Mikroskopierlampe genügend groß.

Bei unseren Untersuchungen von Flußplankton waren die Planktonalgen (Cyanophyceen, Chlorophyceen, Conjugaten, Diatomeen und verschiedene Flagellaten) in den Präparaten in wohl erhaltenem Zustand und, sofern zu ihrer Identifikation nicht an sich eine besondere Aufarbeitung nötig ist, auch bestimmbar. Besonders bleiben die Chloroplastenfarben gut erhalten. Es lässt sich somit eindeutig erkennen, ob die Plankter abgestorben oder in lebendem Zustand in der Probe vorliegen. Eine Fixierung der Proben vor dem Glyzerinzusatz wurde nicht vorgenommen. Unter Umständen wird man in Sonderfällen - z.B. um Geisseln sichtbar zu machen usw. - die Methode in dieser Hinsicht modifizieren. Hier liegen noch keine Erfahrungen vor.

Nicht bestimmbar sind allerdings viele Diatomeen. Da diese den Hauptanteil an der Zusammensetzung des Flußplanktons darstellen, war eine Ergänzung der Methode in dieser Hinsicht erforderlich, was durch Herstellung eines Glühpräparates auch möglich ist. Man schneidet hierzu aus dem Filter ein zweites Quadrat von derselben Grösse wie das erste aus und bringt es auf ein Deckglas. Dieses wird auf einer Heizplatte allmählich erhitzt, wobei es durch eine umgekehrte kleine Porzellanschale bedeckt wird, um starke Luftzufuhr und damit spontane Verbrennung des Filters zu vermeiden. Dabei verkohlt das Filter,

worauf man das Deckglas auf ein Silberblech bringt und über einer Spiritus- oder Gasflamme ausglüht (Näheres über zweckmäßige Herstellung von Glühpräparaten: HUSTEDT 1929, 1930a und 1930b). Das Deckglas kann ohne Einbettungsmittel trocken auf dem Objektträger mit einem Lackring befestigt werden oder man bettet in Hyrax ein. Die Diatomeen sind gut bestimmbar und wie im Glycerinpräparat direkt auszählbar. Durch das Glühen bleiben auch die zarten Formen im Gegensatz zum Schwefelsäure-Aufbereitungsverfahren quantitativ erhalten.

Literatur:

- HEINRICH, K. 1934 - Atmung und Assimilation im freien Wasser. Int. Rev. d.ges.Hydrobiol.30, 387-410, 1934
- HUSTEDT, F., 1929 - Vom Sammeln und Präparieren der Kieselalgen sowie Angaben über Untersuchungs- und Kulturmethode. Abderhalden Handb.Biol.Arbeitsmeth. Abt. XI.T.4, S.1, 1929
- " 1930a - Die Süßwasserflora Mitteleuropas Heft 10 Bacillariophyta, 2.Aufl. 1930
- " 1930b - Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Bd.7, Die Kieselalgen, AVG, Leipzig 1930.
- LEMMERMANN 1910 - Kryptogamen-Flora der Mark Brandenburg 1910.
- SMITH, G.M., 1933 - The Fresh Water Algae of The United States, 1933.
- UTERMOEHL, H., 1927 - Archiv für Hydrobiologie 18, 476 (1927)
- " 1936 - Quantitative Methoden zur Untersuchung des Nannoplanktons. Abderhalden, Handb.Biol. Arbeitsmeth.IX, T.2, 2.Hälfte, S.1879-1898,
- ZELLER 1941/42 - Der Einschluss in Glycerin. Z.f. wiss. Mikroskopie, 58, 314-320, 1941/42.

Ueber die Anwendung des Lochkartenverfahrens bei biologischen
Untersuchungen.

von Martin Scheele

Im Rahmen der Arbeiten der Flußstation wurde zur Auswertung botanischer und fischereibiologischer Untersuchungen mit sehr gutem Erfolg das Hollerith-Lochkarten-Verfahren herangezogen. Dabei wurde erkannt, dass diese Methode für derartige biologische Arbeiten einen hervorragenden Wert besitzt. - Da weder das Verfahren selbst noch seine Bedeutung im Rahmen der Wissenschaft bisher genügend bekannt zu sein scheinen, soll der vorliegende Aufsatz die eigenen Erfahrungen mit dieser Methode wiedergeben.

Das Lochkartenverfahren wurde bisher im wesentlichen nur in Wirtschaft und Industrie zu Buchungs- und ähnlichen Zwecken verwendet. In Amerika hat man aber in neuerer Zeit die grossen Vorteile der Methode auch für die Wissenschaft ausgenutzt. - Dagegen ist in Deutschland - zum Teil sicher aus finanziellen Gründen - nur sehr wenig in dieser Richtung gearbeitet worden. Grundlegende Vorarbeiten für die Verwendung der Methode wurden hier vor allem von PIETSCH und seinen Mitarbeitern geleistet. Herr Prof. PIETSCH hat auch das Lochkarten-Referat im Rahmen der deutschen Gesellschaft für Dokumentation inne.

Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Anwendung des Lochkartenverfahrens in der Wissenschaft steckt ebenfalls noch in ihren Anfängen.

Die Arbeitsgrundlage des Hollerith-Verfahrens ist eine rechteckige Lochkarte, die 80 Ziffernspalten von je 10 Ziffern (0 bis 9) enthält. Die zu bearbeitenden Objekte lassen sich daher auf einer Karte nach 80 verschiedenen Gesichtspunkten ordnen, sofern die möglichen Werte oder Merkmale innerhalb eines Gesichtspunktes die Anzahl 10 nicht übersteigen. Ist dies der Fall, so lassen sich je nach Anzahl der benötigten Ziffernstellen beliebig viele Spalten zu einer Spaltengruppe zusammenfassen, die dann einem bestimmten Gesichtspunkt zugeordnet wird. -

Lassen sich nicht alle Gesichtspunkte, nach denen die Objekte bearbeitet werden sollen, auf einer Karte unterbringen, so können beliebig viele weitere Karten hinzugenommen werden.

Da für die Lochung im Normalfall nur Ziffern zur Verfügung stehen, können entweder Realwerte oder Schlüsselzahlen, die man in gesonderten Schlüssellisten bestimmten Merkmalen zuordnet, eingelocht werden. Für Sonderzwecke ist jedoch auch eine Alphabet-Lochung möglich, wofür Spezialmaschinen vorhanden sind.

Die Hollerith-Methode gestattet dann auf maschinellem Wege eine Sortierung der Karten nach jedem gewünschten Gesichtspunkt und jedem Merkmal sowie eine beliebige Kombination aller Gesichtspunkte und Merkmale. - Mit Hilfe besonderer Tabellier- und Rechenmaschinen ist es weiterhin möglich, die Ergebnisse der Sortiervorgänge maschinell aufzuschreiben, sowie Durchschnittswerte und Summen auszurechnen und ebenfalls schriftlich zu fixieren oder sogar nach Wunsch automatisch in neue Karten einzulochen. - Auf eine Erklärung der verschiedenartigen Hilfsmaschinen muss hier verzichtet werden.

Selbst ohne Beispiele dürfte schon aus der obigen Erklärung des Verfahrens klar geworden sein, worin seine allgemein grossen Vorteile liegen. - Für alle Arbeiten, ganz gleich ob experimenteller oder mehr beobachtender Art, bei denen laufend oder auch in grösseren Abständen ein umfangreiches Beobachtungsmaterial anfällt, das später nach verschiedenen Gesichtspunkten geordnet werden soll, wird die Methode einmal unentbehrlich werden, um dem Wissenschaftler zeitraubende mechanische Tabellenarbeit abzunehmen; ja, manche Arbeiten werden sich ohne eine solche Methode überhaupt nicht durchführen lassen!

Bei uns wurde das Verfahren zunächst für die Auswertung von ökologischen Untersuchungen über die Kieselalgen-Flora der Fulda herangezogen. - Die Vielfalt der Objekte und Gesichtspunkte machte diese Arbeit zu einem guten Prüfstein für die Methode.

Um die dabei gemachten Erfahrungen einem grösseren Leserkreis möglichst zusammengefasst zugänglich zu machen, zitiere

ich wörtlich aus dem methodischen Teil meiner Keselalgenarbeit:

"Um die vielseitigen Möglichkeiten des Lochkartenverfahrens im Rahmen der vorliegenden Abhandlung, zugleich aber auch für spätere Arbeiten voll ausnutzen zu können, wurden drei verschiedene Karteien angelegt.

Am wichtigsten ist die Biologische Arbeitskartei. Schon beim Analysieren wurden hierfür die Unterlagen geschaffen. In einen Vordruck konnten an Hand einer grossen übersichtlichen Schlüsselliste sofort die Artnummern der gefundenen Diatomeen und die zugehörige Häufigkeitskategorie eingetragen werden. Für jede Probe entstand auf diese Weise ein Formular, das nach Eintragung der betreffenden ökologischen und sonstigen, für die gesamte Probe geltenden Angaben bereits "lochfertig" war. Bei der Hollerith-Abteilung der Max-Planck-Gesellschaft wurde dann für jede Form in jeder Probe eine Lochkarte angelegt, so dass sich eine Gesamtkartenzahl von rund 15.000 Stück ergab.

Für die physiographischen Angaben wurde eine Physiographische Arbeitskartei aufgestellt. Dies hat den Vorteil, dass man die stets für den gesamten Standort geltenden physikalischen und chemischen Daten verschiedenen biologischen Proben zuordnen kann und den entsprechenden Platz auf den biologischen Lochkarten einspart. - Ausserdem lässt sich so für besondere Zwecke die Physiographie völlig gesondert behandeln. - Die Kartei enthält 140 Karten.

Schliesslich wurde noch eine Ergebniskartei der häufigsten beobachteten Diatomeenarten zusammengestellt. Diese Kartei enthält die wichtigsten Angaben, die bisher über die betreffenden Arten vorliegen. Sie diente dem Vergleich der allgemeinen Angaben mit den eigenen Beobachtungen und enthält 117 Karten.

Alle drei Karteien lassen sich über bestimmte Kopplungsgruppen, in denen die gleichen Gesichtspunkte untergebracht sind, miteinander kombinieren. - Ausserdem können die nunmehr vorliegenden Karten auch von anderen Bearbeitern beliebig oft

wiederverwendet werden, was auch dann besonders wichtig ist, wenn sich später noch neue Fragestellungen ergeben.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Lockkarten nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

Tabellengruppe 1: Uebersichtstabellen.

Für jede Form liegt eine nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnete Uebersichtstabelle vor, aus der unter Berücksichtigung sämtlicher zugehöriger Angaben alle Proben hervorgehen, in denen die Art gefunden wurde. - Die Probenanzahlen für die einzelnen Häufigkeiten und die Gesamtsumme der Proben, in denen die Art vorkommt, sind von der Tabelliermaschine rot geschrieben. Diese Summenangaben wurden automatisch in neue Summenkarten übernommen, aus deren Bearbeitung sich eine Probenfrequenzliste sämtlicher Arten ergab. - Im übrigen dienten die Uebersichtstabellen zur Orientierung für die weiteren Fragestellungen.

Tabellengruppe 2: Oekologische Tabellen.

Zur Klärung der Frage, ob und wie weit die einzelnen Diatomeenarten an bestimmte Substrate gebunden sind, wurde eine Tabelle angelegt, die nach Formen und innerhalb der Arten nach Standort (Aufwuchs, Boden, Plankton) und Substrat (24 verschiedene Substrate wurden untersucht) geordnet ist. Aus dieser Tabelle ist für jede Art ersichtlich, wie oft und mit welcher Häufigkeit sie in den genannten Standorten und auf den verschiedenen Substraten gefunden wurde. Weiterhin liegt eine Strömungstabelle vor, aus der man die Verteilung von Vorkommen und Häufigkeit der Arten auf sechs verschiedene Strömungsgruppen vom Stillwasser bis zum Wasserfall ablesen kann. - Je eine physiographische und eine Ergebnisliste dienten im Zusammenhang mit den biologischen Standorttabellen, die im Nachfolgenden noch beschrieben werden, der Feststellung der sonstigen Umweltbedingungen jeder Art sowie dem Vergleich mit den bisherigen ökologischen Angaben.

Tabellengruppe 3: Verbreitungstabellen.

Um die Verbreitung der beobachteten Formen im Untersuchungsgebiet zu erfassen, wurde für jede Art eine Verbreitungs-

tabelle geschrieben. Diese Tabellen sind innerhalb der Arten nach Flußkilometern und Nebenflüssen geordnet. Man kann daraus ablesen: Das Vorkommen der betreffenden Form im Flußverlauf von der Quelle bis zur Mündung und in den Nebenflüssen; die Häufigkeit der Art an ihrem Standort; die Summe der Proben, in denen die Art an jedem Standort und in jeder Häufigkeitskategorie gefunden wurde und schließlich die Summe der Standorte, getrennt nach Fulda und Nebenflüssen, an denen die Art auftritt."

Um ein ausführliches Tabellenbeispiel zu bringen, ist in der beigefügten Abbildung die Verbreitungstabelle der Art *Ceratoneis arcus* wiedergegeben.

Die Zahl 83 ist die Artnummer: *Ceratoneis arcus*. 01 bezeichnet den Fluss: Fulda. Die Zahlen 5340 bis 227 60 geben die Flußkilometer (von der Quelle an gerechnet) wieder, bei denen Proben genommen wurden und die Art auftritt. Dabei bedeutet die letzte Stelle Dekameter: 5340 heisst also 53,40 km unterhalb der Quelle. Innerhalb der Kilometerangaben finden wir die Häufigkeit der Art an diesem Standort verzeichnet. Nehmen wir km 227,60 als Beispiel: Wir sehen eine schwarze 01 und darunter eine rote 1, dann zweimal eine schwarze 2 und darunter eine rote 2, schliesslich viermal eine schwarze 4 und darunter eine rote 4. Das bedeutet: Bei km 227,60 wurde die Art (*Ceratoneis arcus*) einmal (in 1 Probe) mit Häufigkeit 1 (sehr selten), 2mal mit Häufigkeit 2 und 4mal mit Häufigkeit 4 gefunden. - Die in Höhe der roten 04 nach links herausgerückte rote 7 gibt an, dass die Art an diesem Standort in insgesamt 7 Proben gefunden wurde. Die noch weiter nach links gerückte rote 5 besagt, dass *Ceratoneis arcus* in der Fulda selbst an 5 der untersuchten Standorte vorkommt. - Schließlich geben die unter der roten 5 stehenden Ziffern (6, 8 und 9) die Nebenflüsse der Fulda an (verschlüsselt), in denen die Art sich fand. Die unter diesen Ziffern stehende rote 3 besagt, dass *Ceratoneis arcus* in 3 der untersuchten Nebenflüsse der Fulda gefunden wurde. - Die weiter rechts bei jeder Probe stehenden 4 schwarzen Zahlen geben Probemonat, Häufigkeit der Kieselalgen bei der Voruntersuchung, Biotop und Substrat an.

Art	Fluß	Nebenfluß	Kilometer	Häufigkeit	Monat	Voruntersuchung	Substrat	Biotop
83	o1		534o	o1	5	1	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			82oo	o1	5	2	3	o
				1	4	4	2	5
			<u>2</u>	<u>o2</u>				
			1oo4o	o1	4	5	1	1
				<u>1</u>				
				3	5	2	3	o
			<u>2</u>	<u>o1</u>				
			153oo	o4	5	2	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			2276o	o1	5	4	1	1
				<u>1</u>				
				2	7	5	1	1
				2	7	4	1	1
				<u>2</u>				
				4	4	4	1	1
	4	4	2	1	1			
	4	5	5	1	1			
	4	5	2	3	o			
	<u>5</u>	<u>7</u>	<u>o4</u>					
83	o1		5	3	5	1	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			8	1	4	3	1	1
				1	5	5	3	o
			<u>2</u>	<u>o2</u>				
			9	2	5	2	3	o
<u>3</u>	<u>1</u>	<u>o1</u>						

Die unterstrichenen Zahlen sind in der Originaltabelle rot.

Tabellengruppe 4: Liste der Vegetationsperioden.

"Aus einer Liste, in der das Vorkommen jeder Art nach Monaten und hier wieder nach Häufigkeit geordnet ist, lassen sich die Vegetationsmaxima der einzelnen Arten innerhalb des Jahres ablesen.

Tabellengruppe 5: Standorttabellen.

Um die Diatomeenvegetation und die Vergesellschaftung an jedem untersuchten Standort festzustellen, wurden für jede Station zwei Tabellen angefertigt: Aus einer Tabelle gehen alle Arten des betreffenden Standortes und die Anzahl der Proben, in denen sie dort gefunden wurden, hervor, die andere gibt die Häufigkeitsanordnung der Arten wieder. Ausserdem ist aus der ersten Tabelle die Summe der Formen jedes Standortes ersichtlich.

Kontroll- und Hilfslisten ergänzen noch diese vielseitigen Tabellen.

Um an dieser Stelle ganz besonders auf die hervorragende Bedeutung der Hollerith-Methode für die Wissenschaft hinzuweisen, sei betont, dass die gesamte Loch- und Tabellierarbeit zwei Arbeitskräfte für die Dauer von nur 10 Tagen in Anspruch genommen hat! - Es darf gesagt werden, dass dabei mindestens 1 Jahr rein mechanischer Handarbeit gespart wurde, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass hier eine erste Erprobung des Verfahrens vorliegt und die dabei gemachten Erfahrungen ergeben haben, dass sich die Methode noch weit mehr ausbauen lässt."

Die Hollerith-Methode wurde dann weiterhin bei den von MUELLER durchgeführten fischereibiologischen Untersuchungen benutzt. Auch hierbei traten die Vorteile und die Vielseitigkeit des Verfahrens wieder deutlich hervor.

Für Wachstumsuntersuchungen wurde eine Kartei von 1500 Karten und für Ernährungsuntersuchungen eine Kartei von 3600 Karten angelegt.

Die technische Durchführung der vielseitigen Auswertung nahm nicht mehr als 2 Arbeitstage für 2 Personen in Anspruch!

Inhaltsverzeichnis
der Jahresberichte 1949 und 1950.

Jahresbericht 1949

(Noch einige Exemplare vorhanden)

	Seite
1.) Vorwort	1
2.) Professor Beling zum Gedächtnis	2
3.) W. Schmitz und K. Müller - Das Fischsterben in der Werra	3
4.) J. Illies - Die Wasserkäfergesellschaften der Fulda (vorl. Mittlg.)	11
5.) E.J. Pittkau - Mitteilung über die in der Fulda und ihren Zuflüssen aufgefundenen Weichtiere	17
6.) W. Schmitz - Der Wasserchemismus der Fulda unter besonde- rer Berücksichtigung des biologischen Einflusses	20
7.) K. Müller - Fischereibiologische Untersuchungen an den Abwässergebieten der Fulda	26
8.) W. Schmitz - Der Wasserchemismus der Fulda unter besonde- rer Berücksichtigung der geologischen Einflüsse	28
9.) K. Müller - Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Bin- nenfischerei	37

Jahresbericht 1950

1.) M. Scheele - Die Limnologische Flußstation Freudenthal	1
2.) A. Beling - Bakteriologische Untersuchungen während der Fulda-Expedition 1948 (vorl. Mittlg.)	4
3.) J. Illies - Die Ephemeriden, Plecopteren und Trichopte- ren der Fulda-Expedition 1948	14
4.) K. Müller - Fische und Fischregionen der Fulda	18
5.) M. Scheele - Beitrag zur Frage der Abgrenzung von Kiesel- algen-Gesellschaften in fließenden Gewässern	23
6.) J. Illies - Zur bizönotischen Gliederung der Fulda	29
7.) K. Müller - Untersuchungen über die Bestandsdichte der Fische in der Forellenregion der Fulda	34
8.) K. Höll - Chemische Untersuchungen im Weserflussegebiet. Periodische Untersuchungen der Weser bei Hameln	39
9.) K. Müller - Beobachtungen über Schuppengenerationen bei der Bachforelle (<i>Trutta fario</i> L.) vorl. Mittlg.	43
10.) W. Schmitz - Flammenphotometrische Annalysenverfahren in der Wasseranalyse	45
11.) W. Schmitz - Quantitative Phytoplankton-Untersuchung mit Membranfiltern	60
12.) M. Scheele - Ueber die Anwendung des Lochkartenverfahrens bei biologischen Untersuchungen	66

A n s c h r i f t e n
der Limnologischen Flußstation Freudenthal
und der Verfasser.

Dr. M. Scheele
K. Müller
(und Verwaltung)

Weserstation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Hann.-Münden
Galgenberg 19

Dr. J. Illies
E. J. Fittkau

Fuldastation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Schlitz (Oberhessen)

Frau Dr. A. Beling
W. Schmitz

Werrastation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Freudenthal
bei Witzenhausen

Dr. K. Höll

Mitarbeiter der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Hameln (Weser)
Kaiserstr. 58

Wir bitten die in Frage kommenden Stellen höflichst um
Separaten-Austausch.