

BERICHTE

der Limnologischen Flußstation Freudenthal

Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt

der Max-Planck-Gesellschaft

VII

1956

Inhaltsverzeichnis

MÜLLER, Karl	Das produktionsbiologische Zusammenspiel zwischen See und Fluß	1
FITTKAU, Ernst Josef	Heterotanytarsus brundini n. spec. Chironomidenstudien V	9
STAVE, Ursula	Wuchszonen auf wasserumströmtem Gestein	19
JANNASCH, Holger W.	Vergleichende bakteriologische Untersuchung der Adsorptionswirkung des Nil-Treibschlammes	21
SABANEFF, Peter	Über das Zooplankton der Weser	28
SCHMITZ, Wolfgang	Der Mineralgehalt der Oberflächengewässer des Fulda-Eder-Flußgebietes (Erste regionale Übersicht)	43

Der Mineralgehalt der Oberflächengewässer des Fulda-Eder-Flußgebietes

(Erste regionale Übersicht)

Von Wolfgang Schmitz

Die ökologische Arbeitsrichtung in der Biologie ist auf eine möglichst eingehende Standortanalyse angewiesen, um zunächst Korrelationen zwischen den Standortbedingungen und der Verbreitung der Organismen aufzeigen zu können und hiervon ausgehend den Kausalzusammenhängen nachzuspüren. In allen Fällen, wo eine floristische, faunistische und soziologische Bestandsaufnahme auf Schwierigkeiten stößt, z. B. durch langwierige Bestimmungsarbeit (bei den meisten aquatischen Organismen ist dies der Fall), wird man die verbreitungsökologischen Probleme besser von der Seite der Standortforschung angreifen können. Man vermag bei guter Kenntnis der Standorte aus einer großen Zahl standörtlich untersuchter Lokalitäten diejenigen zur Untersuchung der Flora und Fauna herausuchen, welche nach dem Stand unseres Wissens besonders geeignet sind, Einblick in die Ökologie und Verbreitungsgesetzmäßigkeiten der Organismen zu vermitteln. Die floristische und faunistische Sammellarbeit und soziologische Aufnahmetätigkeit kann sich dann planvoll gestalten (vgl. SCHMITZ 1952).

Nun ist die Standortanalyse in Fließgewässern eine recht schwierige Angelegenheit, in erster Linie wegen der Dynamik des ganzen Fließvorganges mit allen seinen Auswirkungen (SCHMASSMANN 1951, SCHMITZ 1955). Dennoch läßt sich bis zu einem gewissen Grade eine regionale Übersicht verschiedener Standortfaktoren, insbesondere gewisser chemischer Faktoren erzielen. Sofern eine solche Übersicht auf den Ergebnissen einmaliger Sammel- bzw. Untersuchungstätigkeit basiert, muß sie sich allerdings auf Faktoren beschränken, die nicht übermäßig stark schwanken. Dies läßt sich von den Hauptmineralbestandteilen des Wassers noch am ehesten behaupten. Zwar sind die Schwankungen im Laufe eines oder mehrerer Jahre auch hier noch recht beträchtlich, größenordnungsmäßig häufig um 100 Prozent (vgl. für die Fulda: SCHMITZ 1950), die Untersuchungsergebnisse von Örtlichkeiten, an denen Proben innerhalb einer beschränkten Zeitspanne entnommen wurden, sind jedoch durchaus vergleichbar.

Im allgemeinen wird in Mitteleuropa die frühe Herbstzeit am geeignetsten für solche Untersuchungen sein, da zu dieser Jahreszeit in der Regel keine größeren Wasserstandschwankungen auftreten und insbesondere bei Schönwetterperioden nicht mehr wie im Sommer die Gefahr besteht, daß starke Gewitterregen störenden Einfluß auf die Wasserführung ausüben. Für das Flußgebiet der Fulda und Eder (Abb. 1) (im Gebiet der Schwalm, des größten Nebenflusses der Eder allerdings nur in geringem Umfang) wurde eine solche regionale Untersuchung daher in der Zeit vom 6.-27. Oktober 1950 erstmalig durchgeführt.

Der Zweck der Untersuchungen war es, eine erste ungefähre Übersicht über die Mineralgehalte der Oberflächengewässer zu erzielen. Da die Limnologische Flußstation zu diesem Zeitpunkt noch im Aufbau begriffen war, war es technisch nicht möglich, alle wünschenswerten Bestimmungen der verschiedenen Mineralgehaltskomponenten vorzunehmen. Die Ergebnisse der damaligen Untersuchungen liefern naturgemäß in erster Linie Ansatzmöglichkeiten für weitere eingehendere Erforschung der chemischen Eigenschaften der Gewässer des Fulda-Edergebietes. Jedoch erscheinen die Ergebnisse durchaus geeignet, zur Aufklärung bzw. als Basis zur Untersuchung der Verbreitungsgesetzmäßigkeiten der Fließwasserorganismen des Gebietes, insbesondere wohl der Flora, dienen zu können. Daher erscheint die Publikation der Ergebnisse dieser einmaligen Untersuchung der verschiedensten Wasserläufe des Gebietes gerechtfertigt.

An den folgenden Stellen des Gewässernetzes wurden Proben zur Untersuchung entnommen (vgl. dazu Karte 1 des Anhanges):

Gebiet der oberen Fulda

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Fuldaquelle auf der Wasserkuppe | 12 Haardt bei Tränkhof |
| 2 Fulda Straßenbrücke Obernhäusen | 13 Rodholzer Bach bei Poppenhausen |
| 3 Fulda vor Feldbachmündung | 14 Haardt bei Poppenhausen |
| 4 Feldbach an der Mündung | 15 Lütterbach bei Weyhers |
| 5 Fulda Wehr vor Gersfeld | 16 Lütterbach bei Lütter |
| 6 Fulda hinter Gersfeld | 17 Rommerser Wasser vor Giechenbach |
| 7 Fulda bei Attenhausen | 18 Giechenbach vor Giechenbach |
| 8 Fulda vor Hettenhausen | 19 Giechenbach in Schmalnau |
| 9 Fulda vor Schmalnau | 20 Fulda vor Welkers |
| 10 Haardt vor Sieblos | 21 Fulda vor Eichenzell |
| 11 Tränkhofener Bach vor Tränkhof | |

Gebiet der Fliede

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 22 Kautzerwasser bei Ziegelmühle | 31 Lützelbach bei Ellers |
| 23 Magdloserwasser bei Flieden | 32 Thalaubach bei Thalau |
| 24 Eselswasser bei Ziegelmühle | 33 Thalaubach bei Döllbach |
| 25 Kressenwasser bei Schweben | 34 Döllbach vor Döllbach |
| 26 Mengmeserwasser bei Gunzenau | 35 Döllbach bei Rothemann |
| 27 Hängsbergerwasser bei Weidenau | 36 Fliede bei Dorfborn |
| 28 Kemmete bei Hauswurz | 37 Fliede bei Kerzell |
| 29 Kemmete bei Rommerz | 38 Fliede bei Löschenrod |
| 30 Kemmete vor Neuhof | |

Gebiet der Lüder

- | | |
|--|--|
| 39 Lüderquellbach bei der Roten Staude | 47 Schwarza bei Steinfurt |
| 40 Lüderquellbach bei Bermuthshain | 48 Schwarza vor der Mündung in die Lüder |
| 41 Quellbach am Rotenbachtal | 49 Lüder hinter Zahmen |
| 42 Lüder bei Heisters | 50 Kalte Lüder bei Kiliansmühle |
| 43 Moosbach bei Niedermoos | 51 Erbach bei Unterbimbach |
| 44 Moosbach bei Zahmen | 52 Schwaza bei Hainzell |
| 45 Schwarza vor Grebenhain | 53 Lüder bei Kleinlüder |
| 46 Schwarza (Pfaffengrund) bei Nösberts-Weidmoos | 54 Lüder bei Großlüder |
| | 55 Lüder bei Lütterz |

Gebiet der Schlitz

56	Altfell hinter Schlechtenwegen	66	Brenderwasser bei Dirlammen
57	Prinzenbach Einmündung in die Altfell	67	Brenderwasser bei Sickendorf
58	Scheerbach bei Lanzenhain	68	Brenderwasser bei Rimlos
59	Scheerbach bei Herbstein	69	Brenderwasser bei Lauterbach
60	Eichholzsches Wasser bei Herbstein	70	Lauter bei Engelrod
61	Scheerbach bei Schlagmühle	71	Lauter bei Hopfmansfeld
62	Altfell bei Müß	72	Lauter bei Lauterbach
63	Altfell hinter Müß	73	Lauter bei Angersbach
64	Eisenbach bei Eichelhain	74	Schlitz bei Ützhausen
65	Eisenbach bei Hopfmansfeld	75	Schlitz in Schlitz (Institut)
		76	Schlitz bei Hutzdorf

Gebiet der Aula

77	Ostern bei Oberaula	79	Aula bei Niederaula
78	Aula bei Wahlhausen		

Gebiet der Haune

80	Haune bei Dietershausen	95	Nüst bei Mackenzell
81	Haune bei Böckels	96	Hasel vor Haselstein
82	Haune bei Margaretenhaun	97	Hasel hinter Haselstein
83	Wanne bei Ziegelhof	98	Kirchhaseler Bach bei Herbetsmühle
84	Wanne bei Friesenhausen	99	Eitra bei Eitersfeld
85	Wanne bei Dipperz	100	Eitra bei Buchenau
86	Wanne bei Margaretenhaun	101	Eitra vor Bodes
87	Klostergrund bei Thiergarten	102	Fischbach bei Bodes
88	Bieber bei Kleinsassen	103	Eitra bei Eitra
89	Bieber bei Bieberstein	104	Haune bei Marbach
90	Bieber bei Langenbieber	105	Haune bei Brückenmühle Hünfeld
91	Nässe bei Weiherhof	106	Haune bei Rothenkirchen
92	Aschenbach bei Mittelaschenbach	107	Haune bei Oberhaun
93	Aschenbach bei Marlos	108	Haune bei Hersfeld
94	Nüst bei Silges		

Fulda von der Fliede- bis Haunemündung einschließlich kleiner Nebenbäche

109	Fulda bei Bronnzell	117	Fulda bei Hersfeld (Staufufe)
110	Fulda bei Horas	118	Giesel bei Giesel
111	Fulda bei Gläserzell	119	Giesel bei Zell
112	Fulda bei Lüdermünd	120	Giesel bei Johannisberg
113	Fulda bei Hemmen	121	Saurode bei Zell
114	Fulda bei Hutzdorf	122	Haimbach bei Neuenberg
115	Fulda bei Solms	123	Rombach vor Frau Rombach
116	Fulda bei Kerspenhausen		

Geisbach

124	Geisbach bei Kohlsmühle	126	Geisbach bei Obergeis
125	Geisbach vor Aua	127	Geisbach vor Hersfeld

Gebiet der Solz

128	Solz bei Malkomes	130	Heiligmühlenbach vor Mündung in die Solz
129	Heiligmühlenbach bei Friedewald	131	Solz bei Sorga

Rohrbach

132 Rohrbach hinter Reilos

Gebiet der Ulfe

133 Ulfe bei Hühnebach
134 Ulfe bei Ronshausen

135 Iba bei Iba
136 Iba vor Mündung in die Ulfe

Bebraer Solz

137 Solz bei Solz
138 Solz hinter Imshausen

139 Solz vor Bebra

Rechte Nebenbäche der Fulda von Bebra bis Altmorschen

140 Haselbach bei Lisenhausen
141 Guttelsbach bei Forsthaus
Guttelsbach

142 Gude bei Grundmühle
143 Altmorschener Bach bei
Altmorschen

Linke Nebenbäche der Fulda zwischen Rotenburg und Beiseförth

144 Holzgraben bei Niederellenbach
145 Wichte bei Wichte

146 Wichte bei Neumorschen

Gebiet der Beise

147 Beise bei Ersrode
148 Beise bei Lorgesberg

149 Beise bei Beiseförth

Gebiet der Pfieffe

150 Landebach vor Mündung in die
Pfieffe
151 Vocebach vor Mündung in die
Pfieffe

152 Essebach vor Mündung in die
Pfieffe
153 Pfieffe bei Spangenberg
154 Pfieffe bei Mörshausen
155 Pfieffe vor Mündung in die Fulda

Fulda zwischen Hersfeld und Guxhagen

156 Fulda hinter Hersfeld
157 Fulda bei Friedlos
158 Fulda bei Mecklar
159 Fulda bei Blankenheim
160 Fulda bei Breitenbach
161 Fulda bei Rotenburg
162 Fulda bei Braach
163 Fulda bei Baumbach
164 Fulda bei Niederellenbach

165 Fulda bei Altmorschen
166 Fulda bei Binsförth
167 Fulda bei Malsfeld
168 Fulda bei Obermelsungen
169 Fulda hinter Melsungen
170 Fulda bei Röhrenfurth
171 Fulda bei Wagenfurth
172 Fulda bei Grebenau
173 Fulda bei Guxhagen

Eder von der Quelle bis zum Edersee

174 Eder bei Endtebrück
175 Eder bei Raumland
176 Eder bei Schwarzenau

177 Eder bei Brücke Reddinghausen
178 Eder bei Battenfeld

Kleine Nebenbäche der Eder von Quelle bis zum Edersee

179 Benfe vor Endtebrück
180 Röspe bei Jagdhaus Röspe
181 Elsoffbach vor Mündung in die
Eder
182 Rödernbach vor Mündung in die
Eder

183 Eifaer Bach vor Mündung in die
Eder
184 Linspher Bach vor Allendorf
185 Goldbach vor Röddenau

Gebiet der Nuhne

186	Sonneborn bei Günningshäuser Mühle	191	Dreibach an Straße nach Braunshausen
187	Ahre bei Züschen	192	Nuhne Brücke Rengershausen
188	Nuhne hinter Züschen	193	Nuhne vor Schreufa
189	Nuhne Brücke hinter Hallenberg	194	Nienze bei Schreufa
190	Weive bei Hallenberg	195	Nuhne in Schreufa (Brücke)

Gebiet der Orke

196	Orke Quellgebiet	199	Orke bei Medelon
197	Orke bei Elkeringhausen	200	Orke bei der Niedermühle
198	Orke bei Forsthaus Kaltenscheid	201	Orke vor Aarbachmündung

Gebiet der Aar

202	Dittelsbach bei Küstelberg	206	Neerदार hinter Neerदार
203	Dittelsbach bei Referinghausen	207	Rhena vor Mündung in Neerदार
204	Referinghäuser Bach bei Referinghausen	208	Neerदार bei Alleringhausen
205	Neerदार Straßenbrücke Usseln-Düdinghausen	209	Sengelscheider Bach Quellgebiet
		210	Sengelscheider Bach Mündung
		211	Aar vor Mündung in Orke

Gebiet der Itter

212	Kuhbach am Nordende von Korbach	219	Itter in Dorfitter vor Kuhbachmündung
213	Kuhbach am Südenende von Korbach	220	Itter in Dorfitter hinter Kuhbachmündung
214	Kuhbach am Krollenberg	221	Itter hinter Dorfitter
215	Kuhbach vor Mündung in die Itter	222	Itter bei Thalitter
216	Marbeck bei Lengefeld	223	Itter 1 km hinter Thalitter
217	Marbeck am Rammelsberg	224	Itter bei Herzhausen
218	Alte Itter bei Niederense		

Gebiet der Werbe

225	Höringhäuser Bach hinter Höringhausen	231	Werbe bei Niederwerbe
226	Wahne bei Meininghausen	232	Klingebach hinter Sachsenhausen
227	Werbe bei Opperbach	233	Dörnbergbach
228	Werbe hinter Alraft	234	Klingebach vor Mündung in Reiherbach
229	Werbe 500 m vor Klosterberg	235	Reiherbach bei Niesmühle
230	Werbe bei Oberwerbe	236	Reiherbach vor Klingebachmühle

Kleine Nebenbäche des Edersees

237	Waldecker Bach	238	Bärentalsbach
-----	----------------	-----	---------------

Eder vom Edersee bis zur Mündung in die Fulda

239	Edersee an der Staumauer (Oberfläche)	242	Eder Wehr an der Elbemündung
240	Eder bei Affoldern	243	Eder Brücke Fritzlar
241	Eder Brücke Wega	244	Eder bei Wabern
		245	Eder bei Grifte

Netze und Böhner Bach

246	Netze hinter Netze	248	Böhner Bach bei Berghaim
247	Netze vor Buhlen		

Gebiet der Wese

249	Wesebach vor Gellershausen	252	Wesebach hinter Oberster Hammer bei Kleinern
250	Dreisbach hinter Hüdigen	253	Wesebach vor Giffnitz
251	Dreisbach vor Gellershausen	254	Wesebach hinter Giffnitz

Gebiet der Wilde

255	Haarbach bei Hundsdorf	258	Wilde vor Wildungen
256	Wilde bei Reinhardtshausen	259	Wilde hinter Wildungen
257	Wilde bei Reitzenhagen		

Gebiet der Elbe

260	Holzkirchenborn-Bach an der Straße Altenstädt-Balhorn	262	Elbe vor Züschen Ölmühle
261	Elbe bei Elben Harthmühle	263	Elbe bei Züschen Wilhelmsmühle
		264	Elbe bei Geismar

Gebiet der Ems

265	Ems bei Merxhausen	267	Ems bei Obervorschütz
266	Ems bei Werkel	268	Ems bei Niedervorschütz

Gebiet der Schwalm

269	Lingelbach hinter Lingelbach	277	Schwalm bei Treysa
270	Eifa bei Eifa	278	Gers bei Leimsfelden
271	Buchbach bei Asterode	279	Urfe bei Niederurf
272	Grenff bei Neukirch	280	Ohe-Bach bei Frielendorf
273	Grenff bei Loshausen	281	Efze bei Relbehausen
274	Schwalm bei Zella	282	Efze hinter Holzhausen
275	Antreff bei Zella	283	Efze Alte Mühle bei Homberg
276	Schwalm bei Ziegenhain	284	Schwalm bei Wabern

Die Witterungsverhältnisse waren in der Zeitspanne vom 6.-27. 10. 1950 für den Untersuchungszweck verhältnismäßig günstig. Größere Niederschläge traten nicht ein. Während der 22 Tage wurden im Untersuchungsgebiet folgende Niederschlagssummen gemessen:

Kassel-Harleshausen	(198 m):	14,5 mm	verteilt auf 15 Tage
Bad Wildungen	(280 m):	8,1 mm	„ „ 15 Tage
Hauptschwenda	(500 m):	20,6 mm	„ „ 9 Tage
Herchenhain	(645 m):	40,6 mm	„ „ 9 Tage
Wasserkuppe	(921 m):	44,4 mm	„ „ 9 Tage

Die Niederschläge am 27. 10. 1950 fielen als Schnee, da zu diesem Zeitpunkt eine Mittelmeerstörung bei zyklonaler Ostlage wirksam wurde. Jedoch war dieser Wetterumschwung für den Abfluß erst nach Einsetzen von Tauwetter am 4. 11. wirksam. Die Untersuchungs-Zeitspanne zeichnet sich durch relative Niederschlagsarmut bei verhältnismäßig großer Niederschlagshäufigkeit aus (Zu den Witterungsverhältnissen vgl. Deutscher Wetterdienst 1950).

Die Abflußschwankungen (vgl. dazu Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch 1950) waren während der Untersuchungszeit verhältnismäßig gering (Abb. 2). Die relative Niederschlagsarmut führte zwar im Laufe des Oktobers

zu einer Abnahme der Wasserführung, jedoch wurde diese durch die im September vorangegangenen hohen Niederschläge, die erst jetzt abflußmäßig wirksam wurden, gemildert. Die beobachteten Abflußschwankungen während der Untersuchung wirken sich auf die erzielte regionale Übersicht des Gewässerchemismus nur wenig aus. An den Tagen etwas erhöhter Abflußwerte wurden gerade Gebiete untersucht, die einen relativ hohen Mineralgehalt im Wasser aufweisen. Wenn dort der Mineralgehalt des Wassers also unter Umständen etwas herabgesetzt sein sollte, so waren die gemessenen Ionenkonzentrationen aber immer noch so außerordentlich hoch, daß sich die betreffenden Gebiete merklich hervorheben.

Die Proben wurden nach Entnahme in Polyäthylenflaschen zur weiteren Untersuchung ins Labor gebracht. Die Alkalinität wurde am Tage des Einsammelns ermittelt, die anderen Bestimmungen wurden später nach Einsammeln aller Proben serienmäßig vorgenommen.

Die Untersuchung umfaßte die Ionen Natrium, Kalium, Bikarbonat, Chlorid, die Gesamthärte und die elektrolytische Leitfähigkeit. Die Bestimmung der Alkaliionen erfolgte wie andernorts beschrieben (SCHMITZ 1951) flammenphotometrisch, die Gesamthärte wurde nach der Methode von SCHWARZENBACH komplexometrisch bestimmt (DIEHL, GÖTZ, HACH 1950, SCHMITZ 1952a), Chloride wurden nach MOHR titriert (STANDARD METHODS 1946), die Leitfähigkeit wurde mit der WHEATSTONE-Meßbrücke bei 18° C ermittelt.

Auf die Bestimmung von Phosphaten, Stickstoffverbindungen, Eisen usw. wurde verzichtet, da diese Stoffe im Fließwasser derart schwanken können (ELSTER 1953), daß eine sinnvolle regionale Übersicht bei einer einmaligen Probenentnahme im Gebiet nicht zu erzielen ist.

Um die Ergebnisse dieser regionalen Untersuchung möglichst übersichtlich zu gestalten, wurden die ermittelten Werte in die Flußnetzkarte punktkartiert (Karten des Anhanges 2, 7-11). Dazu wurde eine Klasseneinteilung der Werte in verhältnismäßig wenige Größenklassen vorgenommen, und für die einzelnen Ionengehalts-Klassen wurden bestimmte Signaturen eingeführt. Auf diese Weise wurden auch die Zufälligkeiten, die den Einzelwerten anhaften, weitgehend eliminiert, und die regionalen Unterschiede treten besser hervor.

Die in dieser Weise dargestellten Werte dürften etwa die Mineralgehalte des Wassers bei Mittelwasser repräsentieren. Dies zeigt einmal der Vergleich der Abflußgrößen während der Untersuchung (Abb. 2) mit den folgenden Zahlen:

	Fulda (Rotenburg)	Eder (Schmittloheim)
Abfluß im zehnjährig. Jahresmittel	20,9 m ³ /sec.	19,3 m ³ /sec.
Abfluß im zehnjährig. Sommermittel	14,6 „	8,05 „

Einen Anhaltspunkt für die Lage der ermittelten Werte innerhalb der Schwankungsbreite der Konzentrationen im Verlaufe mehrerer Jahre geben auch die folgenden Angaben über die HCO₃-Ionenkonzentration einiger wiederholt beobachteter Untersuchungsstellen:

Fuldaquelle, Wasserkuppe

2. 4. 48	:	0,4	mval/l
14. 9. 48	:	0,2	mval/l
4. 10. 49	:	0,35	mval/l
26. 10. 50	:	0,4	mval/l

Lüder, Mündung

5. 4. 48	:	0,8	mval/l
18. 5. 48	:	1,4	mval/l
3. 8. 48	:	1,4	mval/l
20. 12. 48	:	0,9	mval/l
6. 10. 49	:	2,05	mval/l
21. 10. 50	:	1,1	mval/l

Schlitz, Fuldastation

6. 4. 48	:	1,3	mval/l
17. 5. 48	:	2,1	mval/l
3. 8. 48	:	1,4	mval/l
6. 10. 49	:	2,8	mval/l
20. 12. 48	:	1,15	mval/l
22. 10. 50	:	1,6	mval/l

Haune, Hersfeld

8. 4. 48	:	2,3	mval/l
16. 5. 48	:	3,2	mval/l
1. 8. 48	:	2,2	mval/l
22. 9. 48	:	3,2	mval/l
12. 12. 48	:	2,8	mval/l
8. 10. 49	:	2,8	mval/l
18. 10. 50	:	3,0	mval/l

Gesamt-Ionengehalt

Der Gesamtgehalt der Oberflächenwässer an gelösten Ionen kommt am besten zum Ausdruck in der Karte der Elektrolytleitfähigkeit (Karte 2 des Anhanges).

Leitfähigkeiten von weniger als 100μ Siemens finden sich nur in den höheren Lagen der Rhön, des Vogelsberges sowie im Rothaargebirge. Wenngleich eine sichere Umrechnung der Leitfähigkeitswerte in Gesamtmineralgehalte wegen der unterschiedlichen Äquivalenzfähigkeiten der einzelnen Ionenbestandteile nicht möglich ist, so wird man doch im allgemeinen behaupten können, daß die Mineralgehalte dieser Wässer unter 1,1 mval/l liegen (Vgl. RODHE 1949).

Größere geschlossene Flußgebiete mit Elektrolytgehalt dieser Größenklasse finden wir im Fulda-Edergebiet nur in Höhenlagen über 400 m (Karte 3 des Anhanges), daher also auch die Hauptverbreitung in den erwähnten Gebirgen. Einerseits ist hier nämlich der Niederschlag verhältnismäßig reich (Karte 4 des Anhanges), andererseits herrschen in diesen Höhenlagen die kalkarmen Gesteine vor, unterkarbonische und devonische Tonschiefer im Gebiet westlich der Edertalsperre, miozäne Basalte im Vogelsberg und der Rhön (Vgl. Geomorphologisch-geologische Karte von Hessen in SCHMITZ 1950). Die Böden sind meist flach bis mittelgründig. Tiefgründiger Gehängelehm findet sich allerdings am Rande und an den Talhängen der Basaltgebirge. Auch besitzt der Basaltverwitterungsboden hohe Basensättigung, während im Gebiet westlich des Edersees vorherrschend Böden mit geringer Basensättigung und teilweise sehr geringem natürlichen Nährstoffvorrat anzutreffen sind. Kalkarmut des Untergrundes ist aber allen diesen Böden gemeinsam (Vgl. SCHÖNHALS 1954).

Teilweise liegen die Elektrolytgehalte der Gewässer der genannten Mittelgebirgsgebiete auch noch etwas höher, etwa in der Größenklasse 100-200 μ Siemens, was 1-2 mval/l entspricht, häufig jedoch erst in den unteren Lagen dieser Bergbäche. In der Hohen Rhön liegt der Basalt in etwa 700 m teilweise auf Muschelkalk, der erhebliche Teile der Basaltdecke als schmaler Saum umzieht, so daß die Bäche dicht an der Quelle eine Kalkanreicherung erfahren. Im Vogelsberg reicht der Basalt bis etwa 300 m hinab und wird (wenn nicht von tertiären Schichten) unmittelbar vom Buntsandstein abgelöst. Die Bäche behalten hier dementsprechend weiter bachabwärts noch Leitfähigkeiten von unter 100 μ Siemens.

Auch die Elektrolytgehalte von 100-200 μ Siemens sind hauptsächlich noch kennzeichnend für die genannten Mittelgebirgsgebiete, in anderen Teilen des Flußgebietes treten sie weniger häufig auf. Sie setzen sich am Rand der Gebirge weiter in die Täler hinein fort und die Hauptbäche, welche diese Gebiete entwässern, sind in ihrem Elektrolytgehalt durch die Verhältnisse in den Gebirgslagen bestimmt. Am stärksten prägt sich dies bei der Eder aus, die bis zur Mündung nur verhältnismäßig geringe Elektrolytwerte aufweist, obwohl von der Edertalsperre an eine ganze Reihe stark mineralhaltiger Bäche einmündet. Diese spielen aber in der Wasserführung gegenüber den Bergbächen des Rothaargebirges nur eine untergeordnete Rolle.

In den tieferen Lagen des Fuldagebietes und im Edergebiet östlich der Edertalsperre geben der Muschelkalk und Buntsandstein in der Hauptsache die Ausgangsgesteine für die Verwitterungsböden ab. Diese sind im ersten Fall von hoher Basensättigung und natürlichem Nährstoffvorrat und weisen Kalziumkarbonat im gesamten Profil auf, im anderen Falle (hauptsächlich der untere und mittlere B.) zeigen sie geringe Basensättigung, geringen natürlichen Nährstoffvorrat und sind frei von Kalziumkarbonat. Da der Muschelkalk, bzw. auch andere Ausgangsgesteine, welche kalkhaltige Verwitterungsböden bilden (wie z. B. der Zechsteindolomit oder auch der meist kalkhaltige Löß in der Kasseler und Fritzlarer Gegend) nicht geschlossen im Gebiet auftreten, sondern weit zerstreut, im Falle des Muschelkalkes z. B. häufig in Anlehnung an tektonische Gräben, die von verschiedenen Flußläufen berührt werden, spiegelt sich der Einfluß dieser Gesteine und ihrer Verwitterungsprodukte in großen Teilen des Gewässernetzes der Fulda, Eder und Schwalm im Elektrolytgehalt wieder (Karte 5 des Anhanges). Mittlere Elektrolytgehalte von 200-300 μ Siemens (ca. 2-3,3 mval/l) zeichnen daher viele Gewässer der niedrigen Teile des Fulda-Edergebietes, insbesondere auch die Fulda selbst aus.

Der Muschelkalk macht sich vor allem bei den östlichen Nebenflüssen der Haune bzw. der Fulda im Raume Hersfeld bemerkbar. Hier ist das Gebiet der Muschelkalk- bzw. auch Keuperverwitterungsböden (ebenfalls kalkhaltig) flächenmäßig nach Osten in der Eiterfelder Mulde erheblich ausgedehnt. Die Quellen liegen häufig an der Schichtgrenze unterer Muschelkalk/Röt. Letzterer ist wegen seiner Undurchlässigkeit vielfach Grundwasserträger und sammelt das Sickerwasser aus dem Muschelkalk. Das Ergebnis ist ein erheblicher

Elektrolytreichtum dieser Bäche. Die Leitfähigkeit liegt im allgemeinen zwischen 300 und 500 μ Siemens.

Besonders hohe Ionengehalte weisen die Bäche nördlich des Edersees und die Nebenbäche der Fulda im Raum von Bebra auf. Hier werden zum Teil Werte von 1000 μ Siemens überschritten. Diese Wasserläufe liegen im Bereich der Zechsteinformation des Untersuchungsgebietes (Karte 6 des Anhanges).

Einen extrem hohen Ionengehalt weist auch der Lützelbach im Gebiet der Fliede (Nr. 31) auf. In diesem Falle hat der hohe Mineralgehalt seine Ursache in den Ausspülungen der Halden des Kaliwerkes Neuhof.

Näheren Aufschluß über die regionale Verteilung der verschiedenen Elektrolytgehalte und ihre Ursachen wird man durch Betrachtung der Gehalte der Wässer an einzelnen Ionen erlangen können.

Hydrogenkarbonat (Alkalinität), HCO_3

Im großen ganzen ist die Karte der HCO_3 -Gehalte (Karte 7 des Anhanges) ein Abbild der Karte der Elektrolytgehalte. Es sind nur zwei Ausnahmefälle zu verzeichnen, wo bei hoher Leitfähigkeit nur ein mäßiger HCO_3 -Gehalt vorhanden ist: Der Lützelbach im Fliedegebiet (Nr. 31) und die obere Netze (Nr. 246). Die industriell bedingte Ursache für die Versalzung des Lützelbaches wurde bereits erwähnt. In den übrigen Fällen bestehen enge Beziehungen zwischen Elektrolytleitfähigkeit und HCO_3 -Gehalt. Bereits bei der Besprechung der Elektrolytleitfähigkeit wurde die Bedeutung der regionalen Verbreitung der Kalkgesteine und -böden für den Gewässerchemismus erwähnt. Karte 5 des Anhanges zeigt die Verbreitung der kalkhaltigen Böden. Man wird beim Vergleich der Karten leicht feststellen können, daß die höheren Elektrolyt- bzw. HCO_3 -Gehalte im Wasser regional an diese Gebiete gebunden sind.

Zu bemerken wäre noch, daß die Konzentrationsklasse < 1 mval/l die einzige ist, in welcher die pH-Werte des Wassers unter 7, in der Regel zwischen 6 und 7 liegen. Die pH-Werte der anderen Wässer liegen zwischen 7 und maximal 8.

Gesamthärte, Ca + Mg

Entsprechend den geschilderten Beziehungen zwischen Elektrolyt-Leitfähigkeit, HCO_3 -Gehalt und Kalkgehalt des Untergrundes müssen wir eine ähnliche Verteilung der Härtegrade des Wassers im Fulda-Edergebiet erwarten wie in den Karten 2 und 7. Dies kann man auch tatsächlich aus der Karte 8 des Anhanges ersehen. In der Regel liegt die Gesamthärte in mval/l etwas höher als die HCO_3 -Konzentration (m. a. W. Karbonathärte). In einigen Fällen ist die Gesamthärte erheblich höher als die Karbonathärte (Nr. 135, 136, 138). Calcium und Magnesium sind hier nicht nur als Bikarbonate, sondern in erheblichem Maß als Sulfate bzw. Chloride gelöst. Bezeichnender Weise liegen diese Wasserläufe im Gebiet der Zechsteinformation, wo verschiedentlich Auslaugungen von Gips und anderen Salzen vor sich gehen.

Chlorid, Cl

Auch die höheren Chloridkonzentrationen (Karte 9 des Anhanges) sind, soweit sie natürlichen Ursprungs sind, im Fulda-Edergebiet auf die Zechsteingebiete beschränkt. Andererseits sind eine ganze Reihe von Fliegewässern, welche diese Formation berühren, relativ chloridarm. Dies steht durchaus mit der recht wechselvollen Schichtfolge der Sedimente des Zechsteins in Einklang. Zu Auslaugungen von Chloridsalzen kommt es nur lokal begrenzt.

In einigen Fällen ist der Chloridgehalt der Gewässer auch durch Abwasserwirkung gesteigert, z. B. im Kuhbach (Nr. 212-215), im Höringhausener Bach (Nr. 225) und wie schon erwähnt im Lützelbach (Nr. 31). Auch in der Fulda erhöhen sich die Cl-Gehalte unterhalb der Fließmündung durch die Fliede und bei Fulda nochmals beträchtlich.

Chloridgehalte unter 10 mg/l sind wiederum auf die größeren Höhenlagen beschränkt. Die Bergbäche zeigen flußabwärts wiederum eine Tendenz zur allmählichen Chloridanreicherung.

Natrium, Na

Das Natrium verhält sich in seiner regionalen Verteilung (Karte 10 des Anhanges) dem Chlorid sehr ähnlich. Auch hier heben sich die Berggebiete durch geringen Natriumgehalt, einige Zechsteinbäche sowie verschiedene abwasserbelastete Wasserläufe durch hohen Natriumgehalt aus dem übrigen Gebiet mit mittleren Gehalten heraus.

Kalium, K

Auch die Kaliumkarte (Karte 11 des Anhanges) bietet das von den anderen Karten schon gewohnte Bild. Niedrigste Kaliumwerte finden sich nur in den Höhenlagen der Mittelgebirge. Die Kalkböden liefern zumeist auch Kalium für das Oberflächenwasser, so daß höherer Härtegrad häufig mit höherem Kaliumgehalt gekoppelt ist. Am höchsten sind neben dem Lützelbach (Nr. 31) die salzführenden Bäche im Gebiet der Zechsteinformation mit Kalium angereicht.

Der Anteil des Kaliums am Gesamtmineralgehalt ist wesentlich kleiner als der der bisher besprochenen Ionen der Oberflächenwässer. Er liegt größenordnungsmäßig eine Zehnerpotenz niedriger als z. B. der Kalziumgehalt im Wasser und liegt mengenmäßig immer noch wesentlich unter dem Natrium- oder Chloridgehalt.

Ursachen regionaler Unterschiede im Mineralgehalt der Oberflächenwässer des Fulda-Edergebietes

Die wichtigsten Faktoren, die für die Unterschiede im Gewässerchemismus im Fulda-Edergebiet verantwortlich sind, stellen Klima und Boden dar. In erster Linie sind es wohl die edaphischen Verhältnisse, die die Unterschiede im Gebiet bestimmen. Denn die Niederschläge sind auch in den Höhenlagen

noch nicht so extrem hoch, daß das Niederschlagswasser vollständig den Ausschlag gibt. Eine Hochmoorbildung, die in Richtung auf extrem niedrige Elektrolytgehalt der Gewässer von Einfluß sein könnte, liegt im Gebiet nur in sehr geringfügigem Maße (Vogelsberg und Rhön) vor.

Ganz eindeutig zeigen aber die Ergebnisse verschiedener Boden- und Gesteinsanalysen (Tab. 1) (SCHÖNHALS 1954), wie sehr die Verbreitung der verschiedenen Mineralkonzentrationsstufen der Wässer bodenbedingt sind. Jedenfalls ist die Korrelation zwischen Kalziumkarbonat im Ausgangsgestein und der Wasserhärte von Fließgewässern im Gebiet dieser Ausgangsgesteine sehr eindeutig. In Bezug auf die anderen Bestandteile der Ausgangsgesteine sind die Analysenergebnisse nicht so aufschlußreich, da sie nichts über die Löslichkeit dieser Bestandteile bei der Verwitterung und Bodenbildung aussagen. So ist keine Korrelation zwischen dem Kaliumgehalt der Ausgangsgesteine und dem Kaliumgehalt der Gewässer im Gebiet der Ausgangsgesteine feststellbar. Im allgemeinen ist der Kaliumgehalt der Gewässer aus Gebieten kalziumkarbonathaltiger Ausgangsgesteine ziemlich hoch. So zeigen auch bei den von SCHÖNHALS (1954) angegebenen Bodenanalysen die Kalziumkarbonathaltigen

Tab. 1: Gesteinsanalysen nach Angaben von SCHÖNHALS (1954).

	Prozent	SiO ₂	CaCO ₃	CaO	MgO	K ₂ O	CO ₂
Zechsteindolomit (Niederrodenbach)		1,7	51,9	29,0	21,8	0,3	46,0
Unterer Muschelkalk (Maar, Lauterbach)		4,4	91,9	51,3	1,0	0,3	40,4
Unterer Muschelkalk (Hedemünden)		6,4	88,8	49,4	0,4	0,7	39,1
Rötschieferton (Petersberg, Fulda)		58,0	1,3	0,8	3,3	5,9	0,6
Rötschieferton (Stöckels, Fulda)		48,2	5,2	3,1	6,5	5,6	2,2
Basalt (sdl. Grünberg, Laubach)		45,3	—	9,1	12,1	2,0	—
Saurer Basalt (Queckborner Höhe, Laubach)		51,8	—	7,9	7,5	2,0	—
Schwach ton. feink. Sandstein (Eichberg, Schlitz)		85,4	—	0,04	Sp.	4,2	—
Rötsandstein („Rimmels“, Lauterbach)		75,8	—	0,4	1,7	3,8	—
Tonschiefer, unt. Mitteldevon		58,5	—	0,7	2,5	3,8	—
Kulmtonschiefer		59,2	—	0,2	1,9	3,4	—
Kulmgrauwackenschiefer		64,4	—	0,6	3,6	0,3	—
Grauwacke (Marsberg)		69,1	—	0,3	1,9	2,0	—
Verkieselter Sandstein (sm) (sdl. Eisenberg, Schlitz)		93,3	—	0,04	Sp.	1,8	—
Sandstein (sm) (Steinkopf, Wilhelmshausen)		90,6	—	Sp.	0,2	0,4	—

Böden in der Regel hohe Werte laktatlöslichen Kaliums an. Im Gebiet der Zechsteinformation kommt erhöhter Kaliumgehalt nur stellenweise vor und geht wohl weniger auf den Kaliumgehalt des Bodens als vielmehr auf gewisse Vorkommen von Salzablagerungen zurück, die ausgelaugt werden, so daß es zu einer Anreicherung des Quellwassers mit Salzen kommt. Hierfür sprechen die in solchen Fällen ebenfalls sehr hohen Natrium- und Chloridwerte.

Insgesamt gesehen sind alle Unterschiede, die wir im Fulda-Edergebiet im Mineralgehalt der Gewässer feststellen können, zwar recht beträchtlich. Extremwerte der Konzentrationen nach unten sowohl als nach oben hin sind im ganzen Gebiet aber nicht zu verzeichnen. Selbst die Versalzung gewisser Bäche im Zechsteingebiet östlich Bebra ist noch nicht übermäßig hoch. (15-20 mval/l). Die niedrigsten Konzentrationen, welche im Gebiet angetroffen wurden (etwa 0,5 mval/l Mineralgehalt), waren ebenfalls nicht extrem. Zum Vergleich sei erwähnt, daß von mehreren hundert Proben, die in Nordschottland zwischen Loch Ness und der schottischen Nordküste Fließgewässern entnommen wurden, die größte Anzahl Gesamtionenanteile von weniger als 0,5 mval/l, z. T. weniger als 0,2 mval/l enthielten. Selbst in Gebieten mit Kalkuntergrund stiegen die Konzentrationen nur wenig über 1 mval/l. Über ähnlich niedrige Mineralgehalte in schwedischen Moorwässern berichtet z. B. auch WITTING (1947). Diesen Werten gegenüber müssen auch die geringsten Werte, die bisher im Fulda-Edergebiet ermittelt wurden, als relativ hoch bezeichnet werden. Die Niederschläge spielen hier eben gegenüber den Bodenverhältnissen eine nur geringfügige Rolle für die Ausprägung der hydrochemischen Verhältnisse.

Ökologische Bedeutung der Unterschiede im Mineralgehalt der Fließgewässer im Fulda-Edergebiet.

Die floristische und faunistische Untersuchung im Fulda-Edergebiet konzentrierte sich in den vergangenen Jahren zunächst auf die Fulda selbst, sowie einige Nebenbäche, die in erster Linie in ihrem Mündungsgebiet untersucht wurden. Insofern läßt sich noch nichts über Korrelationen der Organismenverbreitung zum Mineralgehalt der Wasserläufe des Flußgebietes sagen. Es lassen sich aber nach den Erfahrungen, die aus Untersuchungen in anderen Gebieten gewonnen wurden, einige Verbreitungserscheinungen mit ziemlicher Sicherheit im voraus absehen.

Zunächst ist anzunehmen, daß die Auswirkungen auf die Fauna weit weniger stark sind als auf die Flora. Für die ökologische Tierverbreitung wird höchstens die Höhe des Kalkgehaltes im Wasser eine Rolle spielen. Von größter Bedeutung dürfte die unterschiedliche Ionenkonzentration jedoch auf die Mikrophytenverbreitung sein. Hier haben wir auch bereits einige Hinweise aus Untersuchungsergebnissen im Fuldagebiet selbst. Abb. 3 zeigt die Verbreitung einer Reihe von Diatomeen im oberen Fuldalauf. Die Abzisse gibt die einzelnen Untersuchungsstationen an, die Ordinate die mittlere jahreszyklische Abundanz der einzelnen Arten. Die Arten sind in merklicher Abundanz nur bis Station 3 anzutreffen. Diese entspricht den Nr. 1 und 2 der

hier dargestellten Karten des Chemismus. In allen Fällen haben wir es bei diesen Stationen mit den niedrigsten Ionengehaltsklassen zu tun. Bekanntlich sind die angeführten Arten acidophil (HUSTEDT 1930) und treten in merklicher Anbundanz nur bei pH-Werten unter 7 auf (vgl. die Ausführungen im Abschnitt „Hydrogenkarbonat“). Wegen der HCO_3 -Anreicherung ab Station 4 (diese liegt auf der Karte 1 des Anhanges etwas oberhalb Nr. 3) findet hier das stärkere Vorkommen eine Begrenzung. In der Eder erscheinen diese Arten auf einer wesentlich längeren Strecke, nämlich bis zur Röspemündung, was in der Fulda einer Strecke bis etwa Bronnzell (Nr. 109) entsprechen würde (BUDE 1935).

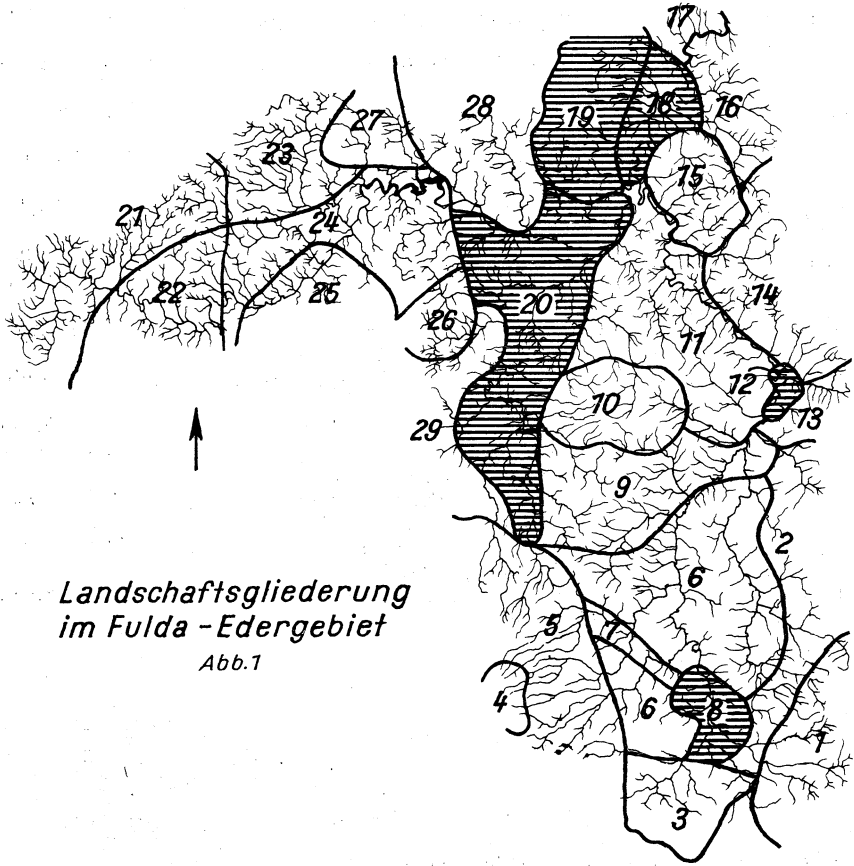
Bei der Untersuchung der Diatomeenflora der Fulda und ihrer größten Nebenflüsse an der Mündung (SCHEELE 1952) fiel die Fliede durch das Vorkommen einiger Arten auf, welche in der Fulda und anderen Nebenflüssen nicht gefunden wurden; diese sind in der Literatur als mesohalob bekannt (KOLBE 1927, HUSTEDT 1930). Ein Blick auf die Cl-Gehaltskarte (Anhang 9) läßt die Chloridanreicherung der Fliede, die vom Lützelbach herrührt, erkennen. „Halophile“ Diatomeen treten bereits bei 1 mval/1 Cl auf. In diesem Fall gibt die Karte den Hinweis, an anderen Stellen (z. B. 135-139) zur Bestätigung der Gesetzmäßigkeit der Korrelation zwischen Verbreitung dieser Arten und Cl-Gehalt der Flüsse nachzusuchen. Zur Bestätigung des Nichtvorkommens oder geringfügigen Auftretens dieser Art an anderen chloridarmen Standorten wird man nur stichprobenartig Untersuchungen vornehmen. Dieser Weg der ökologischen Analyse führt sicher leichter zu bestimmten Erkenntnissen als das umgekehrte Verfahren, im ganzen Flußgebiet zunächst wahllos Proben zu entnehmen und hiervon ein vollständiges Verbreitungsbild der betreffenden Arten zu entwickeln, von welchem ausgehend man nun Standortforschung betreibt, um hieraus die Verbreitung zu erklären. In diesem Sinne sollen also die Karten der Ionengehalte der Gewässer dem weiteren Anwachsen ökologischer Erkenntnisse förderlich sein.

Literatur.

- BUDDE, H. — 1935 — Die Algenflora der Eder. Arch. Hydrobiol. 28, 240-253.
Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch — 1950 — Wesergebiet. Abflußjahr 1950.
Deutscher Wetterdienst in der US-Zone — 1950 — Witterungsberichte 1950.
DIEHL, H., GÖTZ C. H., HACH, C. C. — 1950 — The versenate titration for total hardness. J. Amer. Water Works Ass. 42. 40-48.
ELSTER, H. J. — 1953 — Einige hydrographische und chemische Beobachtungen an Hochschwarzwald-Bächen. Ber. Limn. Flußstation Freudenthal 4, 25-27.
HUSTEDT, F. — 1930 — Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süßwasserflora Mitteleuropas H. 10.
KOLBE, R. W. — 1927 — Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasserdiatomeen. Pflanzenforschung 7.
ROHDE, W. — 1949 — The ionic composition of lake waters. Verh. Intern. Verein. Limnologie 10, 377-386.
SCHEELE M., — 1952 — Systematisch-ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora der Fulda. Arch. Hydrobiologie 46, 305-324.
SCHMASSMANN, H. J. — 1951 — Untersuchungen über den Stoffhaushalt fließender Gewässer. Schweiz. Z. f. Hydrologie 13, 300-335.
SCHMITZ, W. — 1950 — Der Wasserchemismus der Fulda unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Einflüsse. Jahresber. Limn. Flußstation Freudenthal 1, 28-36.
SCHMITZ, W. — 1951 — Flammenphotometrische Analysenverfahren in der Wasseranalyse. Jahresber. Limn. Flußstation Freudenthal 2, 45-59.
SCHMITZ, W. — 1952 — Die physiographische Flußforschung. Ber. Limnol. Flußstation Freudenthal 3, 74-84.
SCHMITZ W. — 1952 — Die Bestimmung von Säurebindungsvermögen, Kalzium und Magnesium im Wasser in einem Titrationsgang mit Dinatriumäthylen-diamin-tetraacetat. Vom Wasser 19, 146-156.
SCHMITZ, W. — 1955 — Physiographische Aspekte der limnologischen Fließgewässertypen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22, 510-523.
SCHÖNHALS, E. — 1954 — Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Abh. d. Hess. Landesamtes f. Bodenforschung 2, 1-288.
Standard Methods for the Examination of Water and Sewage. — 1946 — Amer. Publ. Health Ass. New York.

Kartengrundlagen:

- Flußnetz: Topographische Übersichtskarte 1 : 200 000.
Höhenschichten: Topographische Übersichtskarte 1 : 200 000.
Niederschlag: Klimaatlas von Hessen 1950.
Geologie: Lepsius, Geologische Karte des Deutschen Reiches (1897).
Boden: SCHÖNHALS, Bodenkundliche Übersichtskarte von Hessen 1951.
Landschaftsgliederung: SCHÖNHALS 1954 Lit. Verz.

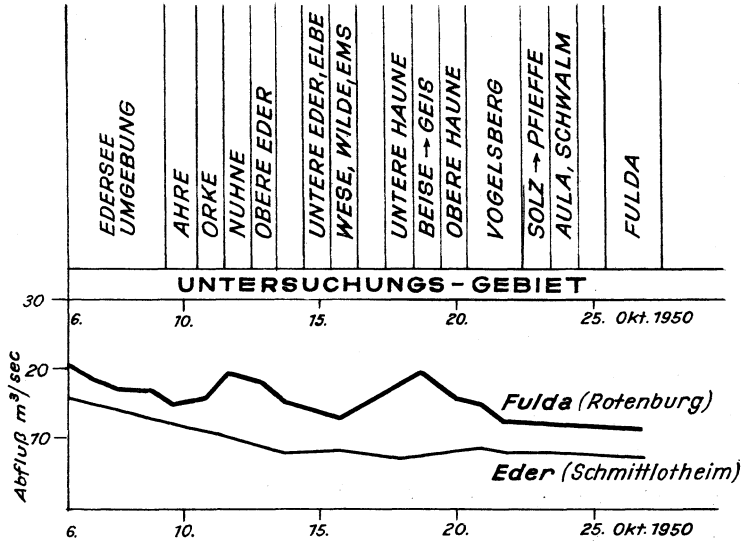


**Landschaftsgliederung
im Fulda - Edergebiet**
Abb.1

Legende zur Abb. 1

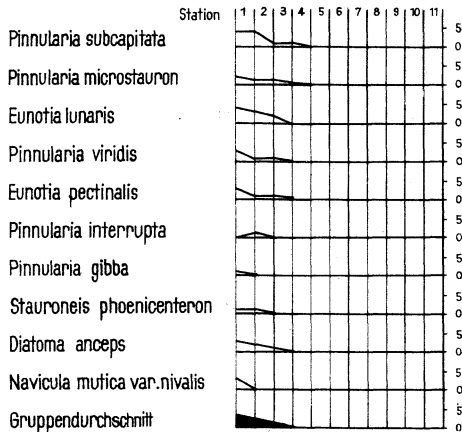
- 1 Hohe Rhön
- 2 Kuppige Rhön
- 3 Schlüchterner Landrücken
- 4 Oberwald
- 5 Vogelsberg
- 6 Fulda-Haune-Bergland
- 7 Lauterbacher Graben
- 8 Fuldaer Becken
- 9 Schlitzer-Aulaer Bergland
- 10 Knüll Gebirge
- 11 Homberg-Rotenburger Bergland
- 12 Bebraer Becken
- 13 Süllingswald
- 14 Sontraer Zechsteingebirge
- 15 Lichtenauer Hochfläche
- 16 Kaufunger Wald
- 17 Rheinhardswald
- 18 Kasseler Bucht
- 19 Niederhess. Basaltkuppenland
- 20 Waberner Ebene und Schwalmgrund
- 21 Rothaargebirge
- 22 Lahn-Dill-Bergland
- 23 Waldecker Hochfläche
- 24 Wildunger Bergland
- 25 Wettshaft-Wohra Berg- und Hügelland
- 26 Kellerwald
- 27 Korbacher Upland
- 28 Waldeck-Wolfhagener Berg- und Hügelland
- 29 Neustädter Rhein-Weser Wasserscheide

Beckenlandschaften schraffiert



Übersicht über die Wasserführung der Fulda und Eder während der Untersuchung und Zeitpunkt der Untersuchung in den einzelnen Flußgebieten

Abb. 2



Mittlere jahreszyklische Abundanz
„acidophiler“ Diatomeenarten in der
oberen Fulda

Abb. 3