

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

L. inw.

2709

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297494



Das Wasser

für Fischerei und Fischzucht

Von

Max von dem Borne, Berneuchen

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage,
besorgt von Prof. Dr. W. Halbfaß, Jena

Mit 19 Abbildungen

F. N. 30965

4/12



Neudamm 1914

Verlag von J. Neumann
Verlagsbuchhandlung für Landwirtschaft,
Fischerei, Gartenbau, Forst- und Jagdwesen

537
95

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112709

Akc. Nr. 1966/49

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort zur II. Auflage	5
Vorwort zur I. Auflage	6
Erster Abschnitt. Quellen und Flüsse	7
I. Unterirdischer Lauf des Wassers und die Quellen	7
1. Bestandteile des Quellwassers	8
2. Temperatur des Grund- und Quellwassers	11
3. Unterirdischer Wasserlauf und Quellbäche in Geröll- schichten, Kies und Sand	15
4. Unterirdischer Wasserlauf und Quellbäche im Kalkstein, Dolomit und Gips	19
5. Das Flußgebiet der Raibach	21
6. Der Kohlentalk von Mähren	27
7. Das europäische Jura-Gebirge	28
8. Die Haar	32
9. Die Kalkalpen	33
10. Die Zechsteine	33
11. Spaltquellen	39
II. Oberirdischer Lauf des Wassers	40
12. Die Temperatur des Flußwassers	41
13. Die chemische Beschaffenheit des Flußwassers	44
14. Wasserverunreinigung	48
Zweiter Abschnitt. Die Seen	57
15. Größe und Tiefe der Seen	57
16. Der Druck des Wassers	62
17. Strömungen	62
18. Temperatur	65
19. Durchsichtigkeit und Farbe	71
20. Die chemische Beschaffenheit	74
21. Tiefenzonen	78
Dritter Abschnitt. Schlußfolgerungen	80
22. Fischzucht	81
23. Vergleichung der Thermometer-Skalen	88
Literatur	89

Verzeichnis der Abbildungen.

		Seite
Abbildung	1. Flußlauf der oberen Saibach	26
"	2. Die Forellenzuchtanstalt Gleyfingen, Harz	37
"	3. Der Rhumesprung bei Duderstadt	39
"	4, 5, 6. Verschmutzung der Oder bei Breslau	48, 49, 50
"	7. Sphaerotilus natans	52
"	8. Leptomitius lacteus	52
"	9. Carchesium Lachmannii	52
"	10. Wasserströmungen bei ungleich erwärmtem Seewasser der pelagischen Zone	63
"	11. Wasserströmungen bei gleichmäßig erwärmtem See- wasser der pelagischen Zone	63
"	12. Wasserbewegung bei Beginn der Frostperiode eines Sees	66
"	13. Wärmeverteilung im Zugersee von März 1908 bis März 1909	68
"	14. Eindringen des Lichtes in das Schalkenmehrer Maar (Eifel) in den Jahren 1910 bis 1912	72
"	15. Verteilung der Kohlensäure, des Sauerstoffs und der Temperatur im Beasley Lake (U. S. A.) am 3. August 1908	77
"	16. Jacobische Brutkiste	85
"	17. Aufstellung kalifornischer Tröge in einem Brutraum	85
"	18. Bruttopf	86
"	19. Kühlrinne nach von dem Borne	87



Vorwort zur 2. Auflage.

Von der Verlags-handlung in ehrenvoller Weise beauftragt, eine zweite Auflage des vorliegenden Buches zu besorgen, konnte ich dem Auftrage nur dadurch nachkommen, daß der als Autorität in Fischereisachen rühmlichst bekannte Redakteur der „Fischerei-Zeitung“, Herr Dr. E. Walter, in allen speziellen Fischereifragen, die mir seit einer Reihe von Jahren fremder geworden sind, mir freundlichst mit Rat und Tat zur Seite stand, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage. In derselben Materie unterstützten mich auch bereitwilligst Herr Oberstudienrat Prof. Dr. K. Lampert in Stuttgart, Vorsitzender des Württembergischen Fischereivereins, Herr Kaiserlicher Rat Prof. i. R. Joh. Franke in Laibach, der Herr Vorsitzende des Fischereivereins für Westfalen und Lippe, der jetzige Inhaber der bekannten Fischzuchtanstalt in Clehsingen a. S. Herr C. Nielsen u. a. Natürlich wurde die neuere Literatur auch in diesem Punkte, soweit erforderlich, zu Rate gezogen.

Es zeugt von dem großen Wert der von dem Borne'schen Ausführungen, daß sie, nicht bloß aus Respekt vor ihrem bei allen Fischereiinteressenten mit Recht in hohem Ansehen stehenden verschiedenen Verfasser, an nicht wenig Stellen wörtlich übernommen werden konnten. Vielleicht habe ich in einigen Punkten noch zu sehr der Tradition gehuldigt. Manche Partien des Buches mußten freilich, den Fortschritten, welche die Hydrographie in den letzten 25 Jahren gemacht hat, entsprechend gänzlich umgearbeitet und verändert werden. Die eingehende Schilderung der hydrographischen Verhältnisse der Karstländer ist weggefallen, dagegen konnte ich mich auf den Rat erfahrener Kenner der Fischerei nicht entschließen, die entsprechenden Partien der deutschen Kalkgebiete fortzulassen. Ganz neu ist eine eingehende Behandlung der so wichtigen künstlichen Verunreinigung der Gewässer. Gänzlich verändert wurde der Abschnitt über Seen; derjenige über die Fische, welchen ich wesentlich auf die Coregonen beschränkte, wurde erheblich gekürzt. Einen besonderen Abschnitt über die Wasser-Verhältnisse der Teiche zu bringen, habe ich, trotzdem ich von ihrer Wichtigkeit für die heutige Fischerei durchaus überzeugt bin, unterlassen, um den

Umfang des Büchleins nicht unnötig auszudehnen. Aus dem gleichen Grunde habe ich mich auch lediglich auf das Wasser in seinen Beziehungen zur Fischerei beschränkt; alle übrigen Beziehungen der Fische zu ihrer Umgebung, insbesondere die rein biologischen, müssen besonderen Darstellungen vorbehalten bleiben, an denen ja übrigens in der Literatur kein Mangel ist. Im Literaturverzeichnis suchte ich mich auf das Wichtigste zu beschränken und eine Art Auswahl zu treffen, so heikel dies auch erscheinen mag. Ältere Spezialarbeiten wurden durchweg nicht mehr erwähnt, auch fiel das umfangreiche Verzeichnis der Mitarbeiter an der ersten Auflage fort.

Möge es mir wenigstens einigermaßen gelungen sein, einen auf wenige Bogen zusammengedrängten, allgemeinen Überblick über das vielverzweigte Gebiet gegeben zu haben, der auch dem Praktiker von Nutzen sein kann.

Jena, im Februar 1914.

Prof. Dr. W. Halbfaß.

Vorwort zur 1. Auflage.

Die verschiedenen Fischarten machen verschiedene Ansprüche an diejenigen Lebensbedingungen, welche ihnen in unseren Bächen, Flüssen und Seen dargeboten sind, und wir finden deshalb, daß sie verschiedene, räumlich getrennte Wassergebiete bewohnen. Der Fischzüchter sollte es so weit wie möglich vermeiden, die Lebensbedingungen zu verändern, an welche die betreffende Fischart gewöhnt ist. Es ist allgemein bekannt, einen wie großen Einfluß jede Veränderung des Klimas, der Nahrung und dergleichen auf Tiere und Pflanzen hat, und nach Darwin ist dies ein Gegenstand des Studiums für Naturforscher sowohl wie auch für praktische Züchter von Tieren und Pflanzen geworden.

Ich will hier versuchen, ein Bild zu entwerfen von den Temperatur-Verhältnissen und einigen anderen Eigenschaften unserer Seen und Flüsse und ihrem Einfluß auf das Leben der Fische, und untersuchen, welche Folgerungen daraus der praktische Fischzüchter zu ziehen hat.



Erster Abschnitt.

Die Quellen und Flüsse.

Das Meteorwasser, welches aus der Atmosphäre als Regen, Schnee, Hagel oder Tau sich auf der Erde niederschlägt, verdunstet zum Teil wieder, zum Teil fließt es auf der Erdoberfläche ab, zum Teil dringt es in den Boden ein und bildet Grundwasser und Quellen. Jahrelang fortgesetzte Beobachtungen haben gezeigt, daß die Flüsse in Deutschland etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ der Wassermenge in das Meer abfließen lassen, welche im Flußgebiet als Meteorwasser niedergefallen ist. Der wievielte Teil dieser Wassermenge an der Oberfläche abfließt, und wieviel davon als Grundwasser und Quellen unterirdisch verläuft, das ist von der Durchlässigkeit der Erdoberfläche abhängig; an manchen Orten versinkt alles Wasser, an anderen fast gar keins. Der durchlässige Boden ist zwischen dem Sammelgebiet und dem Ausflusse der Quellen ein schwammartiges Reservoir, das die Differenz zwischen Hoch- und Niederwasser zum Teil ausgleicht, die Trübung abfiltriert und die Wassertemperatur der Temperatur des Bodens gleich macht.



I. Unterirdischer Lauf des Wassers und die Quellen.

Das Meteorwasser sowie das Fluß- und Seewasser dringen in das Innere der Erde ein, wenn Hohlräume vorhanden sind, und erfüllt dieselben bis zu einem Niveau, in welchem es abfließen kann. Wir nennen das im Erdboden vorhandene Wasser Grundwasser. Sein Niveau steigt und fällt in der Regel bei nassem und trockenem Wetter und mit den steigenden und fallenden Flüssen, sofern diese mit dem Grundwasser kommunizieren. Die Quellen sind im allgemeinen die Ausflüsse des Grundwassers. Doch gibt es auch Quellen, die wenigstens teilweise aus dem in der tieferen Erdrinde vorhandenen Wasser resp. Wasserdampf

gespeißt werden; sie kommen hier nicht weiter in Betracht, da sie für die Fischzucht wegen ihrer hohen Temperatur gänzlich ungeeignet sind.

Die Beschaffenheit des Grundwassers und der Quellen ist verschieden in den verschiedenen Bodenarten, namentlich im Gerölle, Kies und Sand und im Felsboden. Im letzteren unterscheiden wir die Quellen im Kalkstein, Dolomit und Gips, die mehr oder weniger im Wasser löslich sind und dadurch zu Höhlenbildungen Anlaß geben, und die Spaltquellen, welche sich in undurchlässigen oder wenigstens beinahe undurchlässigen Gesteinsarten bewegen. Endlich sind die artesischen Quellen zu erwähnen, welche einem Grundwasser entströmen, das sich unterhalb undurchlässiger Schichten unter hydrostatischem Druck befindet; wegen ihres geringen Sauerstoffgehaltes kommen sie für die Fischzucht kaum in Betracht.

1. Bestandteile des Quellwassers.

Das Wasser, welches sich an der Erdoberfläche befindet, hat atmosphärische Luft absorbiert. Wenn es bei unterirdischem Lauf mit organischen oder oxydierbaren Substanzen in Berührung kommt, so verliert das Wasser durch Oxydation dieser Körper eine entsprechende Menge des absorbierten Sauerstoffes. Dabei entsteht aus organischen Substanzen Kohlensäure, welche von dem Wasser absorbiert wird, und wenn unter Wasser Pflanzensubstanzen verwesen, so entsteht außer Kohlensäure auch brennbares Kohlenwasserstoffgas. In zerklüftetem Gestein kommt das Wasser vielfach mit atmosphärischer Luft in Berührung, welche die Spalten erfüllt; deshalb sind Quellen, welche aus solchen Gesteinen hervortreten, gewöhnlich reich an absorbiertem Sauerstoff.

Wie bereits erwähnt, enthält das Grund- und Quellwasser häufig Kohlensäure. Dieselbe ist in dem Meteorwasser enthalten; zum Teil entsteht sie in der Erde durch Verwesung organischer Substanzen, zum größten Teil aber steigt sie aus dem Erdinnern aus großen Tiefen auf und wird dabei von dem Grund- und Quellwasser absorbiert. Das kohlen säurehaltige Grundwasser löst Kalkstein und Dolomit auf und bewirkt die Zersetzung vieler Gesteine (namentlich der feldspathhaltigen), wobei das Wasser kohlen saures Kali und Natron aufnimmt.

Kohlensäure-Erhalationen und kohlen säurereiche Quellen finden sich häufig in der Nähe von tätigen oder erloschenen Vulkanen. Solche Quellen sind zur Fischzucht ganz ungeeignet.

Durch die in Steinkohlen-, Braunkohlen- oder Torf-Ablagerungen tätigen Zersetzungsprozesse entstehen Kohlensäure und brennbare Kohlen-

wasserstoffgase, welche die dort entspringenden Quellen häufig enthalten.

Chemisch reines Wasser kommt daher in der Natur nicht vor, sondern alles natürliche Wasser enthält größere oder kleinere Mengen organischer wie anorganischer, fester und gasförmiger Stoffe gelöst. Von den chemischen Verbindungen sind die wichtigsten die Chloride und Sulfate des Kaliums, Natriums, Kalziums und Magnesiums, die Karbonate der Alkalien, der alkalischen Erden und des Eisens, ferner Eisenoxydul- und Eisenoxydverbindungen, mit denen gewöhnlich Manganlösungen verbunden sind. Den Reichtum an Chloriden verdanken die Grundwässer, mit denen wir es hier in erster Linie zu tun haben, in den meisten Fällen nicht der Auslaugung natürlicher Salzlagerstätten, sondern zu einem großen Teile wahrscheinlich den in vielen Gesteinen vorhandenen Chlorverbindungen, nicht zum wenigsten aber auch dem ungeheuren Verbrauch des Menschen an Kochsalz. Die Sulfate rühren hauptsächlich von dem sehr zahlreichen Vorkommen von Gipslagern her, die zwar nicht die leichte Löslichkeit der Chloride besitzen, immerhin sich aber in 460 Teilen Wasser lösen. Der Reichtum an kohlensaurem Kalk (Kalziumkarbonat) erklärt sich sehr einfach durch die sich fast überall in großen Mengen findenden Kalksteine, deren geringe Löslichkeit (Kalk ist je nach seiner Dichte nur in 900 bis 3000 Teilen kohlen säurehaltigen Wassers löslich) durch die enorme Quantität des auf den Schichtungs- und Klustflächen zirkulierenden Wassers ausgeglichen wird. Die Schwefelwasserstoff enthaltenden Quellen sind durch Einwirkung organischer Substanzen unter Verlust von Sauerstoff gleichfalls aus Gips entstanden, selbstverständlich kommen sie für die Fischzucht in keiner Weise in Betracht.

Die zahllosen Quellen, die aus den Abhängen der Sandrücken des norddeutschen Diluviums entfließen und Bäche bilden, haben vorher Riesenschichten unter der Erdoberfläche durchsickert; das eingedrungene Regenwasser hat durch seinen Kohlen säuregehalt das Eisenhydroxyd gelöst und tritt nun als mehr oder minder starke Eisenquelle zutage. Das Eisensulfidkarbonat, welches diese Quellen mit sich führen, ist aber eine sehr unbeständige Verbindung; es zerfällt sehr leicht unter Aufnahme von Sauerstoff wieder in Kohlen säure und Eisenoxyd. An der Oberflächenschicht des Wassers entweicht die Kohlen säure, und es bildet sich dann wieder Eisenhydroxyd, welches in einer sehr feinen Schicht wie eine ölige Substanz auf dem Wasser liegt, bis es endlich vermöge seiner Schwere auf den Grund sinkt und dort die bekannten Raseneisenerze bildet. Solche Eisenwasser, welche je nach der Beschaffenheit des Bodens auch Eisenmoore bilden

können, haben durchweg eine viel niedrigere Temperatur als die gewöhnlichen Niederungsmoore und eignen sich daher nicht zur Zucht von Cypriniden, wohl aber von Salmoniden. Allerdings können sich in solchen Gewässern unter dem Einfluß der Luft aus dem Schwefeleisen des am Boden lagernden Faulschwammes schwefelsaure Eisensalze bilden, deren Lösungen auf alle Fische unbedingt tödlich wirken; man muß also, wie Schifora ausführt, bei der Aufzucht von Salmonidenbesatz in Eisenmooren sehr vorsichtig sein. Bei schnell fließenden, eisenhaltigen Bächen ist diese Vorsicht unnötig, weil sich in ihnen kein Faulschwamm bilden kann.

Die chemische Zusammensetzung eines Wassers hängt übrigens durchaus nicht allein und nicht einmal in erster Linie von dem Gestein ab, das es durchfließen hat, sondern vornehmlich auch von der Löslichkeit des Gesteins, also davon, welche Gesteine gegenüber der Lösungskraft des Wassers die geringere oder größere Widerstandsfähigkeit besitzen. Am kräftigsten werden die Chloride ausgelaugt, es folgen sodann die Sulfate der Alkalien, des Kalziums und Magnesiums, darauf die Karbonate der beiden zuletzt genannten Erden und dann erst, und zwar in weitem Abstände, die in geringeren Mengen in kohlenstoffhaltigem Wasser löslichen Silikate. Aus dem Gesagten ergibt sich ohne weiteres, daß überall da, wo kohlenstoffreicher Kalk in den Gesteinen vorherrscht, die Gewässer reich an gelöstem Kalkkarbonat, also hart sein werden, daß dagegen, wo neben Kalk auch Dolomite und Gipse vorkommen, auch Karbonate und Sulfate des Magnesiums, sowie Sulfate des Kalziums und Natriums auftreten werden, daß endlich in den ehemals vergletscherten Gebieten Norddeutschlands wir größtenteils Wasser antreffen, das verhältnismäßig arm an kohlenstoffreichem Kalk, also weich ist. In der Tat beläuft sich der Gehalt dann in der Regel auf nicht mehr als 2 bis 3 in 10 000 Teilen.

Die Analyse zahlreicher gewöhnlicher Brunnen und Quellen hat ergeben, daß im Mittel auf 100 000 Teile Wasser etwa 32 Teile fester Stoffe kommen, darunter 8 Teile kohlenstoffreichen Kalkes und etwa ebensoviel Kochsalz. Es gibt allerdings auch noch zahlreiche Quellen mit weit größerem Gehalt an kohlenstoffreichem Kalk und Mineralstoffen überhaupt.

Ein gutes Beispiel für den Anteil des Bodens in einem geologisch sehr mannigfaltig zusammengesetzten Gebiet an den Bestandteilen der in verschiedenen Gesteinen entspringenden Quellen bieten die Quellen des Meißner, die teils aus dem Basalt, teils aus der Braunkohlenformation, dem Muschelkalk, dem Mittleren Buntsandstein und dem Oberen Zechstein entspringen. Während die Buntsandsteinquellen nur 14,4 mg Trockensubstanz im Kilogramm liefern, bringen es die Basaltquellen zu 97,5

die Muschelkalkquellen zu 181, diejenigen der tertiären Braunkohlenformation zu 192,4, endlich die Zechsteinquellen zu 1510 mg, also hundertmal mehr als die Buntsandsteinquellen. In der gleichen Reihenfolge bewegt sich der Gehalt an Schwefelsäure; er steigt von 3 zu 736 mg. Allerdings gehören gerade diese Buntsandsteinquellen zu den denkbar reinsten, an destilliertes Wasser gemahnenden, natürlichen Quellen. Die Zahlen der Tabelle I habe ich zum Teil älteren Quellen, zum Teil dem Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde von K. Reilhack entnommen (siehe Literaturverzeichnis). Die Zahl der auf der Erde überhaupt vorhandenen Quellen ist jedenfalls sehr groß, aber genauere Angaben hierfür können bisher dafür nicht gemacht werden; im Kanton Aargau in der Schweiz (1404 qkm), also so groß wie das Herzogtum Gotha, wurden 2977 ungesaßte Quellen mit zusammen rund 3 cbm/sec, und 3484 gesaßte mit zusammen rund 1,1 cbm/sec gezählt; sie liefern also zusammen nur wenig mehr als die einzige Rhumequelle. (S. 38.)

Tabelle I.

mg m l	Granitformation	beögl.	Melaphyr	Basalt	Tonsteinporphyr	Tonschiefer	Buntsandstein	Muschelkalk	Gips	Braunkohlenformation	Zechsteinquelle am Reiskner	Buntsandsteinquelle am Weiskner
Gesamtrückstand . . .	24,4	70	16,0	150	25	120	225	325	2365	160	1510	26
Organische Substanz . . .	15,7	4	19,2	1,8	8	—	13,8	9,0	Spur	42	—	0,55
Kalk	9,7	30,8	61,6	31,6	5,6	50,4	73	129	766	13,5	540	2,27
Magnesia	2,5	9,1	22,5	28	1,8	7,3	48	129	65	3,6	52,5	1,45
Tonerde												
Kali											15,3	
Kieselsäure											8,0	
Schwefelsäure	3,9	3,4	17,1	3,4	3,4	24	8,8	13,7	1108	42,8	735,7	5,01
Chlor	3,3	1,2	8,4	Spur	—	2,5	4,2	3,7	161	11,7	9,0	0,39
Salpetersäure	—	—	—	—	—	0,5	9,8	0,21	Spur	—	—	—
Härte	1,27	4,35	9,31	6,08	0,81	6,06	13,96	16,95	92,75	1,8	—	4,64

2. Temperatur des Grund- und Quellwassers.

Das Grundwasser, insbesondere auch die Wässer aus tiefen Brunnen und Quellen, haben im Durchschnitt die gleiche mittlere Jahrestemperatur der betreffenden Gegend. Dieselbe beträgt nach von Bebbber z. B. in Memel 6,8°, in München 7,4°, in Breslau 8°, in Hamburg 8,2°, in

Leipzig 8,5 °, in Cassel 8,6°, in Berlin 9 °, in Hannover 9,2 °, in Trier 9,0 ° und in Straßburg 10,2 °. Indessen scheint diese Regel doch nicht überall zu stimmen, denn nach langjährigen Beobachtungen von F. von Lupin ist die Quellentemperatur am Nordrande der Alpen im Durchschnitt 1,35 ° höher als die mittlere Jahrestemperatur der Luft, während sie am Südrande der Alpen um annähernd ebensoviel niedriger zu sein scheint. Da die Temperatur der Luft nur langsam in den Erdboden eindringt, so tritt das Maximum und das Minimum der Jahrestemperatur um so später ein, je tiefer es in die Erde fortschreitet. G. Bischof hat in Bonn hierüber folgende Beobachtungen gemacht:

		Temperatur:	
		Maximum	Minimum
2 m Tiefe		Mitte August	Mitte Februar.
4 " "		" September	" März.
6 " "		" Oktober	" April.
8 " "		" November	" Mai.
10 " "		" Dezember	" Juni.
12 " "		" Januar	" Juli.

Die Temperatur dringt also in einem Monat ungefähr 2 m tief in die Erde ein.

Die jährlichen Temperatur-Differenzen werden um so geringer, je tiefer man in die Erde eindringt. Sie betragen zu Bonn nach den Beobachtungen von G. Bischof

in 2 m Tiefe	12,25 °
" 4 " "	8,00
" 6 " "	4,38
" 8 " "	2,63
" 10 " "	1,25
" 12 " "	0,63

In 20 bis 25 m Tiefe hört im Erdinnern der jährliche Temperaturwechsel vollständig auf; dort herrscht ungefähr die gleiche Temperatur wie die mittlere Jahrestemperatur der Erdoberfläche. Mit größerer Tiefe nimmt die Temperatur der Erde stetig zu. So fand man in dem Bohrloche zu Grenelle bei Paris in 547 m Tiefe 27,75 ° C, in dem Bohrloche zu Rüdersdorf bei Berlin in 696 m Tiefe 32,61 ° C, in dem Bohrloche bei Neufalzwerk (Deynhausen) in 671 m Tiefe 34,00 ° C, in dem Bohrloche bei Sperenberg, unweit von Berlin, in 1268 m Tiefe 46,5 ° C, in dem Bohrloche von Schladebach bei Merseburg in 1748,5 m Tiefe 56,8 ° C, in dem Bohrloche zu Paruschorwitz V in 2003,3 m Tiefe 69,3 ° C und endlich in dem Bohrloche zu Czuchow II (Oberschlesien) in 2239,7 m Tiefe 83,4 ° C.

Im allgemeinen steigt die Temperatur für je 32 m um 1°; Wasser in größeren Tiefen kommt schon wegen seiner hohen Temperatur für die Fischerei nicht in Betracht.

Herr Baurat Hobrecht hat über die Temperatur-Verhältnisse des Grundwassers in Berlin in 30 zu diesem Zwecke versenkten Standröhren folgende Beobachtungen gemacht:

Temperatur des Wassers nach Celsius:

Jahr	Wasserstand unter der Oberfläche	Temperatur												
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Mittel
	m													
1871	2,03	6,26	5,35	5,39	5,93	6,85	8,24	9,91	10,70	10,85	9,86	8,60	7,38	7,94
1872	1,74	6,59	5,96	5,92	6,62	7,99	9,42	10,44	11,28	11,35	10,61	9,37	8,09	8,64
1873	1,72	7,22	6,35	6,24	6,57	7,36	8,91	10,66	11,65	11,72	10,78	9,48	8,30	8,77

Die Höhe des Wasserstandes in den Standröhren war von der Regenmenge und dem Wasserstande der Spree abhängig. 1871 war extrem wasserreich, 1872 und 1873 waren sehr wasserarm.

Das Wasser in dem Brunnen Nr. 31 der Ruhnheim'schen Fabrik, östlich vom Kreuzberg bei Berlin, hatte nach Hobrecht folgende Temperaturen:

Wasser-Temperatur nach Celsius:

Jahr	Wasserstand unter der Oberfläche	Temperatur												
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Mittel
	m													
1871	3,76	8,05	8,00	7,76	7,85	7,87	7,90	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,92	7,95
1872	3,54	7,75	7,50	7,26	7,52	8,11	8,20	8,24	8,76	8,83	8,76	8,50	8,27	8,13
1873	3,41	8,15	8,15	7,87	8,00	8,00	8,10	9,47	10,00	10,00	10,00	9,65	8,90	8,83

G. Bischof hat bei einigen Brunnen mehrjährige Temperatur-Beobachtungen gemacht und gefunden bei einem Brunnen bei Düsseldorf, 7,8 m tief, mittlere Temperatur 8,91° C, Temperatur-Veränderung 3,35° C, bei einem Brunnen bei Köln, 15,4 m tief, mittlere Temperatur 10,2° C, Temperatur-Veränderung 0,87° C, bei einem Brunnen bei Bonn, 18,2 m tief, mittlere Temperatur 10,8° C, Temperatur-Veränderung 0,75° C.

In der „Bavaria“ teilt Blumröder folgende Temperatur-Beobachtungen mit, die er an zwei Quellen bei Bayreuth gemacht hat:

	Moritzhöfer Quelle	Herzogs- Quelle
Januar	8,49 ° C	8,06 ° C
Februar	8,13 „	7,90 „
März	7,86 „	7,68 „
April	7,87 „	7,97 „
Mai	8,18 „	8,04 „
Juni	8,64 „	8,64 „
Juli	9,11 „	9,06 „
August	9,60 „	9,59 „
September	10,50 „	9,74 „
Oktober	10,50 „	9,55 „
November	9,43 „	8,89 „
Dezember	8,89 „	8,29 „
Jahres-Mittel	8,81 ° C	8,61 ° C

Die Quellen an der Mangfall, welche die Münchener Wasserleitung versorgen, haben nach Salbach eine Temperatur von 7,50 bis 8,75 ° C.

Die mittlere Temperatur der Quellen, welche der Dresdener Wasserleitung von den benachbarten Höhen zufließen, haben nach Salbach 8,75 ° C Temperatur.

Nach G. Bischof ist die Temperatur der Quellen bei Baderborn konstant 10,33 ° C, bei Lippsspringe 11,63 ° C.

In den Quellen bei Tölz trat die niedrigste Temperatur im Durchschnitt in der letzten Dekade des März, die höchste in der zweiten Dekade des September ein, mithin also etwa zwei Monate später, als dies bei der Lufttemperatur der Fall ist, entsprechend ungefähr den Temperaturverhältnissen tiefer Seen (s. S. 68), im Mittel 18 Tage nach dem betreffenden Termin der Bodentemperatur. Die Wärme der Quellen nimmt zwar mit zunehmender Meereshöhe ab, aber weniger stark als die mittlere Jahrestemperatur. Nach Daubrée fällt in den Vogesen die Temperatur unterhalb 280 m um je 1° auf 200 m Erhebung, zwischen 280 und 380 m auf je 120 m und von 360 bis 920 m wieder auf je 200 m. Die Quellen des Kaiserstuhlgebirges übertreffen die mittlere Jahrestemperatur um 2,6°; im Departement Aveyron in Frankreich fand Boisse eine Abnahme der Quellentemperatur von 1° auf 135 m Erhebung, in den Bayerischen Alpen stellt Gümbel eine Abnahme um 1° auf 272 m, im Fichtelgebirge auf 222 m fest.

3. Unterirdischer Wasserlauf und Quellsbäche in Geröllschichten, Kies und Sand.

Wie groß die Zwischenräume sind, welche in einem Kubikmeter trockenen Gerölles, Kieses oder Sandes vorhanden sind, kann leicht festgestellt werden, wenn man ermittelt, wieviel Wasser erforderlich ist, um diese Zwischenräume vollständig auszufüllen. Wenn man die trockene Masse auf ein Filter bringt und diejenige Menge Wasser aufgießt, welche dem gefundenen Volumen der Zwischenräume entspricht, so findet man, wieviel von diesem Wasser durchläuft und wieviel zurückgehalten wird.

Die Aufnahmefähigkeit der Gesteine für Wasser schwankt innerhalb sehr großer Grenzen; sie ist am geringsten bei Graniten (unter 1 %), kristallinem Marmor, Ton- und Kieselstiefen (1 bis 1½ %) und dichtem Sandstein, in welchem sie weniger als 10 % des Volumens beträgt; in lockeren Sandsteinen steigt sie auf 30 %, in der Mehrzahl der nichtkristallinen Kalksteine auf 20 %, in der Kreide auf 40 %, in Kiesen und Sanden bewegt sie sich zwischen 36 und 42 %, und in einigen sandig-lehmigen Böden steigt sie sogar bis auf 56 %. Speziell Sande und Kiese, der Untergrund so vieler Gegenden Norddeutschlands, sind je nach ihrem Feingehalt sehr verschieden wasserhaltig. Für mittleren Kies (Durchmesser 7 mm) rechnet man 37 %, für groben Sand (Durchmesser 2 mm) 36 %, für Mittelsand (1 mm Durchmesser) 40 % und für Feinsand (bis zu ⅓ mm Durchmesser) 42 %, für Mergel bis 48 %. Die größte Aufnahmefähigkeit besitzt, soweit die bisherigen Versuche reichen, Infusorienerde, nämlich bis zu 92 %.

Es ist hieraus ersichtlich, daß Gerölle und grober Kies das Wasser viel leichter durchfließen lassen wie Sand, und daß um so mehr Wasser durch die Kapillarkraft zurückgehalten wird, je kleiner die Körner sind.

Das Wasser der atmosphärischen Niederschläge, der Flüsse und Seen dringt in Sand und Geröllschichten ein und erfüllt sie bis zu einem Niveau, wo es abfließen kann. Wenn das Grundwasser fließt, so ist seine Oberfläche nicht horizontal, sondern der Bewegungsrichtung entsprechend geneigt. Die Stärke der Strömung ist abhängig von der Stärke der Neigung und des Widerstandes, welchen das Wasser im Erdboden findet.

Das Grundwasser fließt in der Regel von den Höhen nach den Flußtälern hinab und vereinigt sich mit dem Flußwasser.

Gar nicht selten kommen mehrere Grundwasserströme übereinander vor, wenn ein Becken wechsellagernd von Schotter- bzw. Sandschichten und undurchlässigen Gesteinen aufgebaut ist; Jenseits fand bei Königsberg nicht weniger als 9 Wasserhorizonte übereinander, welche der Kreide,

dem Oligozän, Miozän, Diluvium und dem Alluvium angehört und sehr verschiedenes Wasser führten.

Wenn das Flußbett mit Kies und Geröllschichten erfüllt ist, so bewegt sich in denselben ein Strom von Grundwasser talabwärts, der langsamer fließt wie das Wasser im Flusse. Beide Strömungen kommunizieren in der Weise miteinander, daß hier der Fluß Wasser abgibt, dort Zuflüsse aus dem Grundwasser empfängt.

Wie wasserreich diese Grundwasserströme in den Flußtälern sind, geht daraus hervor, daß aus ihnen viele große Städte ihren Bedarf an Trink- und Gebrauchswasser entnehmen.

Wenn im Sommer nach langer Trockenheit bei einem Wehr alles Wasser in einen Seitenkanal abgeleitet und das Flußbett unterhalb ganz trockengelegt wird, so fließt aus Kies und Geröllschichten gar bald so viel Grundwasser zu, daß der Fluß in geringer Entfernung unterhalb des Wehrs wieder zu fließen beginnt.

Wo dem Flusse von den Seiten oder aus dem Grunde viel Quellerwasser zuströmt, da steht der Grundwasserspiegel nahe am Ufer höher wie das Wasser im Flusse, es sind Quellen bemerkbar, und im Flußbette zeigt sich Triebsand. Der Trieb- oder Schwimmsand an Flüssen oder der Klüfte der See zeigt stets, daß dort bedeutende unterirdische Zuflüsse von Wasser stattfinden; dieselben sind auch an der verschiedenen Temperatur und Farbe des Wassers erkennbar.

Wenn der Fluß Wasser an das ihn umgebende Erdreich abgibt, so wird das Flußwasser filtriert, indem Ton und Schlamm von dem Kies und Sand zurückgehalten werden und das trübe Wasser sich vollständig klärt. Dadurch werden die offenen Räume zwischen den Steinchen und Sandkörnern mit der Zeit ausgefüllt, das Flußbett wird wasserdicht und das Flußwasser kann nicht mehr im Grunde versinken. Gar oft findet indessen eine Selbstreinigung der filtrierenden Sand- und Kieselichten statt, indem der Schlammniederlag von der Strömung weggespült und durch reingewaschene Kies- oder Sandmassen ersetzt wird; diese Selbstreinigung geschieht entweder fortwährend oder von Zeit zu Zeit.

Der **Diluvialsand des norddeutschen Flachlandes** enthält sehr bedeutende Ansammlungen von Grundwasser, namentlich in der Nähe der Flüsse und der Seen, und viele sehr wasserreiche Quellen. Es ist aber sehr schwer, eine richtige Anschauung von der Ausdehnung der unterirdischen Wasserbecken und der Strömungen des Grundwassers zu bekommen, weil beide von der Gestalt der Oberfläche der undurchlassenden Schichten

abhängig sind, welche dem Grundwasser zur Unterlage dienen. Die Lagerungsverhältnisse des norddeutschen Diluviums und Tertiär sind außerordentlich gestört, und nur durch systematische Messungen in besonders hierfür gebohrten oder in schon vorhandenen Trinkbrunnen kann man über die Bewegungsverhältnisse und Mächtigkeit des Grundwassers zur Klarheit kommen.

Die bekannnten Geologen Benschlag und Wahnschaffe schätzten die Menge des im Untergrunde der Umgebung von Berlin in einem Areal von etwa 4500 qkm befindlichen Grundwassers auf rund 6 cbkm, entsprechend einer durchschnittlichen Grundwasserhöhe von $\frac{4}{3}$ m, und Keilhack die Grundwassermenge im Oberrheintal auf einem doppelt so großen Gebiet auf 37 cbkm, die Grundwasserschicht also im Mittel auf 4 m Mächtigkeit.

Sehr wasserreiche Ausflüsse der Grundwasser, die zum Teil gleich an ihrem Ursprunge Mühlen treiben, finden wir unter andern in der Neumark in dem Thale zwischen Königswalde und Gleiß; in den Springen bei Warnitz im Kreise Königsberg; in der Glambek-Niederung bei Berneuchen, bei Eberswalde und bei Janikow unweit von Dramburg. Bekannt sind ferner die Luifenquelle auf dem Gesundbrunnen im Norden Berlins und eine mächtige Quelle im Buchautal, südlich von Ziesar, schon in der Provinz Sachsen. Die Quellen des Diluvialandes leiden oft an einem Mangel an absorbiertem Sauerstoff (s. S. 45) und dürfen deshalb nur mit Vorsicht zur Fischzucht benutzt werden. Teiche, welche mit solchem Quellwasser gespeist werden, sind oft nicht zum Überwintern von Fischen geeignet, weil diese ersticken, wenn die Teiche auch nur zum Teil mit Eis bedeckt werden.

Die **Gießen im Rheintal** unterhalb Basel sind Ausflüsse des unterirdischen Wasserstromes, welcher sich in den Flußgeschieben, die das breite Tal erfüllen, stromabwärts bewegt. Sie treten in einiger Entfernung von dem Strome als klare, sehr starke Quellbäche zutage und ergießen sich nach kurzem Laufe in den Rhein. Sie enthalten zum Teil ziemlich viele Aschen und einzelne Forellen. Bei Kolmar sind darin diese beiden Fischarten häufig.

Die **schwäbisch-bayerische Hochebene** zwischen den Alpen und der Donau ist von einer mächtigen Ablagerung diluvialer Gerölle bedeckt. Ihr Südrand an den Alpen ist nach Osten geneigt und bildet die größte Erhebung, ihr Nordrand an der Donau ist ebenfalls nach Osten geneigt und bildet die tiefste Einsenkung der Hochebene. Die Flußläufe sind deshalb zuerst von Süden nach Norden, dann von Südwesten nach Nordosten

gerichtet. Die Diluvialgerölle bestehen in der Nähe der Alpen fast nur aus Kalkstein, je weiter davon entfernt, um so mehr sind sie mit Urgesteinen gemischt; bei Regensburg und Passau finden sich hauptsächlich Quarzgerölle und spärlich Urgebirgsfelsarten.

Über den Geröllen findet sich Löß; er ist im Süden, nahe am Gebirge, wenig entwickelt, aber gegen Norden, bei Passau und Regensburg, sehr mächtig; Bayerns Kornammer verdankt ihm ihren unerschöpflichen Bodenreichtum. Die wasserdichte Unterlage der Geröllablagerungen ist der Fling (Schlier) der jüngeren Molasse. Es ist ein sandig-glimmeriger, tertiärer Mergel, welcher in den oberen Schichten der Süßwassermolasse die Hauptmasse bildet. Er wechselt mit Sand und Tegel und bildet die wasserhaltende Schicht, auf welcher die unterirdischen Gewässer sich sammeln und an günstigen Stellen als Quellen zutage treten. In den Einschnitten der Isar von München aufwärts sind diese Flingsschichten unter den hoch aufgeschütteten Diluvialgeröllen sichtbar. Auf ihnen tritt ein klares, frisches Quellwasser zutage, welches in München als Trinkwasser benutzt wird. Die Geröllschichten enthalten ein sehr ausgedehntes unterirdisches Wasser-Reservoir, dessen Mächtigkeit nach Ramann etwa der dreifachen jährlichen Regenmenge entsprechen mag, in dem die Meteorwasser und Bäche schnell versinken, so daß viele Gegenden, wie z. B. die südlich von München, an Wassermangel leiden. Nur da, wo alte Gletscher-Moränen oder Löß die Oberfläche bilden, oder wo die Täler bis zu dem wasserhaltenden Fling eingeschnitten sind, finden sich oberirdische Wasserläufe. In einem großen Teile der Hochebene tritt der Grundwasserspiegel zutage und bildet die Moose oder Rinde. Die meisten derselben sind mit Torf angefüllt; etwa der dritte Teil sind nicht torfhaltige Moorgründe. Auch das Tal der Mangfall, aus welchem die neuen Münchener Wasserwerke gespeist werden, ist tief in die Geröllschichten eingeschnitten, und an einzelnen Stellen sind die Flingsschichten entblößt. Das Tal erhält von den Seiten starke Zuflüsse von Grundwasser von der Hochebene; außerdem bewegen sich in den Geröllablagerungen des Haupttales und der Seitentäler mächtige unterirdische Ströme. An manchen Stellen versinkt das Wasser der Flüsse im Kies, an andern tritt es als starke Quellen wieder zutage. Die Schlierach, der Abfluß des Schliersees, versinkt in der Nähe von Wallenberg, und ihr Bett ist bei trockener Zeit unterhalb vollständig trocken. Erst bei hohem Wasserstande versinkt nicht alles Wasser, und dann ergießt sich ein Teil direkt in die Mangfall. Dafür treten von Reifach abwärts im Tal der Mangfall eine größere Anzahl mächtiger Quellen zutage. Auf dieser Strecke enthält die Mangfall Forellen und viele Äschen. Die Schlierach

ist namentlich in ihrem oberen Laufe ein ungewöhnlich gutes Forellenwasser; im unteren Laufe gibt es auch einzelne Äschen.

Die zufließenden Quellen haben nach den Beobachtungen von Herrn Schillinger auf die Temperatur des Mangfall-Wassers einen nur geringen Einfluß. Eisbildung kommt nur selten vor, sie zeigt sich in ganz kalten Wintern in ruhigen Buchten. Im Sommer erwärmt sich das Wasser bis 16,25 ° C, kühlt sich aber sehr schnell durch Regen ab. In der Mangfall ist das Wasser im Sommer wärmer wie in der Leitzach; in beiden Flüssen laichen die Forellen Anfang und Mitte November. Äschen gehen nie aus der Mangfall in die Leitzach hinein.

Zwischen der Roth und Iller gibt es viele sogenannte Brunnenwasser, welche ähnlich den Gießen am Rhein im Gerölle entspringen und reich an großen Forellen sind.

Die Mindel und ihr Zufluß, die Kamlach, haben im oberen Laufe, von den Quellen bis ungefähr 2 Stunden oberhalb von Krumbach, viel Quellwasser und zahlreiche schöne Forellen.

Die Quellbäche im Lechfelde zwischen Landsberg und Augsburg wie auch weiter unterhalb führen viele Forellen.

Der Verlorene Bach, welcher östlich vom Lech bei Epsenhäusen, nordöstlich von Landsberg, entspringt, treibt bald mehrere Mühlen, wird bei Weil ziemlich tief und versinkt etwa eine Stunde unterhalb. Er enthält viele sehr große Forellen.

Der Hachinger Bach entsteht etwa 15 km südlich von München bei Ober-Haching, verstärkt sich bei Taufkirchen durch bedeutende Quellen und versiegt unterhalb Perlach. Er ist ein wahres Muster eines guten Forellenwassers.

Anderere Quellbäche, die in der Nähe von München zur Isar fließen und sämtlich vorzügliche Forellengewässer sind, sind der Brauthaler Bach, Seebach, Goldbach, Mosach und die drei Bäche in der Gemeinde Ismaning. Sie haben zum Teil auch viele Äschen.

4. Unterirdischer Wasserlauf und Quellbäche im Kalkstein, Dolomit und Gips.

Diese Gesteinsarten sind im Wasser löslich; in 400 Teilen Wasser löst sich ein Teil Gips, und kohlenstoffhaltiges Wasser ist ein Lösungsmittel für kohlenstoffhaltigen Kalk. Durch die Auflösung dieser Gesteinsarten durch die eindringenden Gewässer werden die Spalten und Klüfte ununterbrochen erweitert, es entstehen Höhlen, welche das Erdinnere in

weiter Verzweigung durchsetzen, und die zuletzt einstürzen und Erdfälle bilden. Die Meteorwasser versinken schnell und füllen die unterirdischen Wasseransammlungen, welche oft in weiter Entfernung in mächtigen Quellen ausfließen. Der Lauf der Gewässer ist mehr oder weniger unterirdisch, so daß die Erosion in das Erdinnere verlegt ist. Der oberirdischen Tal bildenden tritt eine unterirdische Höhlen bildende Erosion gegenüber; wenn die Talbildung schnellere Fortschritte macht, so werden mit der Zeit die Höhlen trockengelegt; im entgegengesetzten Falle treten die Flüsse mehr und mehr in die Höhlen.

Die **Karstländer**. In Krain, Istrien, Kroatien, Dalmatien, einem Teil von Bosnien, der Herzegowina, Montenegro, Albanien und einzelnen Teilen von Griechenland finden sich ungeheure Massen von Kalkstein und Dolomit, welche dem Kohlenkalk, der Trias, Kreide und Tertiärformation angehören. Die Meteorwasser versinken dort schnell, die Spuren eines noch so starken Regens sind mit überraschender Geschwindigkeit verschwunden, und auf den Hochebenen herrscht Wassermangel.

Das Gestein ist zerklüftet und enthält in der Tiefe ein Netzwerk von Höhlen, die bis zur Höhe der benachbarten Täler mit Wasser gefüllt sind, und durch welche die Flüsse ihren unterirdischen Lauf nehmen. Durch Höhleneinstürze entstehen Erdfälle — dort Dolinen genannt —, welche sich auf den Hochebenen in unzählbarer Menge finden. Die meisten sind Trichter von geringem Durchmesser, manche sind aber auch 100 bis 150 m breit und tief. Die Sohle ist gewöhnlich mit Dammerde und Rasen überzogen und wird zum Futter- und Getreidebau benutzt. Manche Dolinen haben am Grunde Lehm, halten die Meteorwasser und bilden kleine Lachen, welche für die wasserarmen Dörfer eine Wohlthat sind. Manche Dolinen bilden Eingänge zu Höhlen oder zu einem unterirdischen Flusse; aus anderen bläst zwischen den Gesteinstrümmern im Sommer kalte und im Winter warme Luft. Wenn der Grottenraum im Verhältnis zu der einstürzenden Schuttmasse groß ist, so entstehen schachtförmige Öffnungen von der Erdoberfläche bis in die Höhle. Der Schuttkegel staut den Höhlenfluß an und wird mit der Zeit von diesem erodiert. Solche Schachthöhlen findet man oft auf verhältnismäßig kleinem Raume in großer Zahl; zu den am meisten besuchten gehören die Grotten und Höhlen von St. Canzian im österreichischen Küstenland.

Wenn die herabstürzenden Gesteinsmassen größer sind wie der darunter befindliche Höhlenraum, so wird letzterer vollständig geschlossen und dem Höhlenflusse der Weg versperrt, so daß er gezwungen ist, sich neue Bahnen

zu suchen; wenn er diese in einem tieferen Niveau findet, so werden die alten Wasserhöhlen trockengelegt.

Manche Höhlenschächte sind auch das Produkt der Erosion des hinabstürzenden Wassers. Dahin gehören die durch Meteorwasser zu Schlotten erweiterten Spalten und Klüfte, ferner die mit den Sauglöchern in den Kessel- und Flußtälern kommunizierenden, mehr oder weniger senkrechten, schachtförmigen Höhlen, die sogenannten Wasserfchlinger oder Katavothren.

Die Kesseltäler sind eine dem Karst eigentümliche Bildung; es sind blinde Täler, die ringsum von Bergen eingeschlossen sind und die nur unterirdischen Zu- und Abfluß haben. Der Boden ist mit Lehm, Humus und Gesteinschutt bedeckt. Bei Regenwetter und Schneeschmelzen versinkt auf den das Kesseltal umgebenden Hochebenen und Gebirgen das Wasser und erfüllt die Klüfte, senkrechten Spaltensysteme und Höhlen bis zu einem weit höheren Niveau wie in der trockenen Zeit. Die Spaltensysteme und Höhlen verbreiten sich auch bis unter die Sohle des Kesseltals und haben dort Öffnungen, welche Wasser verschlucken, wenn sie leer sind, dagegen ausspeien, wenn der Grundwasserspiegel über die Talsohle gestiegen ist; sie funktionieren daher einmal als Sauglöcher und ein anderes Mal als Speilöcher. Bei großem Wasserandrang vermögen die Abflußöffnungen den Zufluß nicht zu bewältigen, und das vorher trockene Kesseltal verwandelt sich in einen See. Diese Erscheinungen finden sich bei allen Kesseltälern des Karst; am bekanntesten ist der Zirknitzer See; er unterscheidet sich nur dadurch von den übrigen, daß die Überschwemmungen häufiger eintreten und langsamer verlaufen, so daß das Wasser dort seltener vom ganzen Talboden verschwindet.

Wir wollen die Karsterscheinung an dem Flußgebiete der Laibach näher erläutern.

5. Das Flußgebiet der Laibach.

Die **Poik** entspringt bei Parje, bewegt sich in ihrem oberirdischen Lauf in eocänem Sandstein, fließt in die Adelsberger Grotte und tritt aus der Kleinhäufeler Grotte oberhalb Planina wieder zutage. Sie ist von Hechten, Weißfischen und Krebsen bewohnt. Es scheint festzustehen, daß es in der Poik auch Male gibt; besonders an mehreren schlammigen Stellen wurden sie gefangen, so bei der Groß-Otofer Mühle. In der Adelsberger Grotte läßt sich die Poik ungefähr 760 m weit verfolgen, dann senken sich die Felsen bis auf das Wasser hinab.

Die Poik-Höhle (Piuka Jama) ist eine 70 m tiefe Doline, welche von senkrechten Felswänden umschlossen ist, und die einen Zugang zu

dem unterirdischen Laufe der Poik 2300 m nördlich von ihrem Einflusse in die Adelsberger Grotte gewährt.

Der dortige Fluß soll reich an Krebsen und vorzüglichem Weißfische sein, ein Beweis dafür, daß sich Fische und Krebse gern in Höhlenflüsse zurückziehen und dort förmlich ein Standquartier haben.

Bei der Ruine Kleinhäusel und den letzten Häusern von Ober-Planina verläßt die Poik das Erdinnere durch die Kleinhäuseler Grotte. Dieselbe ist in weiter Erstreckung zugänglich. Im Inneren findet man den unterirdischen Zusammenfluß zweier Höhlenflüsse, einen Wasserfall und viele Proteen. 1200 m unterhalb des Höhlenausganges vereinigt sich die Poik mit dem Mühltalbach und heißt von dort ab Unz.

Der **Oberchbach** windet sich in zahlreichen Serpentinien durch das Schneeberger Tal bei Laas; er entsteht aus zwei, Oberch genannten Bächen, die, von Schneeberg und Werneck kommend, sich bei Pudob zum Großen Oberch vereinigen. Der Große Oberch wird in trockenen Sommern bis auf einige Tümpel, die immer Wasser behalten, ganz trocken. Das Sammelgebiet ist sehr groß, in der Babensfelder Ebene, dem Schneeberger Walde und dem Raguna=Gora=Gebirge, wo die Meteorwasser in zahlreichen Trichtern versinken. Nachdem der Bach den undurchlassenden Boden verlassen, betritt er das Terrain der Sauglöcher, die nicht über 0,1 m groß sind und nicht selten durch Steine und Schuttmassen verstopft werden. Zuletzt verschwindet das Wasser ganz bei Dane. Bei plötzlichem Tauwetter oder anhaltendem Regen füllen sich rasch die unterirdischen Räume der benachbarten Berge und entleeren sich in das Tal, das sich dann oft in einen See verwandelt, der mitunter Häuser und Bäume bedeckt. Zahlreich sind die Stellen, wo das Hochwasser am Fuße der Gebirge hervorbricht, die Hauptausmündungen sind die Jama genannte Felsenkluft bei dem Städtchen Laas, die Quellen der beiden Oberchbäche, ferner eine Quelle bei dem Schlosse Schneeberg, hinter der aus Spalten das Gewässer mit Gewalt hervorbricht und über Felsblöcke herabrauscht. Hat der so entstandene See eine gewisse Höhe erreicht, so finden sich fernere Abflüsse, unter denen die Golombina (Taubenhöhle) bei Dane die bedeutendste ist, die sich 6 m über den Sauglöchern öffnet und in welcher sich das Wasser mit donnerähnlichem Getöse in Felsenschlünde stürzt. Der unterirdische Lauf des Baches ist 400 m lang und hat bis zum Zirknitzer See 15 m Gefälle.

Die Oberchbäche haben im Oberlauf schöne Forellen, in der tieferen Lage Hechte und Weißfische. Hier ist auch der alte Krebsbestand noch

erhalten, während er im Zirknitzer See und seinen offenen Zuflüssen im Jahre 1909 zugrunde gegangen ist. Im Gebiete der Laibach trat die Krebsseuche bereits im Jahre 1882 auf.

Aus dem Zirknitzer See wurden Schleie eingeführt, sie finden sich in geringer Menge an einer sumpfigen Stelle am Zusammenfluß des Großen und Kleinen Oberchbaches. Der Forstmeister Herr Obereigner in Schneeberg hat eine Fischbrutanstalt eingerichtet und mit bestem Erfolg einen Quellteich bei Schloß Schneeberg und die beiden Bäche mit Forellen besetzt, die vortrefflich gedeihen.

Der Zirknitzer See. In der Oblaker Hochebene schleicht ein kleiner Bach in mäandrischen Windungen eine Stunde weit dahin und versinkt dann im Gerölle, um unterirdisch dem Zirknitzer See zuzufließen. Er enthält kleine Weißfische, Elritzen und Krebse.

Der Zirknitzer See hat eine vom Wasser bedeckbare Fläche von 26,38 qkm, eine Länge von 10,5 km und ist bis 4,15 km breit. Er wird gespeist durch das Wasser des Oberchbaches, welches bei Oberseedorf wieder erscheint, Seebach heißt und in der Mitte des Beckens in einer Gruppe von Sauglöchern versinkt; — ferner vom Zirknitzbache, der in der Mitte des Beckens versinkt; — endlich von den Quellen, welche bei der Ruine Stegberg entspringen und Mühlen treiben, und die wahrscheinlich mit dem unterirdischen Flusse der Kreuzberg-Höhle bei Laas zusammenhängen. Der Stegberger Bach enthält einige schöne Forellen, er tritt mit $8\frac{3}{4}^{\circ}$ C Temperatur aus der Erde. Die Sauglöcher verwandeln sich bei Hochwasser in Speilöcher, aus denen Wasser emporquillt. Bei anhaltendem Regenwetter stürzen aus mehreren Schlünden am Fuße des Javornik-Berges Wassermassen hervor, welche den See in drei bis fünf Tagen vollständig füllen. Früher muß der See, nach v. Steinberg, nicht so hoch geworden sein, denn Anfang des vorigen Jahrhunderts lagen im Seebecken an vielen Stellen große, mit Moos bedeckte Eichen. Wahrscheinlich sind Abzüge durch Einsturz und Einschwemmen von Holz und dergleichen verstopft worden. Im Jahre 1757 fand v. Steinberg, daß die Höhle, welche 1715 den Hauptabfluß bewirkt hatte, durch eine große Masse eingeschwemmter Blöcke, Brettholz, Moos, Rohr und vielen Unrat verstopft war und daß sich neue Abzüge geöffnet hatten.

Am Nordende sind an einer steilen Felsenwand 2 m über dem Seeboden drei große Öffnungen im Felsen, in welche das Wasser fließt, wenn es so hoch gestiegen ist. Wenn der See gefüllt ist, so sinkt das Wasser in der Regel in den drei heißen Monaten allmählich und fließt dann, dem Auge wahrnehmbar, rasch durch die Sauglöcher in ungefähr vierzehn Tagen ab.

Gewöhnlich findet der Abfluß jährlich statt, es kommen aber auch drei bis vier Abflüsse in einem Jahre vor oder es ereignet sich, daß erst nach drei Jahren die Entleerung des Beckens eintritt. Vom Ursprung des Seebaches bei Oberseedorf ab finden sich häufig schöne, bis 3 Pfund schwere Quappen, Hechte, Weißfische und Mühlkoppfen. Im See selbst sind Quappen selten, häufig Schleie; Forellen nur sporadisch. In guten Jahren werden beim Ablauf mehrere 1000 Zentner Fische gefangen, namentlich wenn der See mehrere Jahre nicht abgelassen ist. Nach völligem Ablauf des Wassers begeben sich die Fischer mit Fackeln unter die Erde, um die zwischen den Klippen liegen gebliebenen Fische aufzulesen. Viele Fische gehen mit dem Wasser in die Höhlengewässer, um beim Anschwellen wieder im See zu erscheinen; sie vermehren sich auch unterirdisch, wenn der See zur Laichzeit nicht bespannt ist.

Einen Zirknitzer See im Kleinen besitzt übrigens auch Deutschland in dem Eichener See bei Schoppsheim im südlichen Baden.

Der Hauptabfluß des Zirknitzer Sees verliert sich durch die Karlouza, fließt 2400 m mit 15 m Gefälle unterirdisch und erscheint als **Rak-Bach** in einem 2000 m langen blinden Tal, um bei der Felsenbrücke von St. Kanzian wieder zu verschwinden. Der unterirdische Lauf hat durch Einstürze an mehreren Stellen Öffnungen bis zu Tage, darunter einen Abgrund von 41 m Tiefe, 76 m Länge und 12 m Breite. Der Bach, welcher ein gutes Fischwasser ist, wenn er genügend Wasser führt, enthält Hechte, Barben und Weißfische; Krebse sind seit dem Jahre 1908 ausgestorben.

Der Rakfluß tritt nach einem unterirdischen Laufe von 3400 m und 50 m Gefälle als Mühlalbach bei Planina in 31 mächtigen Quellen wieder zutage, fließt nach kurzem Laufe mit der Poik zusammen und bildet die **Unz**. Bei anhaltendem Regenwetter und hohem Stande des Zirknitzer Sees brechen noch an mehreren Stellen aus der östlichen Wand des Planinatalen Gewässer hervor, von denen das bedeutendste der Skratouka-Höhle bei Schloß Haasberg entspringt. Die Unz fließt in großen Serpentinien bis zu der Felsenwand, welche das Planinatal im Norden abschließt, und verschwindet durch sehr zahlreiche im Flußbette vorhandene Sauglöcher. Auf der Wiese befinden sich allenthalben trichterförmige Vertiefungen, in welchen das Wasser bei Überschwemmungen allmählich versinkt. An einigen Stellen sind tiefe Sauglöcher zur Anlage kleiner Sägemühlen benutzt. Ein periodischer Zufluß der Unz ist die Hodenka, welche im Gebirge nördlich von Hotederschiß entspringt und bei diesem Orte versinkt. Bei Hochwasser sendet sie unterirdisch einen Arm in das

Tal von Planina, welcher dann aus zahlreichen Löchern bei Gartschareuz am Nordwest-Ende des Tales hervorbricht.

Kleine Überschwemmungen treten alljährlich ein; etwa in zehn Jahren einmal steigt das Wasser 8 bis 12 m hoch und braucht dann zum Abfluß mehrere Monate. Eine halbe Stunde unterhalb von Jakobowitz verschwindet an einer Felswand der letzte Rest der Unz in einem Saugloche. 3 m über dem Flußbette öffnet sich an derselben Felswand die Fortunats-Höhle, und 4,7 m über dem Flusse ist die Mündung einer noch größeren Höhle.

Der See, welcher das Tal bei Überschwemmungen erfüllt, erreicht eine Höhe von 5,5 bis 12 m. Gewöhnlich kommt das Wasser im Oktober und bleibt zwei bis sechs Wochen, bisweilen aber auch bis zum Februar. Eine mäßige, nicht zu lange anhaltende Überschwemmung veranlaßt später eine ergiebige Heuernte, bei langer Dauer aber verursacht sie großen Schaden.

Die Unz ist wegen ihres Fischreichtums weit bekannt. In den oberen zwei Dritteln ihres Laufes hat sie sehr schöne, bis 14 Pfund schwere Forellen; Quappen sind sehr häufig, im ganzen Flußlaufe gibt es Hechte, Weißfische. Die Krebse sind seit 1908 ganz verschwunden. Eingefetzt wurden auch Jährlinge von Regenbogenforellen und Bachsaiblingen, einige Jahre hindurch auch deren Brut. Versuche, Karpfen, Schleie und Äschen einzuführen, hatten keinen Erfolg.

Der **Loitschbach** (Logatcica) entsteht aus der Vereinigung des Schwarzbaches mit dem Raibache und verschwindet bei Unter-Loitsch in dem Saugloche Jacka. Er ist im Sommer wasserarm; im Oberlaufe sind Forellen und Barben; dieselben sind im Unterlaufe selten, dort sind Weißfische, Schleie und Gründlinge vorherrschend; es gibt ferner große, wohlschmeckende Krebse, auch wurde Regenbogenforellenbrut eingefetzt. Das Wasser tritt nach langem unterirdischen Laufe bei Ober-Laibach in den Quellen der Laibach wieder zutage.

Die **Laibach** entspringt als fertiger, schiffbarer Fluß aus elf nahe beieinander gelegenen Kiesenquellen, von denen bei weitem die größten die große und kleine Laibach-Quelle sowie die Mociwnik-Quelle sind (siehe Abbildung 1). Der unterirdische Lauf der Unz ist bis dorthin 8200 m lang mit 50 m Gefälle. Die Lubia entspringt in einem höheren Horizont als die anderen Quellen in der Nähe der großen Laibach-Quelle und ergießt sich bald darauf in die Laibach. Die Bištra entspringt aus mehreren, nahe beieinander liegenden starken Quellen, die sofort Mühlen treiben, sich zu einem Flusse vereinigen und nach kurzem Laufe in die Laibach ergießen;

sie führt bei Hochwasser sehr reichlich Schlamm, bleibt aber klar, wenn die Unz schmutzig ist. Wahrscheinlich steht sie mit den Gewässern des Zirknitzer Sees und des Adelsberger Beckens in keinem Zusammenhang. Die Fischerei war früher sehr ergiebig, leidet aber zurzeit durch die Regulierung des Flusses, der in der Stadt Laibach etwas über 2 m tiefer gelegt wird. An den Quellen sind Forellen, Mühlkoppfen, Schmerlen, Elritzen, aber leider

seit 1882 keine Krebse mehr. In einer Doline, nahe bei der Quelle, in der Wasser auszutreten pflegt, fing der Ingenieur Putik Forellen von auffallend dunkler Farbe. Unterhalb der Quellen enthält die Laibach verschiedene Weißfischarten, Barben, Hechte, Schleie, Huchen, Äschen, Neunaugen; Huchen werden bis 36 Pfund schwer, auch gibt es sehr schöne große

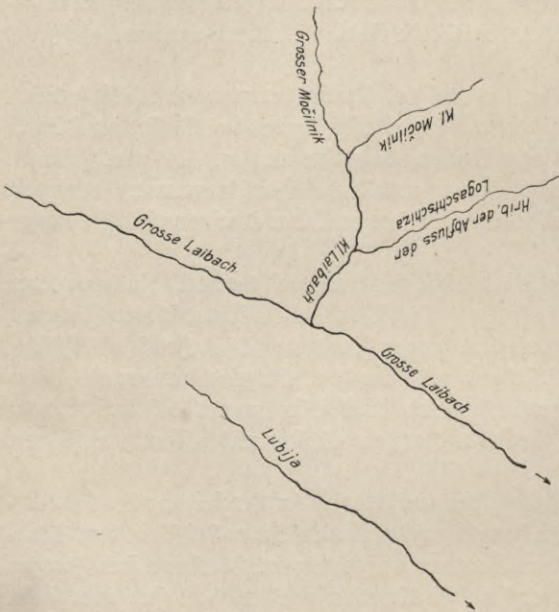


Abbildung 1.
System des Laibachursprungs.

Krebse. Von dem Besatz mit Nalmontée sind von Laibacher Fischern im ganzen etwa 30 große Male aufgebracht worden.

Nach Putik befinden sich die Zuflüsse der Laibach in folgenden Höhen über dem Meeresspiegel:

die Poik bei Adelsberg	520 m,
der Zirknitzer See	550 "
die Unz im Planina-Tal	450 "
die Laibach bei Ober-Laibach	300 "

Über die Höhlengewässer des Krainer Karst teilt Schmid folgende Temperatur-Beobachtungen mit:

		Temperatur nach Celsius:	
		Luft:	Wasser:
1850:			
14.—15. Septbr.	Markt in Adelsberg	17,5—18,8	
	in der Adelsberger Grotte	8,8—9	
16. Septbr.	Margareten-Grotte bei Adelsberg, am Eingange	13,8	
	in der Grotte am Wasser	7	6,5
11. Septbr.	Poikfluß, vor der Adelsberger Grotte	13,9	14,1
24. August bis 9. Septbr.	Planina-Höhle. Östlicher Zufluß in der Grotte	10,8—11,8	8,8—9,8
22. August bis 24. Septbr.	Planina-Höhle. Westlicher Zufluß in der Grotte	10,8—14,4	10,5—14,3
16. August bis 13. Septbr.	Planina-Höhle. Poikfluß in der Grotte	9,8—15,5	10,9—13,5
9.—11. Septbr.	" Teich vor der Grotte	9,8—22,5	10,9—14,3
14. Septbr.	Poik im Planinatal vor dem Zu- sammenfluß mit dem Mühlthalbache	20,4	15,5
14. Septbr.	Mühlthalbach daselbst vor dem Zu- sammenfluß mit der Poik	20,4	16,3
13.—31. August	Obresaquelle im Mühlthal bei Planina	10,3—21	11,3—16,3
18.—27. August	Skozier Quellsbrunnen daselbst . . .	15,6—20,8	10,8—11
27. August	Skratouka-Quelle bei Haasberg, Planina	12,5	11
22. Septbr.	Quelle der Laibach bei Ober-Laibach	16,8	12,9
23. Septbr.	" " Bistritza bei Freudental .	17,5	12,9
14. Septbr.	Rakbach am Felsenbogen von St. Kanzian, vor einem Gewitter . . .		20
März 1851	Recca nahe am Einfluß, in der Höhle gemessen		0,75
August 1842	Recca in der Trebißch-Grotte vor dem Eingange der Grotte	30,0	
	in der Grotte am Wasserspiegel . . .	15	10
Herbst 1853	in der Kreuzberghöhle bei Paas, Höhlenfluß	8,8	8,8

Aus den vorstehenden Beobachtungen geht hervor, daß die Temperatur der äußeren Luft einen bedeutenden Einfluß ausübt auf die Temperatur der Höhlenflüsse und der Luft in den von Flüssen durchströmten Grotten des Karst in Krain.

6. Der Kohlenkalf von Mähren.

Das Kalksteinplateau zwischen Sloup, Holstein und Ostrow nördlich von Brünn ist voller Höhlen und Einsturztrichter, und die Tagewasser versinken durch Schlotte und Klüfte bis in die Höhlen.

Bei Sloup vereinigen sich zwei Gebirgsbäche, Zdarna und Luha, fließen etwa 420 m oberirdisch und verlieren sich dann in den Slouper Höhlen durch Spalten und Sauglöcher. Bei Holstein stürzt sich ein ziemlich bedeutender Bach, Bilia genannt, in einen Wasserfchlund der Höhle Rafova. Bei Ostrow ist ein unterirdischer See in der Kaisergrotte, dessen Gewässer 77 m tief hinabfließen, bevor sie das unterirdische Bachbett erreichen. Alle diese Gewässer vereinigen sich unter der Erdoberfläche und fließen zu einem gewaltigen Felschlunde, der eine Art Fenster bildet, 174 m lang, 75 m breit und 136 m tief, von senkrechten Felswänden umschlossen ist und Macocha genannt wird. Im Grunde befinden sich zwei durch einen lebendigen, rauschenden Bach verbundene Teiche, deren Wasser kristallklar und bis 6 m tief ist. Bei Hochwasser steigt der Wasserspiegel bisweilen bis 35 m. Am Grunde öffnen sich mehrere horizontale Höhlen.

Alle diese Gewässer kommen zuletzt als Punkvabach am Fuße des Kalksteinplateaus mit einer Temperatur von 6 bis 7° C zutage, durchfließen ein groteskes Tal und münden in die Zvittawa. Im unteren Laufe wird das Wasser im Sommer nie wärmer als 17,5° C.

Nach E. Weeger ist die Punkva ein herrlicher Forellenbach. Die Forellen kamen früher bis 9 Pfund schwer vor, haben dunkelrosa Fleisch und sind sehr wohlschmeckend. Noch heute sind 2 bis 3 Pfund schwere Forellen keine Seltenheit. Die Fischerei gehört dem Fürsten Salm-Reischerseid und wird pfleglich behandelt.

Interessant ist es, daß in der Macocha sowohl Forellen wie auch Mühlkoppfen vorkommen, die also weit in die Höhlengewässer vordringen müssen.

Neben Forellen sind in der Punkva sehr häufig Elritzen, Mühlkoppfen, weniger häufig Schmerlen und Steinbeißer; in der Nähe der Mündung treten Döbeln, Ukelei, Gründlinge, Barben usw. hinzu.

7. Das europäische Jura-Gebirge.

Das europäische Jura-Gebirge erstreckt sich als Schweizer, Schwäbischer und Fränkischer Jura bis zum Fichtelgebirge. Es wird hauptsächlich durch Kalkstein und Dolomitsfelsen gebildet, die überall das Phänomen des unterirdischen Wasserlaufes und der Höhlenbildungen zeigen.

1. Der Schweizer Jura besteht aus mächtigen Komplexen leicht durchlassenden klüftigen Kalksteins und stark tonigen, wasserhaltenden Schichtengruppen. Die Kalksteinzüge, welche oft die höchsten Ketten bilden, sind gewaltige Wasseransammler, aus denen überall in den tiefen Tälern,

namentlich den Quertälern, große Quellen erster Ordnung hervortreten, z. B. die mächtige Noiraigue im Travers, die der unterirdische Abfluß des weiten Hochtales von les Ponts ist.

Die Reusequelle bei St. Sulpice ist der Abfluß des Hochtales von les Borrières; sie ist durch Moorwasser braun gefärbt und ist ein ausgezeichnetes, an schönen großen Forellen reiches Fischwasser. Die Quelle der Orbe bei Ballorbe ist der Abfluß des Balée de Jour, dessen Wasser im kleinen Brenet-See in tiefen Erdspalten versinken und in $\frac{3}{4}$ Stunden Entfernung 213 m tiefer wieder hell und klar aus einer Felswand hervortreten. Die Orbe ist ein ganz vorzügliches, sehr nahrhaftes Fischwasser und enthält viele Forellen mit gelbem Fleische.

Die Serrière, der Abfluß des Val de Ruz, treibt die Suchardische Fabrik.

Die meisten dieser gewaltigen Quellen sind wahre unterirdische Bäche. Manche der torfigen, mit Dörfern besetzten jurassischen Hochtäler haben keinen oberirdischen Abfluß; ihre Abwässer versinken stark verunreinigt in zahlreichen Trichtern und in den Klüften des Kalksteins. Man hat stellenweise Mühlräder und Turbinen in diese „Entomnoirs“ gesetzt. Sie stehen mit den unten ausbrechenden Quellen im Zusammenhange.

Die Quellflüsse sind in der Regel sehr gut für Forellen geeignet.

2. Der **Schwäbische Jura** heißt das Gebirge von Schaffhausen bis zum Ries bei Nördlingen; es wird von der Donau durchbrochen. Zwischen Immendingen und Möhringen sind in dem Kalkstein des Weißen Jura zahlreiche Spalten und Klüfte, in denen ein großer Teil des Donauwassers versinkt. In den letzten Jahren war regelmäßig jeden Sommer Monate hindurch das Flußbett auf mehreren Stellen vollkommen trocken. Im Herbst 1877 stellte Professor Knop im Auftrage der badischen Regierung Versuche an, wodurch festgestellt wurde, daß das versunkene Wasser in 12 km Entfernung 170 m tiefer als Nachquelle bei dem Städtchen Nach wieder erscheint und die Nach bildet, welche westlich von Radolfszell in den Bodensee fließt. Dieselbe ist ein ausgezeichnetes Forellenwasser und enthält viele bis 4 Pfund schwere Forellen. Im unteren Laufe treten Barben und einzelne Äschen hinzu. Dafür finden sich in der Donau in den Tümpeln nahe der Einbruchsstelle Hunderte von Fischleichen, welche die Luft auf eine große Entfernung verpesten.

Der Schwäbische Jura oder die Rauche Alb ist ein öder und unfruchtbarer Bergrücken, der aus vielfach zerklüftetem Kalkstein und Dolomit von 150 bis 200 m Mächtigkeit besteht, unter dem sich wasserundurchlassende tonige Schichten befinden. Die kahle Hochfläche hat nur

eine dünne Ackerkrume und leidet an Wassermangel. Die Meteorwasser verlaufen sich alsbald in Spalten und Erdfällen, die zu Höhlen führen, und treten erst am Fuße der Alb zutage, am Nordrande meist in raschen, lebendigen Quellen, am Südabhange in großen, felsumkränzten Töpfen. Es sind über 70 größere und mehr wie 100 kleinere Höhlen bekannt; viele enthalten Wasserbecken oder sind von Höhlenflüssen durchströmt. Die Oberfläche der Hochebene ist von einer zahllosen Menge von Erdfällen und Trichtern bedeckt, in welche sich bei Regenwetter und Schneeschmelzen das laufende Wasser schnell verliert. Es sind kreisrunde, in der Regel 5 bis 12 m tiefe Löcher, bald mit grünem Rasen ausgekleidet, bald die Felsen zeigend, zwischen welchen das Wasser verschwindet. Deshalb fehlen auf der Alb laufende Brunnen und Bäche, und die Bewohner mußten ihren Wasserbedarf aus Zisternen und Hülen (Pfühlen) beziehen, bis durch die 1899 vollendete, so wohlthätige Albwasserversorgung dem größten Teil der Alb aus den Talquellen das herrlichste Wasser durch Druckwerke zugeführt wurde.

In stärkstem Gegensatz zu dem Plateau stehen die Täler der Alb; während dort Wassermangel herrscht, finden wir hier außerordentlich starke Quellen, welche den geräumigen unterirdischen Wasseransammlungen entströmen. Wenn sich bei nassem Wetter die Zuflüsse vermehren, so steigt der Grundwasserpiegel, und es fangen eine Menge Quellen — die sogenannten Hunger-Brunnen — an zu laufen, die bei trockenem Wetter versiegen. Eine andere Eigentümlichkeit der Alb sind die Trockentäler, welche nur bei Schneeschmelzen oder starkem Regen von Wasser durchflossen sind. Die Täler enthalten reich bewässerte Wiesen, schöne Gärten und Wälder und klare, wasserreiche Bäche, die teils zum Rhein, teils zur Donau fließen und größtenteils ganz vorzüglich für Forellen, zum Teil auch für Äschen gut geeignet sind. Ich führe einige Bäche als Beispiele hier an.

Die Lenninger Lauter entströmt bei Gutenberg der Höhle Goldloch mit großer Gewalt und mündet in den Neckar. Sie ist ein sehr guter Forellenbach, aber durch eine Papierfabrik verunreinigt.

Die Fils, ein Zufluß des Neckar, entspringt eine Stunde oberhalb Wiesensteig in einem Quellsessel und enthält im oberen Laufe sehr viele Forellen.

Die Lauter entspringt südlich von Urach im alten Klostergarten in einem merkwürdigen Felsenbecken am Fuße des Sternberges in einer starken Quelle mit blauem Wasser und fließt zur Donau. Sie ist ein vorzügliches Forellenwasser.

Die Schmich mündet unterhalb Ehingen in die Donau und entspringt in einer mächtigen Quelle bei Gutershofen. Sie ist ein starker Bach und enthält sehr viele Forellen.

Die Blau entquillt mit einer durchschnittlichen Wassermenge von 600 Sekundenlitern dem von mächtigen Eschen und Ahornbäumen überschatteten, 20 m tiefen, 900 qm großen Blautopf, dessen Wasser himmelblau und sehr klar ist. Der Fluß windet sich zwischen hochragenden Klippen des Weißen Jura durch saftige Wiesengründe der Donau zu. Das Wasser hat an der Quelle eine konstante Temperatur von 10 ° C, aber schon 1 km davon entfernt gefriert es im Winter. Die Blau ist ein ausgezeichnetes Fischwasser und reich an großen Forellen. In der Nähe der Quelle gibt es nur Forellen und Mühlkoppfen, erst weiter unterhalb kommen Elrißen und von Arneck abwärts Äschen und Döbeln vor. Die Forellen laichen im Gebiete des Quellwassers von Januar bis März, weiter unterhalb früher, bei Ulm im November und Dezember.

Die Schelkinger Ach fließt in die Blau und entspringt bei dem Kloster Ursprung in drei sehr wasserreichen Quellen, sie ist ein ganz vorzügliches Forellenwasser.

Die Herrlinger Lauter, ein anderer Zufluß der Blau, entspringt in einem merkwürdigen Quelltopfe und ist sehr reich an Forellen.

Die Nau entspringt bei Langenau aus dem Löffel- und Weiherbrunnen und mündet bei Rüdheim in die Donau; sie enthält viel Forellen und unten auch viele Äschen. Im oberen Laufe gibt es nur Forellen und Mühlkoppfen, Elrißen und Äschen kommen erst unterhalb der Quellwasserzone vor.

Die Brenz entspringt aus dem Königsbrunnen als fertiger Fluß und treibt sofort ein Hammerwerk. Im oberen Laufe, auf 5 Stunden Länge, enthält sie nur Forellen und ist ein sehr gutes Fischwasser bis Heidenheim, von wo an sie industriell verunreinigt ist. Ihr Zufluß, die Lone, entspringt bei Ursprung, versiegt unterhalb Breiting und erscheint nach 5 Stunden Entfernung bei Lonthal wieder in mehreren Quellen. Nur in wasserreicher Zeit ist das ganze Tal ununterbrochen bewässert.

3. Der **fränkische Jura** hat im allgemeinen denselben Charakter wie der schwäbische, er erstreckt sich im Süden bis zur Donau und im Norden bis zur Jz, südlich von Coburg. Es sind zahlreiche und tiefe Täler vorhanden, von denen die der Wörnitz, Altmühl, Schwarzach und Sulz Durchbruchstäler sind.

Die Altmühl nimmt im Jura-Kalkstein folgende Zuflüsse auf, die viel Quellwasser enthalten und sehr gute Forellengewässer sind: Rohrach,

Möhrenbach, Mornsheimer Bach, Unlauter, Schwarzbach, den Weißen Laber und den Schambach, welcher ihr bei Niedenburg rechts zusießt.

Die Pegnitz durchströmt den Jura in zahlreichen Krümmungen in einem tiefen Felsental, wird durch viele sehr wasserreiche Quellen verstärkt und ist reich an Forellen und Äschen.

Die Wiesent fließt mit außerordentlich starken Krümmungen in einem höhlenreichen, anmutigen Tale nach Forchheim, wo sie sich in die Pegnitz ergießt. Sie enthält sehr viel Quellwasser, hat schöne Tümpel von 9 bis 12 m Tiefe und viele Wasserpflanzen. Sie und ihre Zuflüsse sind ein wahres Eldorado für große Forellen und Äschen.

8. Die Haar oder der Haarstrang

bildet den Übergang von dem rheinischen Schiefergebirge zu dem Kreidebecken von Münster; sie senkt sich gegen Norden langsam zu der sehr fruchtbaren Ebene herab, welche der Hellweg genannt wird und zu welcher die Soester Börde gehört. Ihre nördliche Abdachung besteht aus Plänerfalk, der durch trockene Flußbetten und unterirdische Wasserläufe ausgezeichnet ist. Die wasserdichte Unterlage ist das rheinische Schiefergebirge, bis zu welcher die Flußtäler im Osten eingeschnitten sind.

Die Befe entspringt im Teutoburger Walde oberhalb Altenbeken, sie geht im Winter oberhalb von Neuhaus in die Lippe, im Sommer versinkt sie bei Neuenbeken. Sie ist mäßig mit Forellen besetzt.

Die Alme, welche bei Neuhaus in die Lippe fließt, und ihre Zuflüsse Ellerbach, Altenau, Sauer, Astebach versinken mehr oder weniger. Die Alme enthält überall Forellen und ist im Kreise Büren ziemlich gut damit besetzt; die Fische sind aber im allgemeinen nur klein, erst nahe der Mündung ist sie reich an außerordentlich großen Forellen, und von oberhalb Büren bis zur Mündung hat sie auch Äschen und Döbel.

Die Meteorwasser versinken auf der Haar im Pläner, so daß die Ortschaften an Wassermangel leiden, wogegen der Kalkstein in seinem Innern gewaltige Wasseransammlungen enthält, welche am Fuße des Bergrückens in mächtigen Quellen, die zum Teil salzhaltig sind, ausfließen.

Ein Teil dieser Quellflüsse ist sehr reich an sehr großen Forellen und Äschen, namentlich die Lippe von Neuhaus abwärts, die Pader, welche in Paderborn aus vielen Quellen entsteht, die Herder bei Salzkotten und die Gießler bei Westernkotten.

Weiter nach Westen finden sich viele ähnliche, mächtige Quellen; ein Teil versiegt im Sommer; folgende sind so wasserreich, daß sie Mühlen

treiben: Der Gesecke-Bach, die Schlee bei Störmede, die Poppelsche bei Eifeloh, der Gudenbach bei Anröchte, der Mellrich-Klwe-Böllinghausener Bach, die Wiemecke bei Alten-Gesecke, der Schladenbach von Lohne (entspringt in einem sogenannten Kolk), der Saffendorf-Rosenögger Bach mit Kolk, der Soesterbach mit dem Kolk und Großen Teich, der Paradies-Schweterbach, der Mawickerbach, der Ufelnbach, der Werlerbach und der Buderichbach. Alle diese Quellsbäche haben einen tonigen und schlammigen Grund, fließen langsam, sind fischarm und enthalten in der Nähe der Quellen nur große Stichlinge; weiter von den Quellen, wo das Wasser im Sommer wärmer wird, finden sich Quappen, Barsche, Weißfische, Hechte und selten Aale und Krebse. Hier und da kommt auch ein Karpfen oder eine Karausche vor, die aus den zahlreichen dort vorhandenen kleinen Fischteichen entwichen sind.

9. Die Kalkalpen.

In den **Kalkalpen** der Schweiz, Süddeutschlands und Österreichs finden wir ähnliche Erscheinungen wie in den Karstländern und im Jura; auf den Höhen sind zahlreiche, oft große Sammeltrichter und in den Tälern starke Quellen; ferner versinkende und aus dem Erdinnern hervortretende Flüsse.

von dem Borne führt folgendes Beispiel an: Der Zauchbach fließt bei Waidhofen in die Obbs, einen Zufluß der Donau. Der Bach entspringt in sehr starken Quellen der Kalkalpen, treibt auf 8 km Länge 23 Triebwerke und war früher sehr reich an Forellen vorzüglicher Qualität, Fische von 2 bis 3 Pfund waren häufig, und vereinzelt wurden sie 4 Pfund schwer gefangen. Die Forellen suchen zum Laichen die nächsten Plätze und gehen nur dann weiter stromauf, wenn sie gestört werden. Die Laichzeit ist in der Nähe der Quelle selten im Dezember, häufig im Januar, vereinzelt bis Ende Februar — im Mittellauf im November und Dezember — in der Nähe der Mündung im Oktober und November (Anton Bromelstetter).

10. Die Zechsteine.

Die **Zechsteinformation**, welche den Harz im Osten, Süden und Westen umschließt, besteht in der unteren Abteilung aus dem Zechstein-Konglomerat von 0,2 bis 2 m Mächtigkeit, dem 0,2 m mächtigen Kupferschiefersflöz (einem bituminösen kupfererzhaltigen Mergelschiefer) und dem Zechstein (einem 2 bis 10 m mächtigen reinen Kalkstein). Diese Ab-

teilung bildet die im wesentlichen undurchlässige Unterlage der zwei oberen Abteilungen, die in der Tiefe des Erdinnern, wo sie dem Wasser unzugänglich sind, aus mächtigen Bänken von Stein Salz und Anhydrit bestehen. Letzterer ist wasserfreier, schwefelsaurer Kalk, der sich bei Zutritt von Wasser zunächst unter starkem Anschwellen und Aufblähen in Gips verwandelt, indem er 21 % Wasser aufnimmt und dabei sein Volumen um mehr wie die Hälfte vergrößert. Der Gips ist in der 400fachen Gewichtsmenge Wasser löslich und wird vom fließenden Wasser fortgeführt; dasselbe gilt vom Stein Salz, welches in der Nähe der Oberfläche längst verschwunden ist und nur noch in größerer Tiefe gefunden wird. Durch diesen stets weiter fortschreitenden Auslaugungsprozeß haben sich in dem Gips geräumige Höhlenzüge gebildet, welche im Mansfeldischen Schloten genannt werden und am Ostrande des Harzes durch den Kupferschiefer-Bergbau gar oft aufgeschlossen und genauer bekannt geworden sind. Die Schloten bilden weit verzweigte, zusammenhängende Labyrinth von 3 bis 6 m Weite und 4 bis 12 m Höhe; es gibt aber auch Hallen von 25 bis 40 m Höhe; sie folgen im allgemeinen der Neigung des darunter gelagerten Kupferschieferflözes in die Tiefe.

Am ganzen **Südbrande des Harzes** finden wir im Bereich des Gipses dieselbe Erscheinung; es gibt dort viele Höhlen, z. B. im Ankenberge bei Groß-Leiningen, das Heckerloch und die Eishöhle bei Questenberg und Wickerode, das Ziegenloch mit versinkendem Wasser bei Ilfeld, das Försterloch, das Steigerloch, die Zwerglöcher und das Weingartenloch bei Walfenried, die Zettenhöhle bei Osterode, die Einhornhöhle bei Scharzfeld usw.

Ferner finden wir in weiter Verbreitung Erdfälle, auch noch in dem weiter südlich dem Zechstein aufgelagerten Buntsandstein, ein Beweis, daß auch dort die Gewässer unterirdisch laufen.

Die Schloten sind westlich von Sangerhausen, wo der Kupferschiefer-Bergbau aufhört, bis zur Erdoberfläche mit Wasser gefüllt, und wir sehen, daß zahlreiche Bäche darin verschwinden oder daraus hervortreten. Der Hüttenteich bei Groß-Leiningen ist ein Ausfluß unterirdischer Gewässer; der Bauerngraben oder Hungersee zwischen Agnesdorf und Breitungungen ist ein etwa 5 ha großer, bis 12 m tiefer und ziemlich fischreicher See, der zeitweise jahrelang trocken liegt und beackert wird und sich zeitweise wieder füllt, wenn sich die unterirdischen Abzugskanäle verstopfen; er war 1876 bis 1878 voll Wasser und hatte 1885 üppiges Getreide. Zwischen Haynrode und Questenberg versinkt der Dünstebach. Dort befinden sich zahlreiche Bentarolen, denen im Sommer eine eiskalte Luft entströmt.

Der Sachsegraben bei Branderode und die Kalte Wieda von Ober-Sachswerfen bis über Gundersleben hinaus werden zeitweise vollständig trocken; die Wieda war früher von den Mönchen durch die Küche des Klosters Walkenried geleitet, so daß „die Forellen in der Küche gefangen werden konnten“; sie enthält außer Forellen auch Äschen. Die unterirdischen Wasseransammlungen haben Ausflüsse im Tal von Klettenberg, des Lochmühlenbaches und der Salza.

Der Klettenberger Bach leidet im Sommer an Wasserarmut und ist fischarm. Früher hatte er viele Krebse; dieselben sind aber an der Pest ausgestorben.

Die Salza entspringt am Südfuße des Kohnsteins aus einer Riesenquelle; ihr Wasser ist kristallklar und wird selbst nach lange andauerndem Regen, nach Wolkenbrüchen und Schneeschmelzen niemals getrübt; es hat eine Sommer und Winter konstante Temperatur von 10 ° C und zeigt bis zu seiner Vereinigung mit der Helme niemals Eisbildung. C. Arens schätzt die Wassermenge ungefähr halb so groß wie die der Rhumequelle, was etwa 2 cbm pro 1 Sekunde im Durchschnitt betragen würde. Die Salza bewegt eine größere Anzahl von Triebwerken. Sie enthält nur Forellen, Äschen und Stichlinge. Die Forellen sind sehr häufig und werden bis 3 Pfund, selten bis 10 Pfund schwer; die zahlreichen Wasserpflanzen bieten ihnen vortreffliche Verstecke und viele Nahrung. Die Laichzeit der Forellen dauert von Anfang Dezember bis Mitte Januar. Bei der Weberei der Herren Bergener & Geist zu Kupferhammer, oberhalb Salza, wurde vor einer Reihe von Jahren der Untergraben vertieft, um für die Turbine das Gefälle zu vergrößern. Dabei wurden die Wasserpflanzen entfernt und eine Menge Kiesbetten freigelegt; dieselben wurden im darauf folgenden Winter von vielen großen Forellen zum Laichen benutzt. Ebenso wie die Forelle gedeiht auch die Äsche ganz vortrefflich; sie laicht im April, indessen hat C. Arens auch noch im Juni laichreife Fische gefunden.

Zwischen Nordhausen und Walkenried unterwühlen die Tagewässer den Gips, indem sie ihren Weg in seinem Innern suchen. An den Einflußstellen entstehen tiefe Trichter, deren Ränder einbrechen und stetigen Veränderungen unterworfen sind, z. B. am Großen und Kleinen Trogstein und dem großen Trichter am Rande des Pfaffenholzes. Auf diese Weise entstehen große, mit Wasser gefüllte kesselförmige Einstürze, wie die Seen bei Nixey, am Kranichstein, die Pontel-Seen und besonders der schöne, von einem Gips-Birkus umgebene Izel-Teich. Letzterer wird durch Quellen gespeist und fließt in den Gipsberg, der das Himmelreich genannt wird, ab. Bei dem Eisenbahnbau wurden im Innern des Himmelreiches große

Höhlen gefunden, durch welche das Wasser von dem Izel-Teiche zu den Pontel-Seen fließt.

Das Eindringen des Wassers in den Gips ist so bedeutend, daß in der trockenen Jahreszeit alle Gewässer von der Steina abwärts bis zum Zorge-Tal, innerhalb der Bechstein-Formation, vollständig versiegen. Das Steinaer Wasser verschwindet gegen Nixen hin, nach Beyrich speist es im Buntsandstein die wasserreiche Zichte.

In der Nähe von Gleysingen befinden sich drei kurze Quellsbäche, an denen der rühmlichst bekannte Fischzüchter Herr C. Arens wichtige Beobachtungen gemacht hat; es sind dies

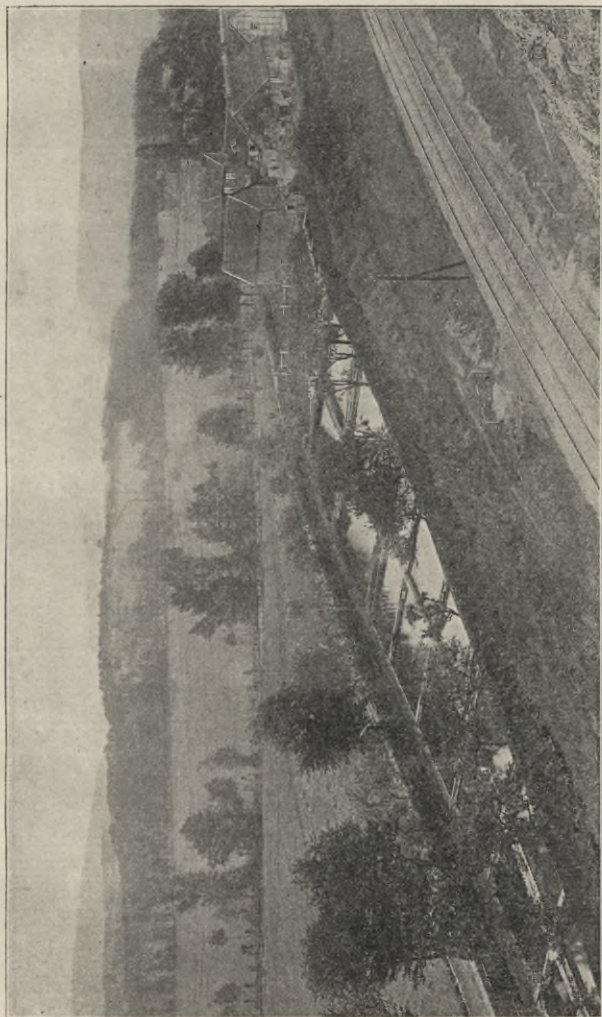
1. die Schmidtsche Quelle, welche die Fischzucht-Anstalt des Herrn C. Arens speist, und deren Temperatur im Winter nie unter $+ 5^{\circ} \text{C}$ herabsinkt;
2. eine starke Quelle in der Wieje bei Berna;
3. der Lochmühlenbach.

In diese Quellsbäche steigen im Oktober und November aus der Zorge Hunderte von Forellen auf, um zu laichen; der Zudrang ist so groß, daß nicht selten dieselben Kiesbänke von verschiedenen Forellen nacheinander benutzt werden. Die Quellsbäche sind nur $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ km lang. Die Forellenbrut schlüpft in dem warmen Quellwasser natürlich mitten im Winter aus, befindet sich sehr wohl, wandert höchstens bis zur Mündung, wo die meisten Wasserpflanzen stehen, und ist bereits 4 cm lang, wenn ihre im kalten Wasser der Zorge geborenen Brüder erst eben die Dotterblase verloren haben. Sie verlassen die Quellsbäche erst, wenn das Flußwasser wärmer geworden ist wie das Quellwasser. Letzteres hat infolge seiner gleichmäßigen Temperatur jahraus jahrein dieselbe Pflanzenvegetation und eine Menge kleiner Krustaceen, Insekten und Würmer, die den Forellchen auch im Winter reichlich Nahrung gewähren.

In die Fischzucht-Anstalt des Herrn C. Arens (Abbildung 2) gelangt das Wasser von Schmidts Quelle nach einem etwa $\frac{3}{4}$ km langen Lauf; es ist kristallklar, und seine Temperatur sinkt nie unter 5°C herab. Das Wasser ist schlammfrei und vortrefflich zum Ausbrüten von Forelleneiern geeignet; es scheint aber nur wenig absorbierten Sauerstoff zu enthalten, weil die Forellenbrut darin einige Zeit nach dem Ausschlüpfen weiße Flecke bekommt und stirbt; deshalb wird das Quellwasser jetzt nur noch zum Ausbrüten der Eier benutzt, und die Brut wird in Flußwasser gehalten. Es ist auffallend, daß in demselben Wasser die Forellenbrut im Freien gedeiht; Herr Arens glaubt, daß die dort stattfindende viel stärkere

Strömung dies veranlaßt. Bei Rhumsprunge werden die Bruttröge in einen künstlichen Quellsbach gestellt, durch den sehr viel Quellswasser fließt; dort treten keine Verluste ein, und es werden sehr kräftige Fische gewonnen.

Seit etwa 5 Jahren sind regelmäßig von hier aus Brut und Setzlinge der Regenbogenforelle in die Sulza und Zorge nebst Seitenbächen aus-



Die Forellenzuchtanstalt Gleschingen am Harz.

gesezt worden; bei den Bachabflüßungen wurden ziemlich viele Regenbogenforellen, bis zu halbpfündig, gefangen, auch mehr Jungfische beobachtet, als von den Ausflüßungen stammen konnten. Es scheint sich somit die Regenbogenforelle in den hiesigen Bächen zu halten und auch zu laichen.

An der **Westseite ist der Harz** von einem Tale umschlossen, welches die Zechsteinformation begrenzt und sich über Hahausen, Gittelde, Osterode, Herzberg, Königshütte bis Lauterberg erstreckt. Darin befinden sich viele Seen und Erdfälle, z. B. die Teufelsbäder bei Osterode, der Füs-See in Herzberg; die Erdfälle, welche 2 km westlich von Rhumspringe 1868 und 1877 im Buntsandstein durch Einstürzen von Gipschlotten, die in der Tiefe verborgen sind, entstanden; die Vogtskuhle und Apfelfuhle daselbst. Die Oder, Sieber und Soese verlieren bei Scharzfeld, Herzberg und Osterode einen großen Teil ihres Wassers in die Gipschlotten.

Bei Rhumspringe befindet sich in einem Erdfalle in der Buntsandsteinformation ein außerordentlich starker Ausfluß der Schlottengewässer (Abbildung 3). Derselbe ist kreisrund, ist in einer Seitenschlucht des Roten Berges gelegen, und es ist dort die Zechsteinformation entblößt, rings von Buntsandstein umgeben.

Die Temperatur des ausfließenden Wassers ist Sommer und Winter 10° C; bei starkem Schneeschmelzen sinkt sie bisweilen für einige Tage bis 7° C herab und erhöht sich im Sommer bei lange anhaltendem warmen Regen bisweilen auf 11 bis 12° C. Die ausfließende Wassermenge ist im Durchschnitt 3 bis 4 cbm pro Sekunde. Das Wasser ist immer klar und wird selbst bei Wolkenbrüchen und Schneeschmelzen nicht getrübt. Wie Thürnau durch Färbeversuche festgestellt hat, steht die Quelle im engsten Zusammenhang mit den Wassermassen, welche Oder und Sieber (s. v.) nach ihrem Austritt aus dem Harz auf ihrem Wege durch die mächtigen Schotterablagerungen am Rande dieses Gebirges verlieren. Ob an ihrer Speisung noch andere Flüsse beteiligt sind, konnte bisher noch nicht festgestellt werden.

Die konstante Temperatur der Quelle geht um so mehr verloren, je weiter das Wasser an der Oberfläche fließt. Eisbildung zeigt die Rhume erst in etwa 20 km Entfernung unterhalb von Ratlenburg, wo die Oder einfließt. In der Nähe des Ursprungs ist eine üppige Vegetation von Wasserpflanzen, unter denen *Berula angustifolia* und Kallitriche-Arten besonders häufig sind; darin leben viele Krustaceen, Insekten, Larven, Würmer. In der Nähe der Quelle gibt es nur Forellen; dieselben sind sehr zahlreich und werden sehr groß; es sind Exemplare von 10 Pfund

und darüber vorgekommen; sie laichen von Mitte Januar bis März, die meisten im Februar.

Herr Hertwig glaubt nicht, daß aus der Oder oder Sieber Forellen in die Rhume gehen, um dort zu laichen, dagegen geht ein Teil der Rhume-Forellen im Herbst in die Oder, um darin zu laichen. Wenn die Forellen, welche sich in der Nähe der Quelle aufhalten, beunruhigt werden, so flüchten sie gern in den tiefen Schlund, aus welchem die Rhume an die Oberfläche tritt.



Abbildung 3.
Die Rhumequelle bei Duderstadt
(phot. Dr. Thürman).

Äschen finden sich erst unterhalb der Hertwig'schen Fabrik, etwa zehn Minuten von der Quelle entfernt; sie sind von dort bis Müdershausen, wo die Elster einmündet, häufig, und laichen auf dieser Strecke an vielen Stellen von Ende April bis in den Mai.

11. Spaltquellen.

In zerklüftetem, sonst undurchlassendem Gestein tritt das Wasser besonders in Spalten, Verwerfungsflüchten und Gängen auf, z. B. in den häufig erzführenden Gängen des Gneis. Das aus Porphyr, Granit, Gneis und anderen kristallinischen Gesteinen hervortretende Quellwasser ist gewöhnlich sehr rein. In den Alpen kommen so viele Störungen der

Lagerung, so viele Schichtenbrüche und Klüfte vor, daß die Bergmassen, wenigstens in der Zone der Sedimentgesteine, häufig sogar im Bereich der kristallinischen Schiefer, Granite usw. im großen und ganzen wasser-durchlassend sind. Die großen Hauptquellen liegen stets am Fuße der Bergmassen in den Tälern, da, wo leicht durchlassende Schichtenkomplexe durch die Talbildungen angeschnitten sind. Die aus großen Spalten hervortretenden Quellen sind oft Thermen, wie z. B. die von Nachen, Wiesbaden, Karlsbad, Warmbrunn.

Zu den Spaltquellen gehören z. B. die berühmte Bauclosequelle in Südfrankreich, wahrscheinlich die stärkste Quelle Europas, die bis zu 120 cdm in der Sekunde liefert, die S. 30 erwähnten Quellen am Südfuß der Schwäbischen Alb, welche das in Klüften und Spalten aufgespeicherte Grundwasser durch Vermittlung einer von ihnen zutage fördern. Sie treten aber auch, wenn auch nur sporadisch, in Gebirgen auf, die aus Eruptivgesteinen, aus Kalkstein, Quarziten, kristallinen Schiefen und ähnlichen spröden Gesteinen aufgebaut sind.



II. Oberirdischer Lauf des Wassers.

Das Meteorwasser, welches nicht im Erdboden versinkt, fließt an der Oberfläche zu Rinnsalen zusammen, die sich zu Bächen vereinigen, aus denen allmählich Flüsse und Ströme entstehen. Die ersten Zuflüsse sind nur bei Regenwetter und Schneeschmelzen vorhanden und versiegen in trockener Zeit.

Je stärker das Gefälle und je schneller die Strömung ist, um so größer sind die Steine und Gerölle, welche das Wasser fortbewegt. Wenn das Gefälle geringer und die Strömung langsamer wird, so bleiben die größeren Geschiebe liegen, und zuletzt kommen bei weiterer Verlangsamung der Strömung Kies, Sand und endlich Schlamm zum Niedererschlag. Alle diese Verhältnisse, die Menge des Quellwassers, welche ein Fluß enthält, die dadurch bedingten Temperatur-Verhältnisse des Wassers, die Stärke der Strömung, die Beschaffenheit des Grundes, sowie die Vegetation der Wasserpflanzen haben auf die Fischfauna, welche den Fluß bewohnt, den größten Einfluß; wie sich der Charakter des Flusses ändert, so ändern sich auch die Fischarten, welche ihn bewohnen, insbesondere trägt die Strömung in Flüssen, Bächen, Seen, Teichen, durch Zuführung von Nährstoffen und Sauerstoff, wesentlich zur Vermehrung der Fischnahrung bei, daher auch wasserreiche Jahre mit ihrer Zufuhr von Nährstoffen die Gewässer

in fischereilicher Beziehung bessern, wasserarme Jahre schädigen. Es kommt also schon auf das Niederschlagsgebiet bei der Beurteilung eines Gewässers an.

12. Die Temperatur des Flußwassers.

Die Temperatur des Flußwassers ist hauptsächlich von zwei Faktoren abhängig, von der Temperatur der Luft und von der Speisungsart der Flüsse. Flüsse, welche überwiegend durch Gletscher genährt werden, sind im Winter wärmer als die umgebende Luft, in der übrigen Jahreszeit aber erheblich kälter als diese, so daß ihre Temperatur im Jahresmittel meist über 1° hinter derjenigen der Luft zurückbleibt. Seeabflüsse sind zwar auch meist etwas kälter als die umgebende Luft, aber stets erheblich wärmer als Seezuflüsse, weil die in den Seen aufgespeicherten Wassermassen die Abkühlung verhindern. Flüsse, die als klare Bäche aus Quellen in unseren Mittelgebirgen entspringen, sind im Winterhalbjahr immer wärmer, im Sommerhalbjahr kälter als die Luft; dagegen sind die eigentlichen Flachlandflüsse das ganze Jahr hindurch wärmer als die Luft. Der Unterschied im Jahresmittel beträgt meist mehr als 1°.

Nicht zu übersehen ist der Einfluß der Länge und der Richtung eines Stromes, sowie des Gefälles. Theoretisch beträgt die mechanische Erwärmung eines Flusses 1° für je 428 m Gefälle, doch erreicht sie in Wirklichkeit diesen Betrag nur selten.

Wo die Menge des zugehenden Quellwassers im Verhältnis zu der des Flußwassers nicht sehr bedeutend ist, da nähert sich die Temperatur des Wassers der Temperatur der Luft in kurzer Zeit. Blumröder teilt in der „Bavaria“ Beobachtungs-Resultate mit, die er während einer Anzahl von Jahren gesammelt hat.

Die mittlere Temperatur des Mainwassers betrug nach Blumröder:

Januar	. Mainwasser	0,93° C.,	Luft-Temperatur	—1,05° C.,
Februar	. "	1,05 "	"	—1,38 "
März	. "	2,85 "	"	+1,60 "
April	. "	8,45 "	"	+7,83 "
Mai	. "	13,19 "	"	+12,40 "
Juni	. "	16,93 "	"	+16,79 "
Juli	. "	18,11 "	"	+18,37 "
August	. "	18,23 "	"	+17,79 "
September	. "	14,61 "	"	+13,01 "
Oktober	. "	9,89 "	"	+9,24 "
November	. "	3,76 "	"	+1,69 "
Dezember	. "	1,40 "	"	—1,00 "

Jahres-Mittel Mainwass. 9,10° C., Luft-Temperatur +7,94° C.

Prof. Dr. Kunze fand als Durchschnittstemperatur des Schloißbaches bei Tharandt mittags 1 Uhr:

	1879:	1880:	1881:	1882:	1883:
Januar	1,34 ⁰	1,65 ⁰	1,07 ⁰	2,27 ⁰	2,40 ⁰
Februar	1,34	1,65	1,07	2,27	2,40
März	3,15	5,49	4,44	7,34	3,01
April	8,03	10,72	7,80	10,05	7,76
Mai	12,29	12,47	13,41	13,74	14,21
Juni	15,88	15,60	14,41	15,32	16,84
Juli	15,29	17,51	17,31	17,85	17,84
August	16,69	15,54	16,02	15,29	16,78
September	14,73	14,33	12,64	14,46	14,79
Oktober	9,15	9,59	7,41	10,28	10,20
November	4,13	5,41	6,18	5,90	6,10
Dezember	0,69	4,38	2,90	3,25	3,06
Jahres-Mittel	8,63 ⁰	9,56 ⁰	8,81 ⁰	9,86 ⁰	9,71 ⁰

Der Schloißbach entsteht aus vier kleinen Bächen, die sich in der Nähe von Tharandt vereinigen und einen verhältnismäßig kurzen Lauf haben. Quellsenzuflüsse und Deckung durch Gebüsch, sowie schneller Lauf tragen dazu bei, daß die Temperatur des Wassers im Sommer verhältnismäßig niedrig und im Winter verhältnismäßig hoch ist.

Viele Angaben über die Temperatur der Flüsse findet man in dem Buche von Forster (Literaturanhang), dem wir auch die folgenden Zahlen entnehmen.

Die Temperatur der Oder zu Breslau betrug im Mittel der Jahre 1876/90

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
0,3	0,55	2,7	9,0	14,1	18,1	19,7	18,3	15,3	9,25	3,9	0,9	9,3 ⁰

Die Temperatur der Luft lag gleichzeitig höher um

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
2,1	0,95	0,5	1,1	1,1	1,3	1,2	0,8	1,1	0,8	0,5	1,7	1,1 ⁰

Die Temperatur der Elbe zu Hamburg betrug im Mittel der Jahre 1869/73

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
1,5	1,1	3,7	9,5	13,4	17,1	20,1	19,1	15,1	9,8	4,6	1,8	9,7 ⁰

Gleichzeitig betrug der Unterschied der Lufttemperatur

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
0,0	0,1	-0,8	0,9	2,3	2,4	2,3	2,5	1,5	1,1	-0,1	-0,2	1,0 ⁰

Die Temperatur der Saale zu Halle betrug

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
1884							22,2	19,9	16,4	10,0	3,8	2,9 ⁰	
1885	0,8	2,5	5,1	11,6	14,7	20,7 ⁰							
1888							18,4	18,4	15,7	8,6	4,5	2,0 ⁰	
1889	0,5	0,6	2,4	8,6	17,9	21,7 ⁰							

Der Unterschied der Lufttemperatur betrug gleichzeitig

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
1884							2,8	2,3	1,4	1,5	1,4	0,4 ⁰	
1885	3,9	-0,9	1,7	1,1	3,5	3,3 ⁰							
1888							3,3	2,6	2,9	1,8	1,3	0,9 ⁰	
1889	1,2	1,2	0,9	1,3	1,7	3,8 ⁰							

Die Temperatur des Lech bei Augsburg betrug im Mittel der Jahre 1881/90

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	1,9	2,4	4,9	9,1	13,3	15,8	17,7	17,0	14,4	9,5	5,8	2,5	9,5 ⁰

Diejenige der Luft war gleichzeitig höher um

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	4,7	3,4	2,9	2,1	0,8	0,3	0,2	0,9	1,9	2,9	3,2	4,2	2,3 ⁰

Die Temperatur der Salzach bei Salzburg war im Mittel der Jahre 1876/80

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	2,0	3,2	4,8	7,1	8,5	10,9	12,3	13,2	10,6	7,6	4,6	3,2	7,3 ⁰

Der Unterschied gegen die Lufttemperatur betrug gleichzeitig

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	4,8	2,5	1,0	-2,2	-3,2	-6,4	-5,5	-5,1	-3,3	-1,4	2,0	4,9	-1,1 ⁰

Also ein erheblicher Überschuß zugunsten des Flußwassers.

Auch bei der Theiß macht dieser Überschuß sich geltend, wenn auch nicht in diesem Maße, er betrug nämlich im gleichen Zeitraum

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	3,1	-1,0	-2,7	-4,8	-0,6	-0,6	-0,8	0,8	-0,2	-0,5	0,9	2,5	-0,3 ⁰

Stärker noch dagegen macht sich der Unterschied bei der Etsch zu Trient geltend, er betrug nämlich — immer im gleichen Zeitraum —

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
	2,2	0,8	-1,0	-1,5	-4,6	-6,9	-7,8	-6,9	-4,2	-2,0	0,0	2,2	-2,5 ⁰

Für den nämlichen Zeitraum zeigt folgende Tabelle den wärme-fördernden Einfluß eines großen Binnenjees, denn der Unterschied der

Lufttemperatur gegen die Temperatur des Ausflusses des Mälaren zu Stockholm betrug

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
3,9	3,6	2,4	-0,3	-1,0	-1,2	1,7	2,9	4,3	4,8	4,1	5,2	2,5 ⁰

Um noch ein Beispiel für ein Bachwasser zu bringen, waren die Wassertemperaturen des Zilligerbaches zu Wernigerode 1869

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
1,9	4,0	2,8	8,9	12,3	13,6	19,6	15,4	14,3	7,7	3,4	1,4	8,8 ⁰

Gleichzeitig die der Luft

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
3,9	2,7	5,1	7,7	11,9	14,6	20,9	16,2	14,0	8,0	3,8	2,4	9,4 ⁰

Im ganzen also nur unbedeutende Unterschiede.

13. Die chemische Beschaffenheit des Flußwassers.

Die chemische Beschaffenheit des Flußwassers ist in erster Linie von der Beschaffenheit des Quellwassers abhängig, worüber das Nötigste bereits Seite 8 erwähnt wurde. Im allgemeinen ist natürlich das Flußwasser, da es ja auch beständig vom Meteorwasser gespeist wird, erheblich weicher als das Quellwasser, so daß das Bachwasser im natürlichen Zustande selten über 20 Härtegrade besitzt. Eine besondere Bedeutung für die Fischerei und Fischzucht besitzt der Sauerstoffgehalt des Wassers, weshalb wir auf diesen Punkt etwas näher eingehen müssen, zumal neuere Forschungen ein ganz neues Licht über die Herkunft und Änderungen desselben geworfen haben.

Sauerstoffproduktion.

Die Eindringung des Sauerstoffes aus der Luft in das Wasser, welchen Vorgang man als Diffusion bezeichnet, geschieht so langsam, daß er für den Sauerstoffgehalt kleiner stehender Gewässer, flacher Bäche oder gar stark mit Fischen besetzter Teiche absolut nicht ausreichend und deshalb für sie nur von untergeordneter Bedeutung ist. Bei größeren stehenden Gewässern und rasch dahinfließenden Bächen wird durch Wellenschlag und Strömung und nicht zum wenigsten durch Wasserbewegungen, welche auf Temperaturänderungen beruhen, dafür gesorgt, daß auf rein mechanische Weise auch in die tiefer gelegenen Teile des Flusses oder des Sees Sauerstoff gelangt (Seite 76). Glücklicherweise gibt es aber auch noch eine andere Quelle für die Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff, welche namentlich für die zuerst genannten Gewässer bei weitem die wichtigere ist. Sie beruht darauf,

daß die im Wasser lebenden Pflanzen unter der Wirkung des Chlorophylls mit Hilfe des Sonnenlichtes organische Substanz aus Kohlenäure und Wasser aufbauen, wobei Sauerstoff als Nebenprodukt ausgeschieden wird. An dieser Sauerstoffproduktion beteiligen sich nicht nur die höheren, Blätter tragenden Pflanzen, sondern in erster Linie auch die kleinen, einzelligen Grünalgen und die mehrzelligen Fadenalgen. Unter günstigen Umständen, so im Winter, wenn die Tätigkeit der Bakterien, die Fäulnisprozesse und Gärungen durch den Frost gelähmt werden, können ganz gewaltige Sauerstoffmengen, welche die normale Absorption von Sauerstoff im Wasser weit überragen, hervorgebracht werden; so fand Knauth im Sammenthiner Dorsteiche bis zu 44 cem im Liter. Die Aufnahmefähigkeit von Sauerstoff im Wasser ist im allgemeinen eine beschränkte und nimmt mit wachsender Temperatur des Wassers ab. Nach Weigelt beträgt z. B. die Sättigungsmenge bei einer Temperatur von 0° 10,244 cem im Liter, bei einer Temperatur von 5° 8,979 cem, bei einer Temperatur von 10° 7,965 cem, bei einer Temperatur von 15° 7,154 cem, bei einer Temperatur von 20° 6,501 cem und bei einer Temperatur von 30° 5,480 cem, also nur wenig mehr als die Hälfte wie bei 0°. Damit ist aber nicht gesagt, daß jedes kühlere Wasser nun auch wirklich mehr Sauerstoff enthält als das wärmere; so ist das Grund- und Quellwasser, welches längere Zeit hindurch von der Berührung mit Luft abgeschlossen war, durchweg trotz seiner niedrigen Temperatur sauerstoffärmer als ein Bach- oder Flußwasser, welches der Luft direkt ausgesetzt ist. Sehr arm an Sauerstoff ist Eiswasser, d. h. Wasser, welches beim Auftauen von Eis entstanden ist, weil beim Gefrieren des Wassers zu Eis sämtliche Gase aus ihm ausscheiden. Durch starkes Schütteln oder längeres Stehen an der Luft nimmt es dann bald den seiner Temperatur entsprechenden Sauerstoffgehalt an.

Der Sauerstoffgehalt in einem Fluß, Teich oder See ist, das geht aus dem oben Gesagten ohne weiteres hervor, sowohl örtlich wie zeitlich sehr großen Schwankungen ausgesetzt; auch ein und derselbe Teich kann an verschiedenen Stellen gleichzeitig ganz verschiedenen Sauerstoffgehalt aufweisen. So fand Seydel einmal in einem nur 2 Morgen großen Teiche an einem Septembernachmittage 10 cm unter der Wasseroberfläche in freiem Wasser ohne höhere Pflanzen nur 4,9 cem Sauerstoff im Liter, zwischen *Potamogeton crispus* 7,17 cem, über *Elodea* 8,85 cem und zwischen *Spirogyra* 9,58 cem, also doppelt so viel als im freien Wasser. Pflanzen mit Schwimmblättern, noch mehr aber dichte Rohr-, Schilf- oder Binsenbestände setzen den Sauerstoffgehalt sehr bedeutend, bis zu 2 bis 3 cem, herab, weil das Wasser zwischen ihnen dauernd beschattet und die Entwicklung

von Algen gehemmt wird. Als erschwerender Umstand kommt hinzu, daß zwischen Rohr und solchen Schilfbeständen, namentlich bei wärmern Wetter, große Mengen zersehter Pflanzenbestandteile herumschwimmen, welche viel Sauerstoff für sich in Anspruch nehmen. Seydel fand, daß in Karpfenteichen bei einem mäßigen Bestande von Unterwasserpflanzen und einigermaßen hellem Wetter die Menge des absorbierten Sauerstoffes nur selten hinter dem Sättigungswerte zurückblieb und daß bei wolkenlosem Himmel das Wasser manchmal übersättigt war. Die Wirkung ungehinderter Sonnenbestrahlung auf die Assimilation der Wasserpflanzen ist in der großen Mehrzahl der Fälle, welche für die Fischerei in Betracht kommen, jedenfalls eine viel nachhaltigere als diejenige einer höheren oder niedrigeren Temperatur.

Selbst diffuses Tageslicht kann in geeigneten Gewässern immer noch doppelt so große Mengen Sauerstoff hervorbringen, als dem normalen Absorptionskoeffizienten entspricht, und sogar in mond hellen Nächten hat man noch deutlich nachweisbaren Zuwachs des Sauerstoffgehaltes beobachtet. Dagegen sinkt bei Eintritt der Dunkelheit der Gehalt an Sauerstoff, namentlich in warmen, mondlosen Nächten, oft so rapid, daß in Dorsteichen dann sehr schnell die unterste, dem Leben der Cypriniden zuträgliche Grenze und damit Gefahr für ihr Leben eintritt. Licht ist eben, wie überall, so auch im Wasser, die Quelle alles Lebens, und man muß daher das Wachstum der Unterwasserpflanzen wohl im Zaum halten. Noch nachteiliger als eine zu starke Beschattung wirkt aber jeder Fäulnisprozeß auf die Entwicklung von Sauerstoff im Wasser ein. Sammeln sich in den tiefen Kolken von Flüssen oder Mulden in Seen, wo die Bewegung der Wassermassen auf ein Minimum beschränkt ist, rein organische, noch nicht genügend mineralisierte Sinkstoffe in großen Mengen als Schlamm an, so absorbiert das Wasser überhaupt keinen Sauerstoff mehr, sondern nimmt dafür Schwefelwasserstoff auf. In einem solchen Wasser können natürlich keine Fische leben. Die Verminderung des Sauerstoffgehaltes in solchen Gewässern kann nicht nur Wochen, sondern auch Monate dauern und ist dann nur dadurch zu beseitigen, daß man für Zufuhr frischen Wassers energisch Sorge trägt.

Die Sauerstoffarmut eines Wassers beeinflusst das Gedeihen der Fische nicht bloß deshalb allein ungünstig, weil dieselben den Sauerstoff zum Ablauf der Stoffwechselvorgänge in ihrem Körper bedürfen, sondern auch mittelbar dadurch, daß im sauerstoffarmen Wasser eine Anzahl von Bakterien sich entwickeln, denen in sauerstoffreicherem Wasser die natürlichen Bedingungen fehlen.

Im allgemeinen fühlen die meisten Fische sich unbehaglich, wenn der Sauerstoffgehalt unter 3 cem im Liter sinkt, doch haben Versuche, welche z. B. in der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin gemacht wurden, ergeben, daß der erwachsene Karpfen unter sonst natürlichen Verhältnissen eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes bis auf 1 cem im Liter Wasser ohne Schaden ertragen kann; sinkt derselbe noch tiefer, so soll er mit Hilfe der Luftatmung noch etwa einen halben Tag sein Leben zur Not fristen können. Die Salmoniden bedürfen im allgemeinen mindestens 2 cem im Liter, Forellen und Bachsaiblinge sterben, wenn der Sauerstoffgehalt unter 1,5 cem sinkt, die Regenbogenforelle soll es bis zu einem Gehalt von 1,2 cem im Liter aushalten können. Besondere Schwierigkeiten entstehen der Sauerstoffabsorption des Wassers in den Wintermonaten zur Eiszeit.

Unsere Bäche werden ja in der Regel nur in den harten Wintern dauernd mit einer Eisdecke überzogen, dagegen tritt dieser Zustand bei unseren Seen, namentlich den Teichen, bedeutend häufiger ein. Gestattet Spiegeleis den Lichtstrahlen den Durchgang, so konzentrieren sich diese, infolge des Lichtbedürfnisses der Schwebewesen, an der Oberfläche unter dem Eise und können dort reichlich Sauerstoff produzieren, während gleichzeitig allerdings die in den tieferen Schichten befindlichen Pflanzen infolge der dort herrschenden Dunkelheit zu Konkurrenten der Fische werden, also auch Sauerstoff bedürfen. Infolgedessen entwickelt sich am Grunde, namentlich schlammiger Gewässer, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff, kenntlich durch die großen Blasen brennbaren Gases, die sich unter dem Eise ansammeln. Wird dann noch das Eis mit großen Schneemassen bedeckt, welche den Lichtstrahlen den Eingang in das Wasser sperren, so tritt sehr schnell starker Sauerstoffmangel ein, welcher für den Fischbestand leicht gefährlich werden kann. Im allgemeinen hilft sich ja in diesen Fällen der Fischer mit dem Schlagen von Bühnen, durch welche das Wasser mit der Luft kommunizieren kann; daneben ist die Anwendung eines Schneepfluges, um den Schnee möglichst fortzuschaffen, sehr nützlich. Manchmal gelingt es, durch Absenken des Wasserspiegels eine Luftschicht zwischen Eis und Wasser zu schaffen. In vielen Fällen, da, wo regelmäßig starke, andauernde Fröste im Winter auftreten, nützen alle diese Vorsichtsmaßregeln, um dem Wasser den nötigen Sauerstoffgehalt zu erhalten, nichts, und es bleibt für solche Gewässer nur der einjährige Antrieb übrig, als einzige Möglichkeit einer sicheren Ausnutzung, wobei eben alle Fische vor dem Beginn der Eiszeit herausgenommen werden.

Wenn auch der Stoffwechsel der Fische im Winter stark herabgesetzt ist, so ist der Sauerstoffverbrauch auch dann noch ansehnlich

genug. Anathe hat nachgewiesen, daß fünf Peizer Karpfen im Gesamtgewicht von 1100 g im Wasser von 20 ° pro Kilogramm in 24 Stunden 4407 cem Sauerstoff verbrauchten und 3262 cem CO₂ produzierten; bei 17 ° waren die Zahlen 3182 bzw. 2377 cem, bei 14 ° 2132 bzw. 1608 cem und selbst bei 4 ° immer noch 1254 bzw. 965 cem!

14. Wasserverunreinigung.

Wir setzten bei unseren Erörterungen bisher natürliche Bäche voraus, deren Wasser durch menschliches Eingreifen noch nicht verändert war. In vielen Gegenden unseres Vaterlandes erfährt jedoch das natürliche Wasser insofern erhebliche Veränderungen, als der Mensch die Abfälle seines Haushaltes oder gewerblicher oder landwirtschaftlicher Betriebe in sie hineinleitet, um sie auf bequeme Weise loszuwerden, und wir müssen uns mit diesem Umstande wegen seiner immer mehr zunehmenden Wichtigkeit für die Fischerei und Fischzucht etwas ausführlicher beschäftigen.

Zunächst hat man zu unterscheiden zwischen Verunreinigungen des Wassers mineralischer und solche organischer Natur. Zu letzteren

gehören zunächst die Auswurfstoffe aus Küche und Haus, welche größere und kleinere Gemeinden an die Flüsse und Bäche abgeben, welche sie durchfließen. So sehr von national-ökonomischem Standpunkte aus dieses Verfahren verurteilt werden muß, weil es häufig sehr wertvolle Bestandteile für den Boden einfach vergeudet, und so wenig solche Abfälle geeignet sind,

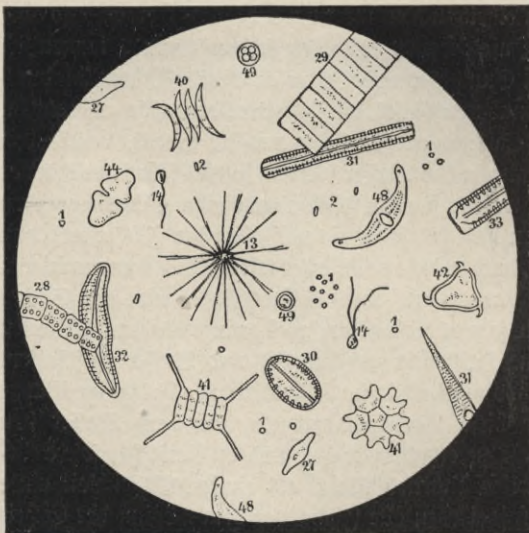


Abbildung 4.

Verunreinigung der Oder bei Breslau.

Oberhalb Breslau, verhältnismäßig reines Wasser.

das Wasser der Bäche zu Trinkzwecken (Abbildungen 4, 5, 6) geeigneter zu machen, so können sie jedoch, sofern nur der Bach genügende Wassermengen aufweist und die Abwässer in möglichst frischem Zustande dem Bache oder Flusse zugeführt werden, eine geradezu höchst willkommene Vermehrung der Fisz-nahrung herbeiführen, sind also durchaus keine Feinde der Fisz-zucht.



Abbildung 5.
Verschmutzung der Oder bei Breslau.
 Inmitten der Stadt vor Einmündung der Kanäle,
 bedenkliches Wasser.

Besonders ausführliche und lang andauernde Untersuchungen sind nach dieser Richtung hin über die angeblich schädliche Wirkung der Sielabwässer auf den Bestand der Unterelbe bei Hamburg an Fischen gemacht worden. Es hat sich ganz unzweifelhaft herausgestellt, daß von einer schädlichen Wirkung absolut nicht die Rede sein kann, daß vielmehr die betreffenden Abwässer durch ihren immensen Reichtum an organischer Substanz auf die in der Elbe lebenden Organismen geradezu „düngend“ gewirkt haben. Es fanden sich nämlich in denjenigen Stellen des Elbeflusses, wo der scharfe Strom des Fahrwassers nicht hingelangen kann, unglaubliche Mengen von Schnecken, Muscheln, Borstenwürmern, welche gerade die Hauptnahrung der wichtigsten Nutzfische der Elbe — Aal, Kaulbarsch, Stint, Brasse, Plöke usw. — bilden, so daß die Abwässer des großen Städtekomplexes Hamburg-Altona auf dem Umweg über die niederen Tiere in Fiszfleisch verwandelt werden konnten. Genau zu dem gleichen Resultat ist Hofer gelangt, welcher organische Abwässer in Fiszteiche einleitete, in denen er mit dem besten Erfolge Karpfen und Schleie, Regenbogenforellen und Zwergwelse hielt. Die Selbstreinigung dieser Teiche erfolgte

erheblich langsamer als diejenige der schnell fließenden Ströme, und daher ist auch ihre Produktivität an Fischfleisch eine viel größere. Während das Zuleitungswasser in einem bestimmten Falle (Fischteiche bei Straßburg) in einem Kubikzentimeter rund 10 Millionen Bakterienkeime enthielt, waren es bei dem Ableitungswasser deren nur 10 000, also 1000 mal weniger. Fäulniserscheinungen treten nur dann auf, wenn das richtige Gleichgewicht



Abbildung 6.

Verschmutzung der Oder bei Breslau.

Inmitten der Stadt nach Einmündung der Kanäle, stark verunreinigtes schlechtes Wasser.

zwischen Bakterien und Bakterienverzehrern gestört ist; in diesem Falle müssen natürlich die Abwässer durch Flußwasser verdünnt werden.

Auch diejenigen Fabrikabwässer, welche einen hohen Gehalt an organischen und stickstoffhaltigen Stoffen aufweisen, wie die Abwässer von Schlachthäusern, Molkereien, Margarinefabriken, Lederfabriken und Färbereien, Brauereien, Brennereien, Gese-

fenfabriken, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Leimsiedereien und diejenigen Abwässer, welche zwar reich an organischen Bestandteilen sind, aber keine wesentlichen Stickstoffmengen besitzen, wie diejenigen aus Wollwäschereien, Spinnereien, Webereien, Bleichereien, Färbereien, Zeugdruckereien, Papierfabriken, Ölfabriken usw., sind, sofern sie im richtigen Verhältnis zur Wassermenge der Flüsse und Bäche stehen, in welche sie eingeleitet werden, der Fischzucht nicht nachteilig, sondern förderlich. Auf dem Zusatz aber liegt der Nachdruck!

Hierzu nur ein Beispiel. In der Kampagne 1859/60 verarbeiteten zwei Zuckerfabriken 326 000 Zentner Rüben und führten 2600 Zentner

fäulnisfähige organische Substanzen der Oker zu; im Winter 1876/77 war dieses Quantum auf 1800, 1884/5 auf 37 000, 1909/10 auf 95 000 Zentner gestiegen; es war also in 50 Jahren um das 35 fache gestiegen, ohne daß die Oker inzwischen im Durchschnitt wasserreicher geworden wäre!

Wie die klassischen Untersuchungen von Schiemenz und Cronheim an ostdeutschen Zucker- und Stärkefabriken gezeigt haben, sind ihre Abwässer in ihrer chemischen Zusammensetzung zeitlich wie örtlich sehr verschieden, bei den Zuckerfabriken namentlich je nach dem Zusatz von Kalk und nach dem fortgeschrittenen Grade der Gärung. In stagnierendes Wasser gebracht, können sie leicht einen sehr bedenklichen Mangel an Sauerstoff im Wasser hervorrufen, namentlich wenn sie sich schon in fauligem Zustande befinden. Zur Oxydation der organischen Stoffe in einem solchen Wasser waren bei Versuchen bis zu 120 und 150 mgr im Liter erforderlich, wogegen in einigermaßen reinen Wasser nur wenige Milligramm ausreichten. Fische in einem solchen Wasser sterben schnell ab, während sie sich in städtischen Abwässern sehr wohl fühlten. Weniger gefährlich für die Fischzucht erwiesen sich die Abfälle der Brauereien; wie schon oben bemerkt, zieht auffälliger Mangel an Sauerstoff naturgemäß Bildung von Schwefelwasserstoff nach sich!

Eine dritte Gruppe organischer Abwässer umfaßt direkt schädliche und giftige Stoffe; dazu gehören die Abwässer der Gasanstalten, Holzessigfabriken, Farbenfabriken, Braunkohlenschwelereien, Teer- und Ammoniakdestillationen, Zellulosefabriken usw.

In allen fließenden Gewässern, die durch organische Substanzen verunreinigt werden, bildet sich übrigens eine Zone, in welcher die sogenannten Abwässerpflanzen gedeihen, namentlich *Sphaerotilus natans* und *Leptomitus lacteus* (Abbildungen 7 und 8); die Grenze der Verunreinigungszone wird durch das massenhafte Auftreten eines mit einem Stiel feststehenden, den Glockentierchen verwandten Infusors, *Carchesium Lachmannii* (Abbildung 9), bezeichnet, welches stechnadelkopfgroße Kolonien bildet und sich sehr wahrscheinlich von den Resten der Abwässerpflanzen ernährt.

Von den Abwässern organischer Natur sind strenge zu unterscheiden diejenigen anorganischer aus gewerblichen Betrieben aller Art. Es sind dies in der Hauptsache die Abwässer von Hüttenwerken aller Art, Soda- und Pottaschefabriken, Steinkohlengruben, besonders aber von Kalifalz- und Chloralkalifabriken, deren Zahl in letzter Zeit namentlich in Mitteldeutschland außerordentlich zugenommen hat.

Im Jahre 1911 wurden etwa 44 Millionen Doppelzentner Karnallit verarbeitet, die über 2 Millionen Kubikmeter Endlaugen zur Folge hatten, welche fast ausnahmslos der Elbe und Weser zugeführt wurden. Von den der Elbe täglich zugeführten 3460 cbm entfallen allein 3220 cbm auf die Saale, und wenn alle im Wesergebiet beantragten Konzessionen auf Chlorkaliumfabriken genehmigt würden, so würden diese ihm Tag für Tag im Durchschnitt an 17 000 cbm Endlaugen zuführen. Die nachgewiesenen Versalzungen überschreiten selbst die hohen behördlich zugelassenen vielfach ganz erheblich, zum Teil um das Zehnfache; bedauerlich ist es, daß die zugelassenen Maximalzahlen in



Abbildung 7.

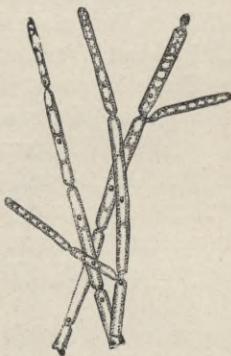


Abbildung 8.

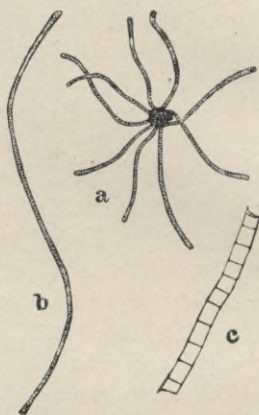


Abbildung 9.

Sphaerotilus natans. Leptomitus lacteus. Carchesium Lachmannii.
(Aus Mez, Mikroskopische Wasseranalyse, 1898).

den einzelnen Staaten recht verschieden sind, so in Sachsen-Weimar für die Unstrut 60, für die Elm 68°, während Preußen nur 30 bis 45° zuläßt. Diese Maximalwerte sind aber wahrscheinlich nicht in Einklang zu bringen mit den von Sachverständigen vertretenen Auffassungen und zu hoch angenommen worden.

Untersuchungen über die zunehmende Versalzung der Werra in den Jahren 1910—1911 im Gebiete des Großherzogtums Sachsen-Weimar haben gezeigt, daß der Gehalt an Chlornatrium und Chlormagnesium sehr häufig diejenige Grenze überschritt, welche der Reichsgesundheitsrat zugelassen hat, nämlich 450 mg Chlor im Liter mit entsprechend 45 Härtegraden. Der zuständige Oberfischmeister erklärte, daß, sollte auch der konstatierte Chlorgehalt den Fischen direkt keinen großen Schaden zufügen, doch jedenfalls die Wasserpflanzen, die den Fischen zur Nahrung dienen, wahrscheinlich auch die Wasserflora, die bei der Fischerei eine ebenso große

Rolle spielt, durch die Abwässer stark leiden, damit indirekt auch die Fischerei selbst. Gegenüber den Aufstellungen der Kaliverke und der von ihr abhängigen Industrie muß immer wieder energisch betont werden, daß die Kaliendlaugen fortgesetzt und in immer steigendem Maße eine Unmenge von Magnesia und Kalk, die mit Chlor und Schwefelsäure verbunden sind, in unsere natürlichen Gewässer einführen und dadurch das Wasser beständig härter machen. Obwohl die im Interesse der Kalifabriken geschriebenen Broschüren behaupten, daß selbst Härtegrade von 100 und mehr Grad den im Wasser lebenden Tieren keinen wesentlichen Schaden zufügen, ist positiv nachgewiesen worden, daß dies falsch ist und daß Fische auf die Dauer in Wasser nicht gedeihen, dessen Gesamthärte 30 ° wesentlich überschreitet.

Nach den Untersuchungen der biologischen Station in München üben die Chloride von Natrium, Kalzium und Magnesium, sowie schwefel-saures Natron und schwefelsaure Magnesia auf die Tier- und Pflanzenwelt einen schädlichen Einfluß aus, wenn sie mit mindestens $\frac{1}{2}$ bis 2 ° Lösungen auftreten. Auch die Ableitung von kohlen-saurem Kalk in die Flüsse ist schädlich, wenn sie beständig und in mehr als 200 bis 300 mg im Liter erfolgt; Aßkalk wirkt auf die Oberfläche der Kiemen und der Haut noch schädlich ein, wenn in 1 l mehr als 30 mg vorhanden ist. Untersuchungen über die Schädlichkeit der Schwefelsäure in Karpfenteichen ergaben, daß schon 2 bis 3 mg freie Schwefelsäure den Fischen insofern nachteilig sind, als sie nach monatelangem Kränkeln allmählich eingehen.

Nach Untersuchungen von Marçon wirkt der übermäßige Zusatz von Säuren, Alkalien und Salzen auch insofern noch nachteilig auf die Fische ein, als ihre Kiemen dadurch unnötig gereizt werden. Um sich dagegen zu schützen, pflegen sie eine nicht unbedeutende Menge von Schleim auf ihrer Oberfläche abzusondern, auf der dann die durch organische Abfälle in den Bach gebrachten Verunreinigungen von Zellulose, Papier, Federn usw. leicht festkleben und die Kiemen so verdichten, daß die Fische ersticken müssen. Früher glaubte man, daß jene Abfälle direkt die Kiemen verstopfen, was indes irrig sein soll.

Ein großer Unterschied ist zwischen organischen und anorganischen Abwässern hinsichtlich der Dauer ihrer Einwirkung im Wasser zu machen; während Schiemenz, der Direktor des königlichen Instituts für Binnen-fischerei in Friedrichshagen bei Berlin und sonst eine Autorität in Fischerei-fragen, wiederholt die Ansicht ausgesprochen hat, daß letztere ziemlich schnell verschwinden, ohne Schaden anzurichten, während erstere noch auf eine Entfernung von 60 und mehr Kilometern zu spüren seien, haben gerade die Untersuchungen von Dunbar und Hofer das Gegenteil davon

erwiesen. Ersterer brachte den Nachweis daß das von den Kaliwerken in die Flüsse (Elbe und Weser) geleitete Chlormagnesium unzersezt bis zur Mündung gelangte, daß also von einer Selbstreinigung der Flüsse von diesen anorganischen Abwässern gar keine Rede sein könnte, und Hofer bewies erst jüngst in einem Gutachten über die biologische Untersuchung der Werra vom 6. Februar 1913, daß die Reinigung der Flüsse hinsichtlich der organischen Abwässer ungleich schneller erfolge als der anorganischen.

Zugegeben möge ohne weiteres werden, daß das böse Abwasser der Chlorkaliumfabriken für Fischereischäden und Fischsterben manchmal da verantwortlich gemacht wird, wo ganz andere Umstände, z. B. plötzlich eintretendes Gewitter oder Überschwemmungen oder Flußregulierungen, die eigentliche Ursache bilden. Ebenso ist gewiß der Einfluß der Endlaugen nicht auf alle Fische der gleiche, da z. B. Forelle und Lachs empfindlicher als Karpfen und die meisten übrigen Wildfische sind, auch macht er sich bei höherer Temperatur mehr geltend als bei niedrigerer. Auch wird nicht selten die volkswirtschaftliche Bedeutung der Binnenfischerei gegenüber anderen Beschäftigungsarten und Gewerben des Menschen, die ja auch an den Gaben der Natur ihr Unrecht haben und ihm in höherem Maße Brot und Verdienst gewähren als die Fischerei, übertrieben, obwohl auch diese im Binnenlande jährliche Werte von ungefähr 150 Millionen Mark produziert. Aber die Tatsache bleibt unbedingt bestehen, daß die Endlaugen der Chlorkaliumfabriken nur zum geringen Teile Chlornatrium, zum größeren Chlormagnesium enthalten, das erheblich schädlicher wirkt als jenes, vor allem auf den Laich der Fische und auf die Fauna und Flora des Wassers, die ja bei der Fischzucht eine entscheidende Rolle spielt. Was die Fischerei unbedingt verlangen kann, ist das, daß zu Zeiten großer Trockenheit auch ein entsprechend geringeres Quantum von Laugen in die Flüsse abgeleitet wird und daß die Fabriken gezwungen werden, die gesetzlichen Vorschriften gegen übermäßige Wasserverunreinigung, die ja überhaupt nur das äußerste Minimum enthalten, nun auch wirklich einzuhalten. Wenn das im industriellen England möglich ist, welches seit dreißig Jahren strenge Gesetze gegen Flußverunreinigungen besitzt sowie eine große Zahl von geschulten Bezirksaufsichtsorganen, welche dafür sorgen, daß von Gemeinden und Industriellen die gesetzlichen Forderungen auch erfüllt werden, so sollte man meinen, daß dies endlich auch in Deutschland möglich sei. Ein ausgezeichnetes Vorbild für eine einheitliche, auf genossenschaftlichem Zusammenschluß von Industrien und Gemeinden beruhende Behandlung der Abwasserfrage haben wir in Deutschland in der Emsher-

genossenschaft, welche den wichtigsten Teil des rheinisch-westfälischen Industriegebietes umfaßt.

Unter der übermäßigen Verschmutzung der Gewässer leiden ja schließlich nicht nur Fischer und Fische, sondern die ganze Bevölkerung. Freilich haben alle Menschen in Stadt und Land, die Gemeinden und die Industrie selbst das größte Interesse an möglichst reinem Wasser, auf der anderen Seite aber auch, ihr Abwasser möglichst schnell und möglichst vollständig wieder loszuwerden. Da sie aber an der Menge und Beschaffenheit des von ihnen gelieferten Abwassers nicht viel ändern können, so bleibt nur der Ausweg übrig, es an geeigneter Stelle und mit zweckmäßigen Mitteln so weit zu klären und zu reinigen, daß ein schädlicher Einfluß auf das fließende Wasser möglichst vermieden werde. Ich glaube, daß nach dieser Richtung hin Industrie und Landwirtschaft, speziell die Fischereiwirtschaft, völlig einer Meinung geworden sind, wobei allerdings die Industrie wohl erst durch die zu Recht erkannten Schadenersatzansprüche der Fischer zu diesem Standpunkte veranlaßt worden ist. Es sind gegenwärtig eingehende Untersuchungen im Gange, um die Mittel und Wege ausfindig zu machen, den schädigenden Einfluß der Abwässer gewisser Fabriken auf ein Minimum zu reduzieren. Wir können hier auf diese technischen Fragen natürlich nicht eingehen, verweisen auf das am Schluß mitgeteilte Literaturverzeichnis und möchten nur auf zwei Punkte kurz hinweisen. Die biologische Reinigung der Gewässer etwa in dem Sinne, wie sie Hofser eingeführt hat (Seite 49), wobei Oxidation des Wassers eintritt und Kohlenäure an die Luft abgegeben wird, hat sich im allgemeinen vortrefflich bewährt und zeichnet sich auch dadurch aus, daß sie keine zu große Bodenfläche, wie z. B. die Verieselungsmethode, beansprucht. Eine andere Maßregel, welche geeignet erscheint, durch Abwasser chemischer Fabriken verseuchte Gewässer aufzubessern, besteht in der Anlage von Talsperren im Oberlauf der Flüsse, weil dadurch verhindert wird, daß ihr Wasserstand unter eine gewisse Grenze sinkt, wo die Folgen der Verunreinigung sich doppelt fühlbar machen. Für völlig ungeeignet halten wir dagegen mit Seligo die Anlage sogenannter „Opferstrecken“.

Eine ganze Reihe von Fabriken, welche ihre Abwässer nur unter Anwendung großer Kosten klären können, haben, um Prozessen mit den Fischern aus dem Wege zu gehen, sich durch Kauf oder Pachtung die Nutzung der unterhalb liegenden Gewässer verschafft und dadurch sozusagen die Fischerei auf denselben ausgeschaltet. Solche Flußstrecken, die man gewöhnlich Opferstrecken nennt, sind nun aber für die Fischerei, auch in denjenigen Teilen des Flusses, die nicht dazu gehören, aber mit

ihr in Verbindung stehen, von großem Nachteil. Das Resultat der Einleitung von Säuren ist nämlich eine dauernde Verringerung der im Wasser enthaltenen Bicarbonate, welche für das Gedeihen der Pflanzenwelt von wesentlicher Bedeutung ist. Diese Wasserpflanzen sind aber für die Fische nicht nur indirekt zur Nahrung nötig, sondern tragen auch am meisten zur Zerlegung und Ausscheidung der Verunreinigungsstoffe bei, welche durch die Abwässer den Bächen zugeführt werden. Die „Opferstrecken“ sind also trotz der Entschädigung, welche den Fischern dafür gezahlt wird, ein Krebs= schaden für die gesamte Fischerei und sollten, wenn irgend möglich, gänzlich aufgehoben werden.



Zweiter Abschnitt.

Die Seen.

Je mehr in unsern kultivierten Gegenden einerseits infolge der Vermehrung der Einwohnerzahl, andererseits durch die zunehmende Industrialisierung der Bevölkerung die Verseuchung unserer Bäche und Flüsse zunimmt und letztere immer mehr dem Verkehr dienstbar gemacht und in geradlinig verlaufende Ströme und Kanäle verwandelt werden, wodurch der Fischzucht Abbruch geschieht, desto wichtiger werden für die Fischzucht die kleineren und größeren Binnenseen der Erde, mit denen ja auch unser deutsches Vaterland gesegnet ist. Erstlich liegen sie meist in Gegenden, die von den Fangarmen der Industrie und des Handels noch nicht so fest umschlungen sind, und zweitens macht sich wegen ihrer größeren Tiefe und ihres größeren Umfangs ihr nachteiliger Einfluß lange nicht in dem Maße geltend wie bei den Flüssen und Bächen. Wir beschränken uns bei der Darstellung der Seen und ihrer für die Fischerei in Betracht kommenden Eigenschaften lediglich auf das Deutsche Reich und das gesamte Alpengebiet.

15. Größe und Tiefe der Seen.

Über den Umfang der im Deutschen Reiche vorhandenen stehenden Wasserflächen herrschen vielfach, nicht zum wenigsten gerade in Fischereikreisen, noch sehr unklare Vorstellungen und vorgefaßte Meinungen; daher seien in folgender Tabelle nach den zuverlässigsten vorhandenen Quellen die Seenareale der hier in Betracht kommenden Provinzen und Landes-
teile aufgeführt, zugleich unter Angabe, welchen Anteil sie an der Gesamtfläche jedesmal einnehmen. Selbstverständlich können die Zahlen dieser Tabelle auf völlige Korrektheit keinen Anspruch machen, mit Ausnahme der auf die Provinz Brandenburg bezüglichen, für welche außerordentlich genaue Messungen von Samter vorliegen.

Provinz bzw. Landesteil	Areal qkm	Verhältnis zur Gesamtfläche in %
Ostpreußen	1000	2,6
Brandenburg	800	2,0
Pommern	760	2,5
Westpreußen	640	2,5
Mecklenburg	720	4,5
Posen	400	1,4
Schleswig-Holstein	200	
Sonstige preußische Provinzen	50	
Bayern	300	
Württemberg	25	
Deutscher Anteil am Bodensee	275	
Gesamtareal rund 5200 qkm = 0,96 % des Deutschen Reiches		

Andere Länder besitzen zwar eine relativ erheblich größere Wasserfläche, so Finnland, Schweden, Kanada; wem aber das in Deutschland mit Seen bedeckte Areal gering dünken möchte, der sei daran erinnert, daß die von fließenden Gewässern bedeckte Fläche nur ein ganz unbedeutender Bruchteil jenes Areal's ist. In dem gesamten Alpengebiet mögen die Seen etwa 3500 qkm bedecken, also erheblich weniger als in Norddeutschland.

Zu den natürlichen stehenden Gewässern treten noch eine große Anzahl über ganz Deutschland verteilter künstlicher Seen, also Teiche, hinzu, die zum überwiegenden Teile zu Fischzuchtzwecken angelegt wurden, als der Bedarf an Fischen wegen der vielen Fasttage der früher ganz katholischen Bevölkerung im allgemeinen ein weit größerer als heute und ein Bezug von Seefischen im Binnenlande so gut wie ausgeschlossen war. Die größten zusammenhängenden Teichbezirke in Deutschland sind die Bezirke Altkirch im südlichsten Teil des Oberelsaß, Saarbürg und Château-Salins in Lothringen, Tirschenreuth und Schwandorf in der bayerischen Oberpfalz, Hoyer'swerda-Rotenburg in Niederschlesien mit den angrenzenden Teilen des Königreichs Sachsen, Trachenberg und Militsch in Mittelschlesien mit einem Teile des zu Posen gehörigen Kreises Ostrowo, Kottbus in der Niederlausitz, Neustadt in Sachsen-Weimar mit angrenzenden Teilen von Neuß, endlich Zellerfeld im Oberharz, wo allerdings die Teiche erst zu ziemlich später Zeit aus ganz andern Gründen, nämlich zur Wasserhaltung der dortigen Bergwerke, angelegt wurden. Cronheim schätzt die Gesamtfläche der in Deutschland vorhandenen Teiche auf 1000 bis 1250 qkm. Im benachbarten Böhmen ist insbesondere die dem Fürsten Schwarzenberg gehörige Herrschaft Wittingen in Südböhmen reich an großen Fischteichen.

Zu den natürlichen Seen sind auch in Deutschland in den letzten Jahrzehnten teils den gesteigerten Bedürfnissen der Industrie entsprechend, teils um die Schwankungen der Wasserstände der Flüsse besser zu regulieren, endlich auch um für die Großstädte hinreichend Trinkwasser zu erhalten, eine große Anzahl von künstlichen Seen, Staubecken, entstanden, welche es an Größe zum Teil mit manchem Binnensee aufnehmen können. Es lag natürlich sehr nahe, zu versuchen, diese Staubecken, deren Flächen zum größten Teil der Landwirtschaft verloren gegangen sind, der Fischereiwirtschaft bei der Gelegenheit zurückzugewinnen. Leider haben diese Versuche den gehegten Erwartungen in der Hauptsache nicht entsprochen. Zwar ist die Trockenlegung größerer Teile dieser Staubecken, welche oft längere Zeit hindurch eintritt, der Nahrungsproduktion günstig, es kann sich aber infolge des sehr wechselnden Wasserstandes eine eigentliche Uferbank in ihnen nicht bilden; es fehlt daher der produktivste Teil des natürlichen Sees. Auch ist das Tiefenwasser in den Staubecken wegen des künstlichen unterirdischen Abflusses dauernd in Bewegung und erheblich wärmer als bei natürlichen Seen. Sie besitzen also nicht die natürlichen Zufluchtsstellen der größeren Fische in der wärmeren Jahreszeit; alles Momente, welche einer blühenden Fischzucht im Staubecken widersprechen. Natürlich wird man deswegen doch versuchen, diese bedeutenden Flächen, zumal sie überwiegend in Gegenden liegen, welche keine natürlichen stehenden Wasserflächen besitzen, der Fischzucht nutzbar zu machen durch Einbau von Querdämmen und anderen Vorrichtungen, deren Erörterung nicht hierher gehört.

In den beiden folgenden Tabellen sind für Norddeutschland und die Alpen getrennt das Areal, die absolute und die mittlere Tiefe einiger der bekanntesten und wichtigsten Seen angeführt. Die mittlere Tiefe eines Sees ist diejenige, welche er haben würde, wenn er überall dieselbe Tiefe besäße. Die Tiefenangaben sind, im Gegensatz zu den Angaben in vielen fischereilichen Werken, als authentisch zu betrachten; sie weichen mehrfach von den üblichen, meist zu hoch angenommenen, ab.

I. Nord- und Mitteldeutsche Seen.

Name des Sees	Landesteil	Areal	Größte Tiefe (abgerundet)	Mittlere Tiefe (abgerundet)
		ha	m	m
Arendsee	Altmark	536	49,5	30
Beldahnssee	Ostpreußen	1 364	31	19
Drahtigsee	Pommern	1 862	83	20

Name des Sees	Landesteil	Areal ha	Größte	Mittlere
			Tiefe (abgerundet) m	Tiefe (abgerundet) m
Draufensee	Westpreußen	1 790	2,5	1,25
Enzigsee	Pommern	596	41	14
Gardersee	Pommern	2 500	2,8	1,5
Geserichsee	Westpreußen	3 228	12	5
Goplosee	Posen	3 650	15,7	4,5
Jamundersee	Pommern	2 290	3	2
Kölpinsee	Mecklenburg	2 050	31,4	4
Krakowersee	Mecklenburg	1 690	27,5	8,5
Kummerowersee	Mecklenburg	3 300	30	?
Laachersee	Eifel	331	53	32,5
Langstersee	Ostpreußen	1 110	57	18
Lebasse	Pommern	7 350	5,6	2,2
Löwentinsee	Ostpreußen	2 462	37	11
Lübdesee	Pommern	1 485	46	14
Lyckersee	Ostpreußen	409	57	16
Madüsee	Pommern	3 600	42	19
Malchinersee	Mecklenburg	1 432	10,6	2,5
Mauersee	Ostpreußen	10 400	38,5	11
Müggelsee	Brandenburg	767	8	6
Müskendorfersee	Westpreußen	1 375	30	11
Müritze	Mecklenburg	11 526	33	6
Nariensee	Ostpreußen	1 255	50	13
Napenziensee	Pommern	535	40	11
Nielburgersee	Pommern	933	54	14
Plauersee	Mecklenburg	3 778	27,5	8
Plönersee	Holstein	3 028	60,5	13
Plönersee	Pommern	830	4	3
Pulvermaar	Eifel	35	74	38
Ratzeburgersee	Lauenburg	1 982	25	?
Rheinschersee	Ostpreußen	2 092	51	21
Schaalsee	Lauenburg	2 306	71,5	15
Schluchsee	Schwarzwald	103	33	15
Schwerinersee	Mecklenburg	6 510	43,4	13
Selentersee	Holstein	2 275	34	15
Spirdingsee	Ostpreußen	11 942	25	6,5
Steinhuder Meer	Hannover	3 200	3	1,5
Titisee	Schwarzwald	108	40	21
Tollensee	Mecklenburg	1 735	34	17,3
Vilmsee	Pommern	1 830	6	2,7
Weitsee	Westpreußen	1 444	55	12,3
Wothschwiensee	Pommern	832	30	12
Zarnowitzersee	Westpreußen	1 470	16,5	7

II. Das Alpengebiet.

Name des Sees.	Areal qkm	Größte	Mittlere
		Tiefe (abgerundet) m	Tiefe (abgerundet) m
Achensee	7,34	133	71
Ammersee	47	82,5	38
Attersee	46,72	171	84
Bielersee	39,4	75	28,5
Bodensee	538	252	90
Brienzersee	29,18	281	176
Chiemsee	85	73	24
Comersee	146	410	191
Gardasee	370	346	136
Genfersee	582	310	154
Gmundnersee	25,65	197	90
Hallstättersee	8,58	125	65
Isensee	61	251	123
Königssee	5,17	188	93
Luganersee	48,85	288	130
Maggiore	212	372	175
Millstättersee	13,25	141	86
Mondsee	14,21	68	36
Murtensee	27,42	46	22
Neuenburgersee	239,6	154	64
Ortasee	18,15	143	71
Ossiachersee	10,57	46	19
Starnbergersee	57	123	53
Tegernsee	9,21	71	43
Thunersee	47,92	217	135
Vierwaldstättersee	114	214	104
Walchensee	17,12	196	79
Walensee	23,27	151	103
St. Wolfgangsee	13,15	114	47
Wörthersee	19,43	85	43
Zugersee	38,32	198	84
Zürichersee	87,78	143	44

Die bloße Tiefenangabe eines Sees gibt freilich noch lange kein Bild von der Beschaffenheit des Untergrundes der Seen, da Seen, in welchen große Tiefen vorkommen, dennoch im ganzen recht flach sein können; eine eingehende Beschreibung selbst der wichtigsten Seen würde uns aber viel zu weit führen.

Es wird jedem auffallen, daß die Alpenseen durchweg eine weit größere Tiefe besitzen als die norddeutschen. Infolgedessen sind auch ihre

physikalischen und biologischen Eigenschaften und daher auch wieder die Arten der in ihnen am meisten vorkommenden Fische andere. Am wichtigsten für die Fischereiwirtschaft ist die Uferzone, worunter man nach Seligso Borgang im allgemeinen die Seeflächen mit weniger als 5 m Tiefe bezeichnen kann, obwohl es dabei auch auf die relative Tiefe des Sees ankommt. In dieser Zone spielt sich namentlich das Pflanzenleben des Sees fast ausschließlich ab, aber nicht bloß am Ufer, sondern auch in der freien Seefläche, wo die Pflanzensubstanz in der Hauptsache innerhalb der obersten 5-m-Schicht sich bildet, welche der See neu zu erzeugen vermag und die zu einem großen Teil dem Zooplankton, dem tierischen Plankton, zur Nahrung dient. Es folgt schon aus dieser einen Tatsache, daß, unter sonst gleichen Verhältnissen, flachere Seen fruchtbarer sind als tiefe und daß daher die Kenntnis der Tiefenverhältnisse auch für den praktischen Fischer von größtem Interesse ist.

Von den für die Fischerei hauptsächlich in Betracht kommenden Eigenschaften des Seewassers sind die wichtigsten: die Temperatur, die Durchsichtigkeit, der Druck des Wassers und die chemische Beschaffenheit; seine biologischen Eigenschaften, welche sich auf der Physik und Chemie des Seewassers aufbauen, kommen hier nicht in Betracht, da sie der Gegenstand besonderer Darstellungen sind. (Siehe Literaturverzeichnis.)

16. Der Druck des Wassers.

Der Druck des Wassers nimmt für je 10 m Tiefe ungefähr um eine Atmosphäre zu, d. h. er vermehrt sich pro 1 qcm pro je 10 m Tiefe um je 1 kg. Fische und andere Tiere können sich aus großen Tiefen ohne Gefahr in flaches Wasser begeben, wenn sich keine Gase in ihrem Innern befinden; es ist aber wahrscheinlich, daß die Lebensbedingungen in großen Tiefen auch wegen des hohen hydrostatischen Druckes, der dort herrscht, wesentlich von denen des flachen Wassers abweichen.

17. Strömungen.

Strömungen entstehen in den Seen durch Temperatur-Unterschiede des Wassers, durch einmündende oder ausströmende Flüsse und durch den Wind.

1. Temperatur-Unterschiede bedingen Differenzen im spezifischen Gewicht des Wassers; dasselbe ist bei + 4 ° C am dichtesten und schwersten. Das schwere Wasser sinkt hinab, und leichteres tritt an seine Stelle. Im

Sommer erwärmt sich das flache Wasser an der Küste stärker wie das tiefe Wasser in der Mitte des Sees. Dadurch entsteht eine Strömung,

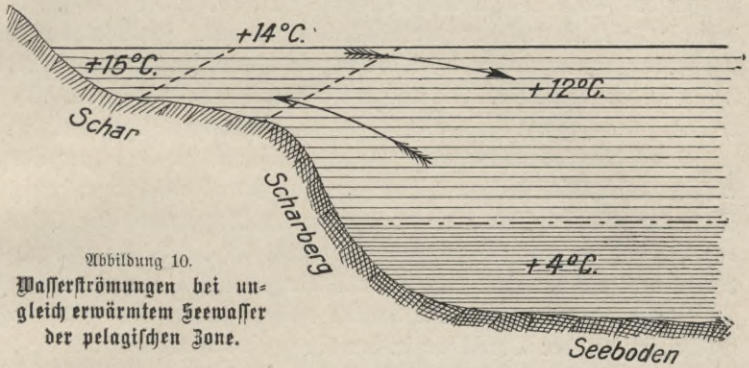


Abbildung 10.
Wasserströmungen bei ungleich erwärmtem Seewasser der pelagischen Zone.

welche an der Oberfläche vom Lande ab und in der Tiefe zum Lande gerichtet ist. Siehe Abbildung 10.

Im Winter kühlt sich das flache Wasser am Ufer schneller ab wie das tiefe Wasser mitten im See; wenn die Abkühlung bis unter 4° fortgeschritten ist, so ist Wasser um so leichter, je kälter es ist. Dadurch entsteht eine

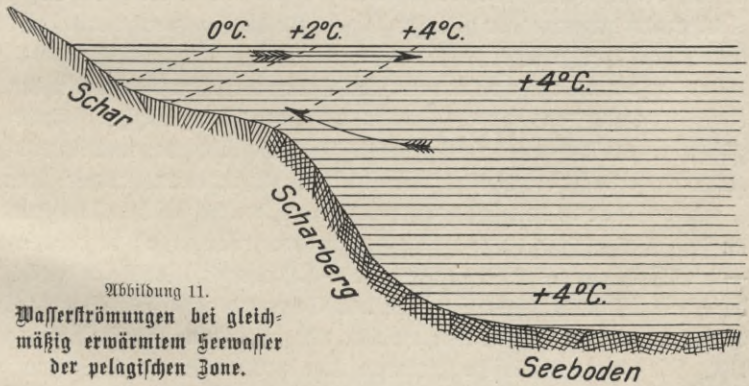


Abbildung 11.
Wasserströmungen bei gleichmäßig erwärmtem Seewasser der pelagischen Zone.

Strömung, wie sie Abbildung 11 veranschaulicht und wie sie T. J. Buchanan im Winter 1879 am Loch Lomond in Schottland beobachtet hat.

2. Flüsse, die in einen See einmünden oder aus einem solchen abfließen, erzeugen in demselben korrespondierende Strömungen. Im Sommer hat z. B. das Wasser der Rhone eine Temperatur von + 6 bis 12 ° C, das

des Genfer Sees an der Oberfläche eine solche von 15 bis 25° C. Infolgedessen sinkt das einströmende, mit Schlamm beladene, kältere und schwerere Wasser des Flusses bis zu 40 bis 80 m Tiefe herab und breitet sich dort wie ein Tafeltuch zwischen zwei Wasserschichten aus. Im Winter ist das Wasser der Rhone gewöhnlich leichter wie das Seewasser und fließt infolgedessen an der Oberfläche. Die erdigen Teile, welche das Wasser des Flusses trüben, setzen sich am Grunde des Sees ab, der also als Klärbecken dient.

Durch die Wellenbewegung wird das Wasser bis zu einer ihrer Größe entsprechenden Tiefe aufgewühlt und gemischt. Nach Forel sind an sandigen Ufern des Genfer Sees an den sogenannten Rippelmarks die Spuren der Wellenbewegung bis zu einer Tiefe von 6,2 bis 8,8 m erkennbar; bei 10 m Tiefe hört jede erkennbare Wirkung auf.

Durch den Wind und die Wellen entsteht ferner eine Strömung, welche sich an der Oberfläche in der Richtung des Windes und in der Tiefe in entgegengesetzter Richtung bewegt. Die Tiefe, in welcher die rückläufige Strömung fließt, hängt von der Temperatur und dem spezifischen Gewicht des Wassers ab. Im Sommer, wo die Temperatur in verschiedenen Tiefen sehr verschieden ist, läuft im Genfer See die rückläufige Strömung, wenn nach Windstille Sturm eintritt, in 10 bis 20 m Tiefe. Wenn der Sturm längere Zeit dauert, so vertieft sich die untere Strömung bis zu 30 und 50 m, wenn sich das Wasser bis dahin gemischt und gleichmäßige Temperatur angenommen hat. Im Winter, wo die Temperaturunterschiede des Wassers viel geringer sind, werden die Schwimrneze, die in 200 bis 300 m Tiefe treiben, gar oft in einer dem Sturm entgegengesetzten Richtung verschlagen und verwirrt; ein Beweis, daß dann der rückläufige Strom bis zu den tiefsten Tiefen des Sees gelangt. Dies trägt dazu bei, im Winter die ganze Wassermasse des Sees zu mischen und ihre Temperatur zu erniedrigen.

Die Schar ist eine fast horizontale Ebene, welche sich bei Sandgrund an das Ufer anschließt und welche bis zu dem steilen Abfall in die Tiefe — dem Scharberg oder der Halde — sich erstreckt. Die Schar entsteht durch die Wellenbewegung, welche den Seegrund aufwühlt, Sand und Schlamm an dem flachen Ufer erodiert und in tieferem Wasser ablagern läßt. Die untere rückläufige Strömung transportiert Sand und Schlamm vom Ufer in tieferes Wasser. Die Wassertiefe entspricht auf der Schar der Tiefe, bis zu welcher die Wellenbewegung imstande ist, den Grund zu erodieren; im Genfer See ist sie 2 bis 6 m; bei unseren norddeutschen Seen schwankt sie nicht selten in einem und demselben See an verschiedenen Stellen um mehrere Meter. Nur an der Hand von Tiefenkarten läßt sich eine Anschauung von der Gestalt der Schar gewinnen.

18. Temperatur.

Die Wassertemperatur unterliegt je nach der geographischen Lage, den Tiefenverhältnissen, der größeren oder geringeren Durchflutung, der Größe des Einzugsgebietes, endlich je nach den Jahreszeiten außerordentlich großen Schwankungen. Im allgemeinen nimmt die Temperatur des Seewassers ab, je höher ein See liegt und in je höheren Breitengraden er sich befindet; es gibt Seen, deren Temperatur nur in ganz kalten Wintern an irgend einer Stelle unter die Temperatur der größten Dichte des Wassers, also unter 4° , sinkt. Diese Seen frieren, wenn überhaupt, nur an windgeschützten Buchten und, wie schon oben gesagt, nur ausnahmsweise in harten Wintern zu. In Norddeutschland haben wir solche Seen nicht. In den Alpen gehören dazu die großen Seen an ihrem Südfuß: der Como-See, Lago Maggiore und Garda-See, ferner der Genfer See, der Vierwaldstätter See, der Zuger See, der Walensee und endlich der Bodensee, obwohl einzelne Teile dieses Sees fast in jedem Winter eine Zeitlang mit Eis bedeckt sind. Alle übrigen Seen in Deutschland und in den Alpen werden in der kühlen Jahreszeit so kalt, daß ihre Temperatur immer unter 4° sinkt. Da, wie schon oben bemerkt, Wasser von dieser Temperatur am dichtesten ist, so sinkt es an den Boden der Seen, und bei weiterer Abkühlung schwimmt dann das noch kältere Wasser, da es leichter ist, oben. Diese physikalische Tatsache ist ja auch der Grund, weshalb Seen nie vom Grunde aus, sondern immer von der Oberfläche aus zufrieren; im andern Falle müßten ja auch wenigstens flache Seen vollständig von unten bis oben zu Eis gefrieren und alle Fische notwendig zugrunde gehen.

Das Wasser kühlt sich im Herbst auf der flachen Schar am Ufer schneller ab wie das tiefe Wasser mitten im See, und schon Forel hat im Genfer See die Beobachtung gemacht, daß sich auf dem Rande des Scharberges eine Barre Wassers von größter Schwere und $+4^{\circ}$ C bildet, wenn das Wasser im tiefen See noch wärmer ist und das am flachen Ufer sich bereits weiter abgekühlt hat. Siehe Abbildung 12. Dann ist auf der Schar das kälteste Wasser oben und im tiefen See unten. Von der sogenannten thermischen Barre fließt das $+4^{\circ}$ C warme Wasser ununterbrochen am Scharberge in die Tiefe ab, und es bildet sich die Barre immer von neuem, indem sich das kältere Wasser am Ufer mit dem wärmeren Wasser im See vermischt.

Die Abkühlung der tieferen Wassermassen schreitet so lange fort, bis der See sich mit Eis bedeckt; die Eisbildung aber setzt der ferneren

Abkühlung aus folgendem Grunde eine Schranke. Wenn sich Wasser in Eis verwandelt, so wird die im flüssigen Zustande gebundene, sogenannte latente oder Schmelzwärme frei. Man nennt Kalorie diejenige Wärmemenge, welche 1 kg Wasser um 1° C erwärmt. Die Schmelzwärme für 1 kg Eis von 0° C ist = 79,25 Kalorien, und wenn man 1 kg pulverisiertes Eis von 0° C mit 1 kg Wasser von 79,25° C vermischt, so erhält man 2 kg Wasser von 0° C Temperatur. Es ist also klar, daß bei dem Gefrieren des Wassers eine große Menge Kälte durch die frei werdende Schmelzwärme unwirksam gemacht wird; deshalb schreitet die Abkühlung der ganzen Wassermasse um so weniger weit vor, je früher der See zufriert. Sobald eine Eisdecke vorhanden ist, werden die Kältemengen, welche neu

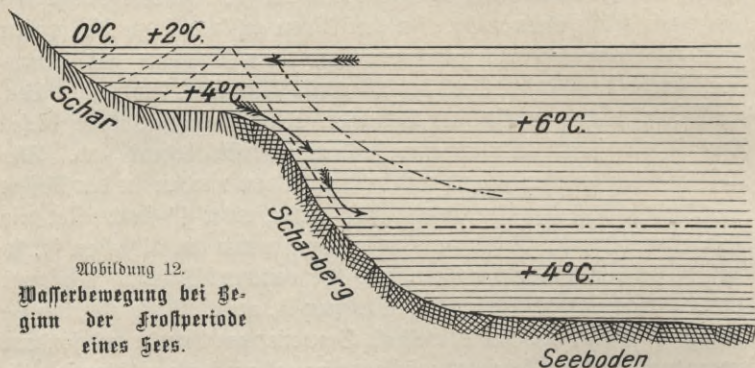


Abbildung 12.
Wasserbewegung bei Beginn der Frostperiode eines Sees.

eindringen, durch die Eisbildung fast vollständig absorbiert und gelangen nur sehr langsam in größere Tiefen. Bei wellig bewegtem Wasser geschieht das Zufrieren nach Forel in einem großen See ähnlich wie bei einem Strome bei Eisgang: die treibenden Schollen frieren zu einer zusammenhängenden Eisdecke zusammen.

Die Schnelligkeit, mit welcher sich ein See mit Eis bedeckt, und die Dicke des Eises hängen sowohl von der Beschaffenheit des Sees als auch von den Witterungs Umständen ab. Flache Seen überziehen sich unter sonst gleichen Witterungsverhältnissen schneller und intensiver mit Eis als die tiefen Seen, weil das Quantum Wasser, das bis zu 0° abgekühlt worden ist, ein relativ weit geringeres ist. Bei ganz flachen Seen kommt es daher auch in sehr harten Wintern vor, daß sie von unten bis oben gänzlich ausfrieren. Tiefe Seen frieren bei sonst gleicher Lufttemperatur schneller bei ruhigem Wetter zu als bei stürmischem, weil letzteres die wärmeren

Schichten der tieferen Partien immer wieder von neuem an die Oberfläche führt, es also weit länger dauert, bis sich die Oberfläche auf 0° abgekühlt hat. Ist aber unter diesen Umständen eine Eisdecke entstanden, dann hält sie aus leicht begreiflichen Gründen länger an und wird dicker als in dem andern Falle. Diejenigen Alpenseen, die überhaupt zufrieren, sind meist ein volles Vierteljahr und darüber mit Eis bedeckt, das gewöhnlich in dieser Zeit nicht mehr aufstaut, während unsere norddeutschen Seen, der schwankenden Witterung entsprechend, im Winter meist öfter zu- und aufgehen.

In Seen, welche durchschnittlich im Winter nicht zufrieren, liegt die Temperatur der tieferen Schichten durchweg über 4° ; sie steigt z. B. im Como-See bis auf 7° und im Genfer See bis auf $5,5^{\circ}$; sie ist keineswegs konstant, wie man früher meistens annahm, sondern von dem klimatischen Verhalten der einzelnen Jahre abhängig.

Nachdem im Frühjahr das Eis der Seen morsch geworden und mehr oder weniger langsam verschwunden ist, beginnt auch die Temperatur der Oberfläche sich allmählich wieder auf 4° und mehr zu erheben und damit die Zeit, in welcher wieder die tiefsten Schichten die kältesten, die obersten die wärmsten sind. Man nennt diesen Zustand im Gegensatz zu der verkehrten Schichtung im Winter die direkte Schichtung. Nimmt im Laufe des Sommers die Temperatur der Luft mehr und mehr zu, so steigt zwar auch die Temperatur des Wassers, aber der See nimmt erstens nicht die gleiche Temperatur wie diejenige der Luft an und erwärmt sich zweitens von oben nach unten nur allmählich. Daß die Temperatur des Wassers fast immer unter derjenigen der Luft bleibt, hängt mit seiner weit größeren Wärmekapazität zusammen, d. h. es bedarf einer weit größeren Wärme, um 1 cbm Wasser um etwa 1° zu erwärmen, als um das gleiche Volumen Luft wärmer zu machen. Dafür aber erfolgt auch eine Abkühlung des Wassers in einem weit langsameren Tempo als diejenige der Luft, so daß es die häufigen großen Schwankungen, denen die Lufttemperatur im Sommer fast immer unterworfen ist, nicht mitmacht. Da nun weiter das Wasser im Gegensatz zur Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter und noch viel weniger fähig ist, empfangene Wärme weiterzustrahlen, so kann man leicht verstehen, daß das Wasser der Seen sich nur langsam in der Tiefe erwärmen kann. Abbildung 13 erläutert die Wärmeentwicklung im Zuger See im Laufe des Jahres 1908 als ein Beispiel für tiefe Seen. Da, wie oben auseinandergesetzt, das Wasser die Erhöhung der Lufttemperatur am Tage und ihre Erniedrigung in der folgenden Nacht nur unvollkommen mitmachen kann, so bildet sich in einer bestimmten Tiefe

eine nach den örtlichen Verhältnissen wechselnde Grenzschicht, bis zu welcher die Einwirkung der Luft Temperaturänderungen bewirken kann. Bis zu dieser Schicht ist das Wasser in den meisten Seen unserer Gegend im Sommer ziemlich gleichmäßig warm; unterhalb derselben hat es aber noch die kühle Temperatur des Winters. Es wird also von dieser Schicht ab schnell kühler und bewahrt dann die gleiche Temperatur ungefähr bis zum Boden. Die Schicht, in welcher sich die Temperatur des Wassers

plötzlich ändert, nennt man die Sprungschicht; sie liegt nicht in allen Seen zu derselben Zeit, in derselben Tiefe, erreicht vielmehr die gleiche Tiefe um so später, je tiefer der See im ganzen ist. Für die Fischerei ist diese Schicht von besonderer Bedeutung, erstens weil die chemischen Umsetzungen im Wasser, vor allem die Sauerstoffproduktion von der Temperatur des Wassers unmittelbar abhängt, und dann, weil die

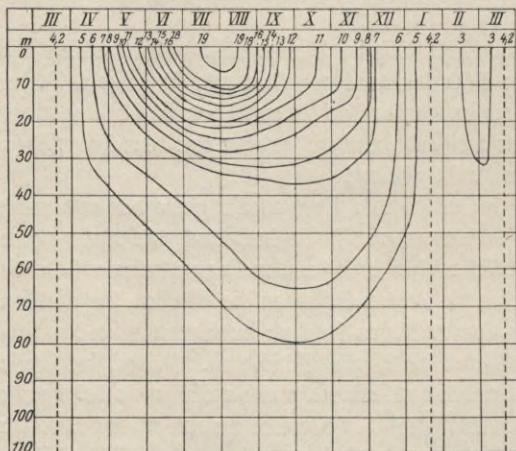


Abbildung 13.
Temperaturen des Zuger Sees vom März 1908 bis März 1909.

Die Kurven verbinden die Tiefen gleicher Temperatur.
(Nach Brutschy, Monogr. Studien am Zugersee.)

Menge der Organismen, von denen ein Teil der Fische gänzlich, der Laich fast aller Fische zu Zeiten gänzlich lebt, von der Temperatur des Wassers abhängig ist. Die Wärmeverteilung im See erleidet große Veränderungen, wenn Wind sein Wasser durcheinanderbringt. Bläst ein Wind stark und lange genug aus derselben Richtung, so werden dadurch zeitweilig die tieferen, kühleren Schichten an die Oberfläche befördert, und das wärmere Oberflächenwasser sinkt dafür in die Tiefe. Selbstverständlich kann dieser Zustand, der ja eine Gleichgewichtsstörung der Wasserschichten bedeutet, nicht lange andauern; nach einer gewissen Zeit müssen doch wieder die kälteren, schwereren Schichten in die Tiefe sinken, die wärmeren, leichteren an die Oberfläche kommen, und so entstehen Strömungen, von denen schon oben die

Rede war, die jeder praktische Fischer kennt und die den Standort der Fische außerordentlich beeinflussen. Man darf nicht glauben, daß diese Wasserverfälschungen sich nur etwa auf die obersten Wasserschichten beschränken, vielmehr hat man nachgewiesen, daß der Einfluß hinreichend starker, in derselben Richtung wehender Winde bis in 100 und mehr Meter Tiefe hinabreicht. Um so mehr macht er sich in den oberen Wasserschichten, namentlich in der Sprungschicht, geltend, und man kann hier innerhalb weniger Stunden an ein und derselben Stelle im See Temperaturunterschiede bis zu 10 Grad, ja noch mehr finden. Da, wie schon gesagt, von den Wärmeverhältnissen die Nahrung und der Standort der Fische sehr stark beeinflusst wird, so ist das oft recht mühsame Studium der Temperatur der Seen in ihren verschiedenen Teilen auch vom fischereilichen Standpunkte aus nützlich. Bestimmte Angaben über die Temperaturverhältnisse in verschiedenen Seen zu verschiedenen Zeiten sind hier fortgelassen worden, da sie für den praktischen Fischer keine Bedeutung haben und ohnehin naturgemäß schnellen Veränderungen ausgesetzt sind. Interessenten finden im Literaturverzeichnis Bücher, in denen sie darüber nachlesen können. Noch sei erwähnt, daß tiefe Seen im allgemeinen erheblich kühler als flache sind, mit Ausnahme des Spätherbstes, in welchem dies umgekehrt der Fall ist aus Gründen, die bereits oben auseinandergesetzt wurden. Seen, welche von verhältnismäßig starken Strömen durchflossen sind, besitzen im Sommer kühleres, in der kühlen Jahreszeit wärmeres Oberflächenwasser als solche, die nur unbedeutende Zu- und Abflüsse haben, weil das Wasser der Zuflüsse im Sommer meist kühler, zur kühleren Jahreszeit wärmer als das der Seen ist. Selbstverständlich wird dadurch auch das Tiefenwasser solcher Seen abgekühlt. Die Menge der durch die Zuflüsse in den See geführten festen Bestandteile hat auf die Temperatur des Sees selbst so gut wie keinen Einfluß, obwohl technische Gutachten fälschlich oft das Gegentheil davon behaupten. Bei unseren Seen in Norddeutschland ist dies im allgemeinen nicht der Fall, auch besitzen sie meist ein im Verhältnis zu ihrer Größe nur unbedeutendes Zuflußgebiet, so daß ihre Wärme in der Hauptsache, abgesehen von ihrer natürlichen geographischen Lage, durch ihre Tiefe und die Verhältnisse der Atmosphäre in ihrer Umgebung bedingt ist. — Es wurde schon oben bemerkt, daß in der Tiefe an ein und derselben Stelle die Temperatur großen Schwankungen ausgesetzt ist infolge der Strömungen, welche durch heftige Winde veranlaßt wurden; aber auch bei ruhigem Wetter zeigt namentlich das Wasser an der Oberfläche recht verschiedene Temperaturen an, je nachdem es an einer flachen Stelle oder über tiefem Wasser gemessen wurde (siehe Seite 65), und vor allem

je nachdem die betreffende Stelle direkt von Sonnenstrahlen getroffen wurde oder im Schatten lag. Ist nämlich Wasser an einer flachen Stelle der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt, so wirkt auch die Bestrahlung des Wassers vom Boden aus, und es können dann gleichzeitig Temperaturunterschiede angetroffen werden, die 5 bis 6 und noch mehr Grad übersteigen. Im Michigan, einem der bekannten 5 großen Seen an der Grenze der Vereinigten Staaten und Kanada, und im Baikal, einem großen See in Ostsibirien, der zugleich der tiefste der Erde ist (über 1500 m), sind sogar Temperaturunterschiede zwischen Ufer und der Mitte des Sees an der Oberfläche bis zu 15° gefunden worden. Die Beschaffenheit und die Ausdehnung des Scharberges spielen hier eine große Rolle, und daher sind auch bei gleichen Verhältnissen der Atmosphäre die Wärmeverhältnisse selbst benachbarter Seen oft ganz verschieden.

Ein nicht geringer Teil unserer norddeutschen Binnenseen sowie einige wenige Seen der Alpen werden überwiegend von Grundwasser gespeist, welches jahraus, jahrein ungefähr die gleiche Temperatur von 8° besitzt; daher kommt es, daß die Bodentemperatur solcher Seen meist nicht unerheblich wärmer ist als die Temperatur derjenigen Seen, welche überwiegend von Meteorwasser genährt werden; eine Anzahl von Seen besitzt auch unterseeische Quellen, deren Einfluß auf die Temperatur und vor allem auf das Gefrieren der Seen indes meist überschätzt wird. Es gibt im allgemeinen nur wenig Seen, deren Quellreichtum so bedeutend ist, daß er z. B. das Zufrieren verzögern könnte. Meist sind diese Quellen salzhaltig und tragen schon dadurch zur Erwärmung des Bodenwassers bei; zu ihnen gehört z. B. der innerhalb der Stadt Salzingen gelegene See, das Ulmener Maar u. a. Die Tatsache, daß es namentlich in tiefen Seen fast stets einige Stellen gibt, die erheblich später, manchmal auch gar nicht zufrieren, hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß die aus dem Norden zur Winterszeit zu uns ziehenden Wasservögel sich an einer bestimmten Stelle, und zwar meist über der größten Tiefe, weil es da etwas wärmer ist, aufhalten und durch ihre beständige Bewegung das Wasser verhindern, an dieser Stelle zu gefrieren.

Ein Beweis dafür scheint mir darin zu liegen, daß diese offenen Stellen von Jahr zu Jahr ihren Platz verändern, was unmöglich wäre, wenn etwa an einer bestimmten Stelle warme Quellen die Temperatur an der Oberfläche beeinflussen könnten. Diese Annahme, der man in Laienkreisen sehr oft begegnet, beruht natürlich auf keinerlei erweislichen Tatsachen.

19. Durchsichtigkeit und Farbe.

Die größere oder geringere Durchsichtigkeit des Wassers ist ein auch für die Fischerei wichtiger Faktor, weil der Reichtum an Organismen im See und damit auch der Standort der Fische im engen Zusammenhang mit ihr stehen. Die Durchsichtigkeit des Wassers im See bestimmt man dadurch, daß man beobachtet, in welcher Tiefe eine runde, weißlackierte Blechscheibe von einer bestimmten Größe dem Auge des Beobachters entwindet, oder dadurch, daß man photographische lichtempfindliche Platten ins Wasser versenkt und probiert, bis zu welcher Tiefe die Wirkung des Lichtes auf diese Platten noch eintritt. Die an zweiter Stelle genannte Methode liefert zwar exaktere Resultate und zeigt besser an, bis zu welcher Tiefe das Licht wirklich in das Wasser hineindringt, ist aber sehr von der objektiven Beschaffenheit der lichtempfindlichen Platte, die ziemlich großen Schwankungen ausgesetzt ist, abhängig und wird daher in ihrer praktischen Brauchbarkeit von der zuerst genannten Methode weit übertroffen. Forel fand bei Versuchen im Genfer See, daß die photographische Wirkung für Chlor Silberplatten in einer Tiefe von 110 m, im Bodensee von 50 m aufhört, während Asper bei Benutzung von Jodbromsilberplatten die untere Grenze im Züricher See bei 100 m, im Balensee bei 140 m fand und Sarasin im Genfer See auf diese Platten bei einer Expositionsdauer von 10 Minuten im März keine Wirkung mehr fand in einer Tiefe von 240 m, im September eine sehr schwache Wirkung in 170 m und im August eine nur schwache Wirkung in 113 m. Es ergibt sich hieraus einmal als Grenze der absoluten Dunkelheit für Jodbromsilberplatten eine Tiefe von 200 bis 240 m und dann, daß diese Tiefe für jede lichtempfindliche Substanz verschieden liegt, sowie endlich, daß ihre Lage sich sowohl von See zu See als auch mit der Jahreszeit ändert. Untersuchungen über die Grenze der absoluten Dunkelheit für das menschliche Auge, die im Genfer See gemacht wurden, ergaben als Grenze in horizontaler Richtung 50,9 m, in vertikaler 60,8 m, also 15 % mehr. Es ist möglich, daß die Grenze der absoluten Dunkelheit für die Wassertiere eine andere ist als für die Menschen; Forel hat bei seinen Untersuchungen in Schweizer Seen mit Augen begabte Tiere bis in Tiefen von 3- bis 400 m gefunden, andererseits aber auch in weit geringeren Tiefen völlig blinde Tiere. Für die praktische Fischerei viel wichtiger ist die Feststellung der unteren Grenze der Bildung von vegetabilischen Farbstoffen, weil davon wiederum die Fischnahrung abhängig ist. Im Genfer See liegt die untere Grenze des Vorkommens von grünen Wasserpflanzen für Characeen 25 m, für Moose

60 m und für lebende Diatomeen im Sommer 30 m, im Winter 80 m. In den norddeutschen Binnengewässern, überhaupt in allen flacheren Seen, liegt diese Vegetationsgrenze erheblich höher; Seligo fand Characeen nie tiefer als höchstens 7 m und auch nur sehr selten, dementsprechend die Vegetation der Fadenalgen. Für die Mehrzahl unserer Seen nimmt er die Grenze des Vegetationsgürtels innerhalb der schon Seite 62 erwähnten 5-m-Zone an.

Professor Dr. Rob. Caspary in Königsberg, der eine sehr große Zahl von Seen im nördlichen und westlichen Deutschland, in Belgien, Frankreich, Schweden und Lappland,

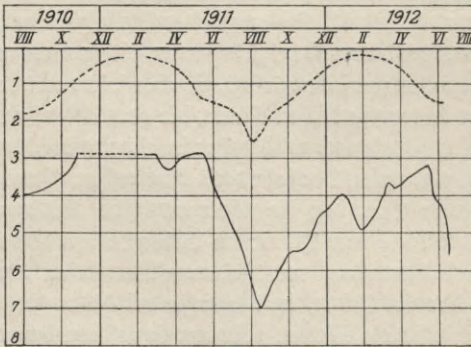


Abbildung 14.

Die Lichttiefe im Schalkenmaarer Maar.

Die punktierte Linie gibt die Oberflächentemperatur.
 (Aus H. Thienemann, physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel.)

zusammen über 1700, untersucht hat, fand, daß in Norddeutschland für die wurzelnden Wasserpflanzen die unterste Grenze gewöhnlich zwischen fast 3 und fast 7 m Tiefe ist. In den Seen von Ost- und Westpreußen, Hinterpommern und Brandenburg ist diese Grenze in der Regel 2,8 m, selten 5 bis fast 7 m. Nur in zwei Fällen wurden im Kreise Allenstein in 6,3 und 6,5 m Tiefe Hydrilla Ver-

ticillata (Elodea Canadense) in ganz kleinen Exemplaren und in einem See des Kreises Graudenz Chara Stelligera so tief gefunden. Im allgemeinen erreichen die wurzelnden Pflanzen eine um so größere Tiefe, je klarer das Wasser ist.

Die Sichtbarkeitsgrenze der vorhin erwähnten weißen Scheibe ist in den einzelnen Seen außerordentlich verschieden und wechselt auch je nach der Jahreszeit. Im Tahoeesee in Kalifornien lag sie in 36 m Tiefe; dies ist aber ein ganz erzeptioneller Fall; in dem klarsten Alpensee, dem Gardasee, konnte die Scheibe bis in 22 m Tiefe gesehen werden; in andern tiefen Alpenseen liegt die Durchsichtigkeitsgrenze meist in 16 bis 20 m Tiefe; in den tiefen norddeutschen Binnenseen geht sie ausnahmsweise bis auf 10 m herab, und nur in den tiefen Eifelmaaren konnte die Scheibe bis in 12 m Tiefe gesichtet werden; in den flacheren, wie z. B. im nur 23 m tiefen

Schalkenmehrener Maar (Abbildung 14), liegt die Grenze weit höher. Jene extremen Zahlen gelten auch nur für die kühleren Jahreszeit, in welcher der Gehalt an Plankton und den übrigen Beimengungen des Wassers am geringsten ist. Im Sommer liegt die Durchsichtigkeitsgrenze in den Alpenseen nur in 5 bis 8 m, in unsern norddeutschen Seen sogar nur in 2 bis 4 m; in durch Wellenschlag getriebenen Gewässern, die einen schlammigen Untergrund besitzen, ist die Scheibe nicht selten in wenigen Dezimetern Tiefe dem Auge entrückt. In Seen mit verhältnismäßig starken Zuflüssen ist die Durchsichtigkeitsgrenze weniger durch den Gehalt an Plankton als durch die von den Zuflüssen zugeführten anorganischen, suspendierten Bestandteile bedingt, hängt also in diesen Fällen besonders auch von der Menge der Niederschläge in das Einzugsgebiet ab, welche geeignet sind, feste Bestandteile dem See zuzuführen. Der Stand der Sonne muß bei der Bestimmung der Durchsichtigkeitsgrenze des Wassers berücksichtigt werden; je höher die Sonne steht, desto tiefer liegt die Durchsichtigkeitsgrenze, da die Lichtstrahlen, je weniger schief sie die Wasseroberfläche treffen, desto tiefer in das Wasser hineindringen. Der Unterschied macht sich aber nur bei größerer Durchsichtigkeit geltend und scheinbar auch nur im Winter und Frühjahr. Durchsichtigkeitsbestimmungen sind nur dann wirklich miteinander vergleichbar, wenn sie unter denselben äußeren Bedingungen angestellt wurden, also z. B. mit einem geschwärzten Sehrohr.

Die Farbe des Seewassers kommt für die praktische Fischerei weniger in Betracht und soll daher hier nur ganz kurz gestreift werden. Im allgemeinen besitzen Seen mit durchsichtigem Wasser eine mehr den blauen und grünen Farbtönen sich nähernde Eigenfarbe als die Seen mit trübem Wasser.

Chemisch reines Wasser genügender Dichte erscheint blau, die übrigen Farbentöne eines Sees, die wirklich auftreten, sind durch die organischen und anorganischen Bestandteile bedingt, welche im Seewasser vorkommen und von denen das Licht zurückgeworfen wird. Da das Wasser von Seen in Kalkgebirgen mehr Substanzen zu lösen vermag als z. B. im Flachlande oder in Moorgegenden gelegene Seen, so nähert sich ihre Farbe den blauen Farbentönen mehr als das der zuletzt genannten Seen, deren Wasser von den gelösten Humusäuren eine eigentümliche, schwer zu definierende dunkle Färbung besitzt. Flachsee und solche mit relativ starken Zuflüssen besitzen meist eine gelblich-graue bis gelblich-braune Färbung, weil ihr Wasser durch die starke Vegetation oder durch die eingeschwemmten festen Bestandteile erheblich getrübt ist. Für den Fang der Fische ist übrigens die Färbung des Wassers nicht ohne Bedeutung. Bei trübem Himmel

erscheinen die meisten Seen in anderer Farbe als bei heiterem, diese Erscheinung hat aber mit der objektiven Eigenfarbe des Sees nichts zu tun.

20. Die chemische Beschaffenheit.

Die Chemie des Seewassers hängt natürlich in erster Linie von der Beschaffenheit der Flüsse ab, welche den See ernähren; da aber zu seiner Nahrung außer dem Boden und den Ufern auch das Meteorwasser, welches ihn selbst und sein Einzugsgebiet trifft, wesentlich beiträgt, so weicht seine Beschaffenheit von derjenigen der einmündenden Flüsse und Bäche oft recht wesentlich ab. Namentlich hinsichtlich der durch organische Substanzen bedingten Oxydierbarkeit des Wassers, die man durch eine entsprechende Menge von Kaliumpermanganat exakt bestimmen kann, spielt die Beschaffenheit des Seebeckens selbst, namentlich seine Tiefe, seine Flora und Fauna, eine größere Rolle als das Wasser der Zuflüsse. Die Gesamtmenge der organischen Bestandteile überschreitet selten 1 bis 2 cg im Liter. Im übrigen vergleiche man das auf Seite 44 über die chemische Zusammensetzung des Flußwassers Gesagte, dementsprechend Seen im Urgebirge sehr viel weniger Trockenrückstände besitzen, also mineralisch gesprochen ärmer sind als Seen im Kalkgebirge. Dies trifft auch dann zu, wenn letztere geringere Zuflüsse besitzen als erstere. In folgenden beiden Tabellen sind von einigen Seen die hauptsächlichsten chemischen Bestandteile zusammengefaßt; nur wolle man beachten, daß auch die Zusammensetzung des Seewassers zeitlich wie örtlich Schwankungen ausgesetzt ist, welche selbstverständlich in kleineren Seen ein größeres Ausmaß haben als in größeren.

mg im Liter	Schulensee bei Kiel	Weißersee b. Oldenburg i. S.	Grubersee b. Oldenburg i. S.	Schrenk- teich bei Kiel	Madongsee (Sibir.)	Moichsee (Sibir.)	Mauersee (Sibir.)	Wyschetersee (Sibir.)	Dremszsee (Sibir.)	Geserichsee (Westfir.)
Gesamtrückstand . . .	368	497	1040	392	203,8	159,7	165,5	129,5	160	164,2
Organische Substanz	139	149	193	138	—	—	—	—	—	—
Glührückstand	229	407	892	254	162,7	125,7	135,0	104,5	122	117,2
Kalk	93	—	—	84,5	59	46	51	38	51,1	49,4
Magnesia	0,5	—	—	3,5	12,6	7,6	10,1	5,4	5,0	4,7
Schwefelsäure	14	64	139	—	20,9	13,0	22	11,3	13,2	13,3
Chlor	15	114	362	23,6	5,9	7,1	7,9	4,9	6,7	6,8
Eisen	11,6	0,2	0,1	0,6	—	—	—	—	—	—
Ammoniak	0	0,05	Spuren	0	0,3	Spuren	Spuren	Spuren	0,4	0,5
Salpetrige Säure . .	—	Spuren	0	—	Spuren	0	0	0	Spuren	Spuren
Gesamthärte	10,1	10,9	18,8	11,2	7,7	5,6	6,5	4,5	5,8	5,6

mg im Liter	Bodensee	Starnbergersee	Kochelsee	Walchensee	Badersee	Erisee	Königssee	Chiemsee	Schliersee	Tegernsee	Gemtersee	Plattensee
Gesamtrückstand	171,8	148,5	188,02	140	158,78	126	97,7	179,2	188	208	171	371
Natron	17	1,1	1,21	1,22	1,13	1,17	0,7	4,4	3,2	3,6	11	22,6
Nali	2,3	1,06	1,15	1,17	1,10	1,12	1,3	3,0	3,0	2,8	5,7	7,1
Magnesia	11,1	21,13	14,75	18	15,6	14,68	5,1	21,8	18,7	24,0	11,4	48,4
Kalk	62,6	52,05	79,37	50,6	61	48,21	42,3	57,4	72,1	75,8	63,3	27,2
Eisenoxydul.	—	0,19	0,17	0,58	0,90	0,81	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,9
Tonerde	—	1,04	0,98	2,19	1,75	1,65	3,1	1,2	3,0	1,8	—	1,4
Ammoniak	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	2,0	5	1,57	1,28	1,35	1,20	1,2	1,8	3,1	1,8	1,2	14,5
Schwefelsäure	22,1	8,31	26,18	7,59	12,19	7,79	4,5	17,4	17,7	25,8	41,2	66,3
Chlor	0,4	2,47	2,62	2,54	2,36	2,64	0,6	3,1	1,1	1,3	1,1	11,3
Kohlensäure	—	128,5	151	120	119	108	38,8	69,5	70,4	71	—	354,9

Durch biologische Vorgänge wird das Seewasser beständig Veränderungen unterworfen, insofern die Assimilations- und Ernährungsfunktionen der Pflanzen die gelösten Substanzen niederschlagen; die Tiere aber sondern in ihrem Sekret Kieselsäure, Karbonate, Phosphate und Oxalate oft in so bedeutenden Mengen ab, daß sie nach ihrem Ableben organogene Neubildungen auf dem Grunde der Seen, besonders in der Uferzone, hervorrufen. Das gilt noch mehr von den im Seewasser gelösten Gasen, die für das Fischleben größeren Einfluß haben als die Menge der im Wasser gelösten festen Substanzen. Auch hierüber beachte man das auf Seite 44 Gesagte. Die wichtigsten der im Seewasser gelösten Gase sind natürlich Sauerstoff, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Während man noch vor kurzem annahm, daß letzteres, den Fischen natürlich sehr nachteilige Gas nur ausnahmsweise in Seen vorkäme, haben neuere Untersuchungen von Dr. Seligo, dem Verfasser und dem kgl. Institut für Meereskunde in Berlin ergeben, daß es sich viel häufiger am Grunde von Seen, die durch tiefe Kolke ausgezeichnet sind, findet. Zumal in kleinen von Laubwald umgebenen Seen ohne größere Zu- und Abflüsse findet es sich häufig, weil das in die Seen fallende Laub dort nicht mehr genug Sauerstoff auffindet, um sich vor Verwesung zu schützen, weshalb im Sakrowsee besonders im Herbst freier Schwefelwasserstoff bemerkt wurde. Bekanntlich befindet sich am Grunde des Schwarzen Meeres beständig eine solche Menge dieses giftigen Gases, daß die Fische dort nicht laichen können, und dies ist ja auch der Grund, weshalb die Donau keine Aale beherbergt. Ganz so schlimm sieht es ja in unseren Binnenseen nur selten

aus, doch tritt namentlich im Winter, wenn der See mit Eis überzogen ist, auf welchem Schneemassen liegen, häufig ein ähnlicher Zustand ein, weil dem Wasser der nötige Sauerstoff leicht abhanden kommt. Der im Wasser gelöste Sauerstoff rührt zwar auch, wie dies hinsichtlich der Flüsse Seite 44 auseinandergesetzt wurde, nur zum kleineren Teil aus dem Sauerstoffgehalt der Luft her, zum größeren dagegen aus der physikalischen Tätigkeit des pflanzlichen Planktons und der höheren Wasserpflanzen, doch ist dies gegenseitige Verhältnis nicht im gleichen Maße wie dort zugunsten der letzteren Tätigkeit. Je tiefer ein See ist, je klareres Wasser er besitzt und je steiler seine Ufer sich ins Wasser neigen, eine desto geringere Rolle spielt die Sauerstoff erzeugende Tätigkeit der mechanischen Durchdringung des Wassers mit Luftsaurestoff. Die tieferen Wasserschichten werden in diesem Falle mit Sauerstoff sozusagen durchtränkt, einerseits durch die Strömungen, welche den Ausgleich verschieden erwärmter Wasserschichten herbeiführen, andererseits durch Winde, welche, wie Seite 69 geschildert, zu Zeiten das Oberflächenwasser in sehr große Tiefen hinabführen können. Besonders amerikanische Seenforscher haben nachgewiesen, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers zwar im allgemeinen von der Oberfläche nach der Tiefe zu abnimmt, daß aber in der Gegend der Sprungschicht (siehe Seite 68) wieder Vermehrungen des Sauerstoffgehaltes eintreten, und daß, wenn mehrere Sprungschichten auftreten, diese Unregelmäßigkeit mehrmals zum Vorschein kommt (siehe Abbildung 15, welche schematisch die Kurve anzeigt, die für den Beasley-See den Sauerstoffgehalt eines Liters Wasser in Kubikzentimetern angibt). Offenbar hängen diese Unregelmäßigkeiten, die gleichfalls durch die Untersuchungen des Instituts für Meereskunde in Berlin bestätigt wurden, mit der Tatsache zusammen, daß durch das unregelmäßige Auftreten des Planktons größere oder geringere Sauerstoffmengen im Wasser verbraucht wurden. Die Amerikaner haben auch nachgewiesen, daß in flachen und trüben Seen der größte Sauerstoffgehalt sich nicht an der Oberfläche vorfindet, sondern in einigen Metern Tiefe, und daß er rapid fiel, sobald die Durchsichtigkeitsgrenze der weißen Scheibe erreicht war. Es besteht eben ein inniger Zusammenhang zwischen den thermischen, optischen und chemischen Eigenschaften des Wassers dergestalt, daß die eine mit Notwendigkeit die andere nach sich zieht. Man kann also aus dem Sauerstoffgehalt in einer bestimmten Tiefe auf die Durchsichtigkeit des Wassers und seine Temperatur schließen. Da aber der Sauerstoffgehalt einen direkten Maßstab liefert für die Bekömmlichkeit des Wassers für die Fische, so erhellt schon hieraus die Möglichkeit und Notwendigkeit des physikalischen Studiums der Seen,

daß vielleicht manchem auf den ersten Blick nur eine wissenschaftliche Spielerei dünkt.

Die Verunreinigung des Wassers durch organische und mineralische Bestandteile erstreckt sich neuerdings auch auf Seen, bei denen, wie das Beispiel der Seen bei Hohenstaufen zeigt, diese Verunreinigung zeitweise zur völligen Versäuerung führen kann, so hat sich auch im Steinhuder

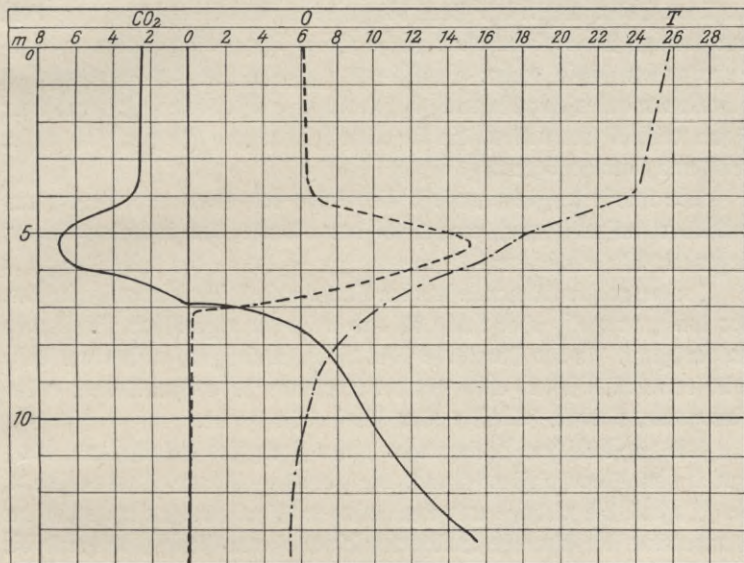


Abbildung 15.

Die Menge des gelösten Sauerstoffs und der Kohlensäure, sowie die Temperatur im Beasley Lake, Wis. U. S. A. am 3. August 1908.

(Nach E. A. Birge, the inland lakes of Wisconsin.)

Meer durch die Grubenabwässer des Kalischachtes der Gewerkschaft „Wefer“ die Flora und Fauna in wenigen Jahren wesentlich verändert. Im allgemeinen haben aber die Seen bisher durch Industrie sehr erheblich weniger zu leiden gehabt wie Flüsse und Bäche (siehe Seite 48). Doch habe ich z. B. vor Jahren bemerkt, daß das Wasser des Madüsee durch Auslaugung der reichlich mit Chilisalpeter gedüngten Weizenfelder seiner Ufer durch Regen deutlich Spuren salpetriger Säuren enthielt. Sogar bei den tiefen Seen Oberitaliens, z. B. am Comersee, wird über Rückgang des Fischbestandes infolge von Verunreinigung des Wassers geklagt.

21. Tiefenzonen.

In bezug auf das Pflanzen- und Tierleben teilt man den See nach Forel in die litorale, Tiefen- oder abyssale und die pelagische Region ein. Die erste umfaßt in biologischer Hinsicht die gesamte Uferzone des Sees und erstreckt sich bis an die äußerste Grenze des Vorkommens strauchartiger Characeen und Phanerogamen, die je nach den klimatischen und sonstigen Bedingungen des Sees bis zu 30 m, in anderen Seen dagegen nur wenige Meter hinabreicht (siehe Seite 72); sie ist starken Wellenbewegungen sowie vielen chemischen, physikalischen und mechanischen Reaktionen ausgesetzt; Nahrung ist sowohl in gelöster wie in suspendierter Form reichlich vorhanden, die litoralen Floren und Faunen sind daher reich und stark gegliedert.

Die Tiefenregion umfaßt die Sohle des Sees und die ihr unmittelbar aufgelagerten, unterhalb der Grenze der litoralen Region liegenden Wasserschichten.

In den größten Tiefen besteht der Seeboden aus sehr feinem Schlamm, der tonig, mergelig oder kalkig ist und reich an organischen Substanzen zu sein pflegt. An der Oberfläche ist er weich, in einigen Zentimetern Tiefe wird er merklich fester, etwa von der Konsistenz des nassen Tones; er hat eine graue, rötliche, bläuliche oder schwärzliche Farbe.

Die physikalischen Bedingungen dieser Zone sind ausgezeichnet durch den hohen hydrostatischen Druck, die beinahe absolute Unbeweglichkeit des Wassers, die niedrige und nur geringen Schwankungen unterworfenen Temperatur, die schwache Belichtung seiner oberen Schicht, während die unterste Schicht tiefer Seen gänzlich ohne Licht ist, die Menge der suspendierten Stoffe infolge der Zuflüsse und dadurch hervorgerufen relativ bedeutende Zufuhr an Nährstoffen, den gänzlichen Mangel an grünen Pflanzen bis auf eine sehr bemerkenswerte Ausnahme: Forel fand im Genfersee in 60 m Tiefe *Thomnium Lemani*. Die Tiefenfauna des Genfer Sees ist mannigfaltig und umfaßt nahezu 100 Arten. Forel führt auch Larven von Dipteren, Nematoden, Mollusken, Chaetopoden, Hydrachniden, Crustaceen, Amphipoden, Isopoden, Copepoden, Ostracoden, Turbellarien, Strudelwürmern, Infusorien und Rhizopoden an.

Die pelagische Zone bildet die Hauptmasse der großen Seen zwischen dem flachen und dem tiefen Grunde. Die Tiefe des Wassers ist sehr veränderlich, und dementsprechend schwankt die Durchsichtigkeit und Beleuchtung des Wassers, ebenso seine Temperatur, die nach der Tiefe zu abnimmt. Die Schwankungen sind um so geringer, je tiefer man

hinabkommt. Da es an Schlupfwinkeln fehlt, die den Tieren gestatten, sich vor ihren Verfolgern zu verstecken, ebenso an Anheftungsstellen, so ist einerseits diese Gegend arm an Nährstoffen, außer an der äußersten Oberfläche, aber reich an der Tierwelt, die man als Plankton bezeichnet, zwar nur eine relativ geringe Zahl an Varietäten besitzt, deren Individuenzahl dafür aber um so größer ist. Das Wasser ist verhältnismäßig rein und ändert sich in den einzelnen Jahreszeiten sehr wenig. Das Charakteristische der Fauna dieser Region besteht darin, daß sie schwebt oder schwimmt und daß ihr spezifisches Gewicht etwas größer ist als dasjenige des Wassers, in dem sie leben, so daß ihre Vertreter nach dem Tode langsam in die Tiefe sinken. Die Fische halten sich in dieser Region im allgemeinen nur vorübergehend auf bis auf die Coregonen, die in dem Plankton während eines großen Theiles des Jahres ihre Hauptnahrung finden.



Dritter Abschnitt.

Schlußfolgerungen.

Die Flüsse, welche aus starken Quellen entspringen, haben in der Regel im oberen Laufe eine im Sommer und Winter konstante Temperatur von etwa 10° C. Bei längerem Laufe wird die Temperatur des Flußwassers durch die Lufttemperatur mehr und mehr beeinflusst, und wo letztere vollständig zur Geltung gelangt ist, da schwankt die Wassertemperatur in dem Flachlande im Laufe der Jahre zwischen 0° C im Winter und $+25^{\circ}$ C und darüber im Sommer.

Gewöhnlich ist in dem stets gleich warmen Wasser der Quellbäche eine üppige Vegetation von Wasserpflanzen vorhanden, welche Sommer und Winter in gleicher Fülle wuchert und in der eine große Menge von Krustazeen, Insekten, Larven und Würmern leben. Welche Fischfauna den Quellbach bewohnt, das ist besonders von der Stärke der Strömung und der Beschaffenheit des Grundes abhängig. Wenn die Strömung stark ist und der Grund aus Steinen und Geröllen besteht, so finden wir im Bereiche der konstanten Temperatur des Wassers in der Regel nur Forellen und Mühlkoppfen. Derartige Bäche sind ein wahres Paradies für Forellen; diese finden in den Wäldern der Wasserpflanzen Sommer und Winter die schönsten Verstecke, einen Überfluß von Nahrung und brauchen nicht mit anderen Fischarten den Kampf ums Dasein zu führen. In anderen Flüssen, wo das Wasser im Winter eiskalt und im Sommer sehr warm wird, verliert die Forelle den Appetit, wenn die Temperatur-Extreme eintreten, im Quellbache ist ihre Freßlust jahraus jahrein gleich groß.

Außer Forellen kommen in den Quellflüssen mit konstanter Temperatur, starker Strömung und steinigem oder kiesigem Grunde bisweilen auch Äschen bis nahe am Ursprunge vor, z. B. in der Rhume und in den Gießen unterhalb Basel am Rhein. In der Regel vermeidet die Äsche aber die Flußstrecken, wo viel Quellwasser zufließt.

Wenn die Quellflüsse einen trägen Lauf haben, wenn die Laichstellen für Forellen fehlen, weil der Grund überall aus feinem Sande

oder Schlamm besteht, so sind diese Flüsse im Bereiche der konstanten Wasser-Temperatur fischarm: Die Quellsbäche der Haar z. B. enthalten dort nur Stichlinge.

Wenn bei weiterem Laufe die Luft-Temperatur mehr und mehr Einfluß gewinnt, so treten andere Fischarten hinzu. Zunächst erscheinen Strizen, Schmerlen, Steinbeißer, Döbeln und später bei starker Strömung auf steinigem und kiesigem Grunde die Fische der Aischen- und Barbenregion, oder bei träger Strömung auf schlammigem und sandigem Grunde die Fische der Bleiregion.

In Unterfranken hat man in Quellsbächen der Muschelfalk-Formation, die schlammigen Grund und keine geeigneten Laichstellen für Forellen haben, Brut eingesezt und gefunden, daß sich die Forellen sehr gut entwickelt haben; solche Bäche dürften sich zur Anlage von Forellenteichen, in Verbindung mit einer Brutanstalt, welche die fehlenden oder mangelhaften Laichstätten ersetzt, gewöhnlich vortrefflich eignen.

22. Fischzucht.

Das Wasser der Quellsbäche mit ganz oder nahezu konstanter Temperatur hat für den Fischzüchter einige große Vorteile. Es ist in der Regel frei von Schlamm, was die Ausbrütung der Fischeier sehr erleichtert,

Die Freßluft mancher Fischarten, namentlich der Forellen, hört auf wenn das Wasser sehr kalt oder sehr warm wird; die Fütterung der Salmoniden mit Fleisch und anderen toten Substanzen wird bei großer Wärme des Wassers gefährlich; Bachforellen fühlen sich in sehr warmem Wasser nicht behaglich; Bachsaiblinge und Saiblinge gehen darin zugrunde.

Das Wasser mit konstanter Temperatur ist aber nicht für jeden Zweck brauchbar.

Viele Fischarten, wie Karpfen, Schleien, amerikanische Schwarz- und Forellenbarsche und andere Sommerlaichfische, laichen nur in warmem Wasser und entwickeln sich um so besser, je wärmer das Wasser im Sommer wird; sie können auf die Dauer in dem stets gleich warmen Quellwasser nicht gedeihen.

Ferner ist es nicht zweckmäßig, wenn die Eier der Winterlaichfische in warmem Wasser vorzeitig zur Entwicklung gebracht werden und wenn die gewonnene Fischbrut dann mitten im Winter in eiskaltem Wasser ausgesetzt wird. In der freien Natur ist die Brut der Winterlaichfische gewöhnlich erst im Frühjahr fertig entwickelt, wenn das Wasser sich erwärmt hat und die Natur aus dem Wintereschlaf erwacht.

Wir wollen untersuchen, wie sich in dieser Beziehung die wichtigsten Arten resp. Gruppen unserer Zuchtfische verhalten.

Die **Wachforelle** hält mit Vorliebe den einmal gewählten Standort fest; sie verläßt ihn nur mit fortschreitendem Wachstum, oder wenn sie verschuecht wird, oder wenn sie durch niedrigen Wasserstand gezwungen wird, tieferes Wasser aufzusuchen. In der Laichzeit sucht sie die nächsten passenden Laichplätze auf. Die Temperaturschwankungen des Wassers haben auf die Laichzeit einen großen Einfluß; wo die Wärme des Wassers Sommer und Winter $+ 10^{\circ} \text{C}$ ist, da laichen die meisten Forellen im Februar, ein kleinerer Teil im Januar und März; wo das Wasser im Sommer sehr warm, im Winter eiskalt wird, da fällt die Laichzeit in den Oktober und November, und bei geringeren Temperaturschwankungen tritt sie im November und Dezember ein. Wir sehen also, daß sich die Laichzeit um so mehr verspätet, je wärmer im Winter das Wasser und je schneller die Entwicklung der Eier ist, und daß also ein Bestreben hervortritt, die Brut erst im Frühjahr zur Reise gelangen zu lassen. von dem Borne glaubt, daß sich die Laichzeit verschiebt, weil im Frühjahr die Lebensbedingungen auch in den Quellsbächen für die junge Brut am günstigsten sind. Vielleicht ist dann die passendste Nahrung in reichlichster Menge vorhanden — oder die Feinde sind den Fischchen dann weniger gefährlich — oder die kurzen Nächte sind für sie zuträglicher wie die langen — oder es sind noch andere Gründe vorhanden.

Herr C. Arens hat in Gleshingen beobachtet, daß die Forellen aus der Zorge in kurze Quellsbäche gehen und dort im Oktober und November laichen. Die Brut schlüpft mitten im Winter aus und geht erst in die Zorge zurück, wenn diese wärmer geworden ist wie die Quellsbäche, und wenn sie eine Länge von 4 cm erreicht hat.

Es folgt daraus die Regel, daß Fischbrut, welche mitten im Winter in warmem Quellwasser gewonnen ist, nicht in eiskaltes Wasser eines Flusses oder Sees gesetzt, sondern bis zum Frühjahr zurückgehalten werden soll. Man kann die Brut bis dahin füttern oder im Quellwasser selbst aussetzen.

Der **Saibling**, *Salmo salvelinus* Linné, oder Seesaibling, kann eine Erwärmung des Wassers über 20°C nicht ertragen; wir finden ihn auch in flachen Seen der unteren Bergregion, namentlich in den Kalkalpen, wenn das Wasser durch starke Quellen abgekühlt wird, wie z. B. in dem Baadersee bei Garmisch in Oberbayern; er kann auch in Quellwasserteichen gezüchtet und gemästet werden, obwohl er als Teichfisch keine Bedeutung erlangt hat, da ihm die andern Teichsalmoniden darin weit überlegen sind.

Er laicht in der Regel auf flacherem Wasser, und zwar in den Monaten November bis Januar; außer diesen Strandlaichern gibt es auch noch Grundlaicher, welche in dem Tiefenwasser der tiefen Seen in den Monaten Juli, August laichen; es sind meist die älteren Fische. Infolge der verschiedenartigen Ernährung kommen neben kümmerformen von 100 bis 150 g Gewicht, die hauptsächlich vom Plankton leben, auch weit größere Formen vor, die Raubfische sind und ein Gewicht von 6 bis 8 kg erreichen. Im Königssee werden erstere „Schwarzreuterl“, letztere „Wildfangsaiblinge“ genannt.

Der amerikanische Bachsaibling, *Salmo fontinalis* Mitchell, seit 1889 in Deutschland eingeführt, hat sich in sehr vielen Bächen bei uns fest eingebürgert. Er stammt aus dem atlantischen Gebiete Nordamerikas, wo er sowohl in Bächen wie in Seen lebt. In Teichen kommt er ebenso gut fort wie in Bächen, doch sollte ihr Wasser möglichst nicht 16 ° übersteigen. Gegen Luftmangel im Wasser ist er weniger empfindlich als Bach- und Regenbogenforelle, Quellwasser ist daher für seine Zucht am geeignetsten. Seine Laichzeit umfaßt die Monate Oktober bis März, fällt aber meist in den November und Dezember.

Die Seeforelle, *Trutta lacustris* L., laicht im Oktober oder November in den in den See einmündenden oder ausfließenden Flüssen; im Chiemsee soll sie jedoch im See selbst in der Nähe von Grundquellen laichen; ihre Größe ist außerordentlich verschieden, in manchen Seen sollen Exemplare bis zu 25 kg erlegt worden sein; jedenfalls hängt ihre Größe sehr von der Größe des Sees ab, in welchem sie haust. **Lachse** und **Meerforellen** laichen vom Oktober bis Mitte Dezember, aber ebenfalls nicht in den Quellbächen mit konstanter Temperatur; deshalb sollten die Eier von Seeforellen, Lachsen und Meerforellen in eiskaltem Wasser ausgebrütet und die Brut erst ausgesetzt werden, wenn der Winter vorüber ist.

Bei der **Coregonenzucht** verdient die verschiedenartige Lebensweise der verschiedenen Coregonenarten besondere Beachtung. Wir unterscheiden:

1. Coregonen, deren Eier und Brut in fließendem, eiskaltem Wasser zur Entwicklung gelangen;
2. Coregonen, welche in Seen in flachem Wasser laichen und deren Eier und Brut sich in eiskaltem Wasser entwickeln;
3. Coregonen, welche in Seen in großer Tiefe laichen und deren Eier und Brut in Wasser leben, welches 2 bis 4 ° C warm ist, wo ein hydrostatischer Druck von 6 bis 30 und mehr Atmosphären und ewige Finsternis herrscht.

In Norddeutschland sind die wichtigsten Coregonen die Madümaräne, *C. Maraena* Bloch, zu der wir auch die Edelmaräne, *C. Generosus* Peters,

als eine Varietät rechnen, der Ostseeschnäpel, *C. Lavaretus* L., und die kleine Maräne, *C. Albula* L. Erstere ist besonders heimisch im Madüsee, im Schaalsee und im Selentersee; sie ist aber noch in eine ganze Reihe von Seen eingesetzt, in denen sie sonst gut gedeiht, sich aber nicht fortpflanzt. Die Edelmaräne lebt im Pulssee und in einigen anderen tiefen Seen des Kreises Birnbaum (Posen), sie nähert sich in ihrem Äußeren dem Blaufelchen. Die kleine Maräne lebt in vielen mindestens 20 m tiefen Seen Norddeutschlands. Die Madümaräne laicht in der Regel vom 15. November bis 15. Dezember; ist das Wetter stürmisch und kalt, so laicht sie früher, als wenn das Wetter gelinde ist. Der Ostseeschnäpel lebt im Sommer in der Ostsee in tiefem Wasser und geht im November in die Strandseen, um dort im flachen Wasser zu laichen. Die kleine Maräne lebt im Sommer in der Tiefe, im Winter im flachen Wasser der Schar, wo sie etwas früher erscheint und etwas später verschwindet als die Madümaräne; sie laicht einige Tage früher als diese in flachem Wasser.

Die zahlreichen Coregonenarten der Schweizerseen laichen meist im mitteltiefen Wasser; ihre Laichzeit ist großen Schwankungen ausgesetzt; wahrscheinlich sind sie sämtlich eine Abart der Madümaräne, deren Größe sie übrigens nicht erreichen. In größerer Tiefe laichen der Blaufelchen, *C. Wartmanni* Bloch, der Hauptfisch des Bodensees, der Kilsch, *C. Hiemalis* Jur., während der Gangfisch, *C. Macrophthalmus* Nüssling, des Bodensees, der häufig mit dem Blaufelchen verwechselt wird, teils auf dem Sand, teils am Scharberg, selten im tiefen Wasser laicht und selten länger als 25 cm und schwerer als $\frac{1}{4}$ kg wird. Seine wirtschaftliche Bedeutung steht hinter derjenigen des Blaufelchens weit zurück.

Das Brutwasser für alle Coregonen sollte stets eiskalt sein.

Die **Frühjahrs-laichfische** verlangen im allgemeinen im Sommer stark erwärmtes Wasser; Karpfen und amerikanische Barsche gedeihen nicht in Quellteichen, die im Sommer kalt bleiben; beide laichen erst, wenn das Wasser sich über $+ 18^{\circ}$ C erwärmt hat. Auch auf das Laichen der anderen Frühjahrs-laicher ist die Temperatur von Einfluß, weshalb es zweckmäßig ist, darüber Beobachtungen zu machen. Die Äsche lebt in einigen Quellflüssen in der Region der konstanten Temperatur, z. B. in der Rhume, gewöhnlich geht sie aber den Quellen aus dem Wege.

Die Produktion der Bäche an Fischfleisch hängt übrigens unter sonst gleichen Umständen in erster Linie von der mineralischen Beschaffenheit des Wassers ab, weil sich das Pflanzenleben auf dem Mineralgehalt aufbaut und dieses wiederum die notwendige Grundlage jedes niederen und höheren Tierlebens bildet. Die mineralstoffarmen Bäche des Granit und Bunt-

sandsteins (siehe Tabelle Seite 11) beherbergen zwar in der Regel viele Forellen, sie bleiben aber klein und wachsen erst, wenn man sie in die mineralreichen Bäche des Muschelkalks überführt; auch Wasser im Buntsandstein mit kalkigen Bindemitteln kann zu den harten Wassern gezählt werden. Auf der anderen Seite aber wirkt ein zu reichlicher Gehalt an kohlens- und schwefelsaurem

Kalk wie an Magnesia nicht bloß auf das Laichgeschäft der Forellen ungünstig ein, sondern auch auf die Produktion an Nahrung, weil der Kalk stets bestrebt ist, neue Verbindungen mit anderen Stoffen einzugehen, und dadurch die vorhandenen Mineralstoffe ziemlich schnell erschöpft.

Mannigfache Gefahren und Verluste, denen das Ausbrüten der Eier an dem freien Bache ausgesetzt ist, haben schon seit längerer Zeit dazu geführt, sie in geschlossene und geschützte Vorrichtungen zu verlegen. Die einfachste und geeignetste Vorrichtung dieser Art ist die Brutkiste Jacobis, des Erfinders der künstlichen Fischzucht überhaupt. Ursprünglich bestand sie lediglich in einer mit einem oder mehreren Deckeln versehenen Kiste, die an den Vorder- und Hinterseiten mit Drahtgeflecht

versehen war, die dem Wasser freien Zutritt gewährte. In ihrem mit Kies bedeckten Boden wurden die auszubrütenden Eier ausgelegt und die Kiste in den Bach so eingesetzt, daß das durchströmende Wasser die richtige Stärke

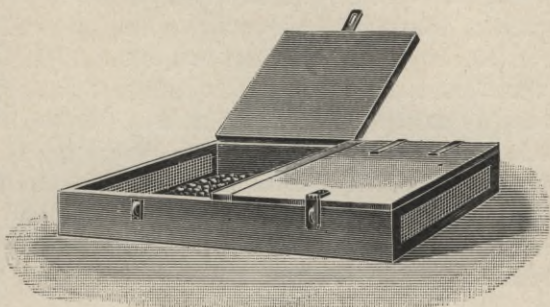


Abbildung 16.
Jacobische Brutkiste.

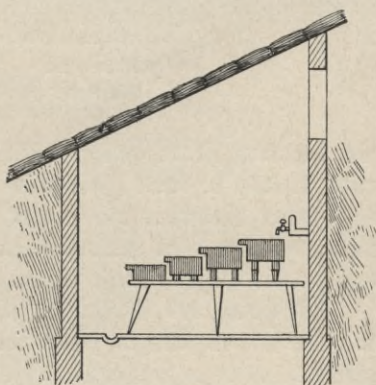


Abbildung 17.
Aufstellung kalifornischer Tröge in einem Brutraum.

besaß. Späterhin wurde dieser Brutapparat besonders dahin verbessert (Abbildung 16), daß man durch ein nicht ganz bis auf den Boden reichendes Brett, welches vorne angebracht war, das Wasser zwang, von unten einzutreten, indem man gleichzeitig den Riez auf ein Drahtgewebe brachte, welches einige Zentimeter über dem Boden befestigt war. Eine weitere Vervollkommnung der Vorrichtung bestand darin, daß man solche Bruttröge etagenmäßig übereinander anordnete, so daß immer der tiefere von dem höher stehenden Wasser erhielt (Abbildung 17). Voraussetzung ist natürlich dabei, daß Gefälle genügend vorhanden ist. Da, wo wenig Platz zur Verfügung steht, oder wo man möglichst wenig Kosten verursachen will, kann man statt der Brutkiste in ihren verschiedenen Anordnungen auch den Bruttopf oder Bruttiegel (Abbildung 18) verwenden,

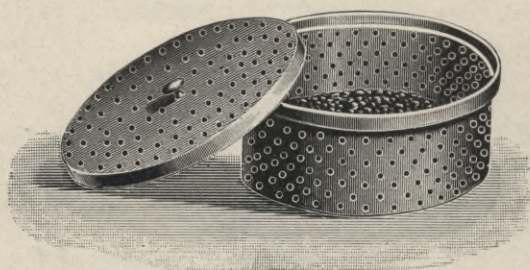


Abbildung 18.
Bruttopf.

nämlich einen aus Metall, besser aber aus glasiertem Ton oder Steingut hergestellten Topf, welcher, um das Durchfließen des Baches zu ermöglichen, siebartig durchlöchert ist. Ein besonderer Vorteil desselben beruht da-

rin, daß man sie mit großer Leichtigkeit versehen kann. Natürlich kann man sie auch in einen Jacobischen Apparat einsetzen und so die Vorteile beider Methoden miteinander verbinden. In allen Fällen muß man, wie schon oben hervorgehoben, für entsprechende Kühlung des zu benutzenden Wassers Sorge tragen.

Abkühlung des Wassers. Fischzuchtanstalten, welche das Wasser von Quellsbächen benutzen, sollten dasselbe im Winter so weit wie möglich abkühlen, wenn sie Lachse, Meerforellen, Seeforellen, Coregonen züchten, um die Brut sofort in Seen oder Flüsse zu setzen. Die Abkühlung kann in verschiedener Weise geschehen.

In der Regel sind bei größeren Fischzuchtanstalten Teiche vorhanden. Wenn man den Zufluß hinreichend vermindert, so ist es leicht, das Wasser bis zur Eisbildung im Winter abzukühlen. Man sollte deshalb das Bruthaus unterhalb der Teiche anlegen und in letzteren das Wasser vollständig abkühlen lassen, ein Verfahren, das in zahlreichen Zuchtanstalten üblich ist.

Kühlrinne. Wenn Teiche nicht zur Verfügung stehen, so kann man das Wasser in ähnlicher Weise abkühlen wie der Brauer oder Branntweimbrenner die Maische auf dem Kühlschiffe. Es fragt sich zunächst, wie viel kaltes Wasser der Fischzüchter braucht. Bei von dem Borne erhält ein kalifornischer Bruttrog in 24 Stunden einen Zufluß von 4 cbm Wasser; es stehen 2 Tröge treppenstufenartig übereinander, jeder enthält 6000 Lachseier, mithin sind für 12 000 Lachseier täglich 4 cbm Wasserzufluß erforderlich. Ein selbstauslesender Bruttrog braucht zu Verneuchen täglich für 75 000 Coregonen-Eier $2\frac{1}{2}$ cbm Wasser.

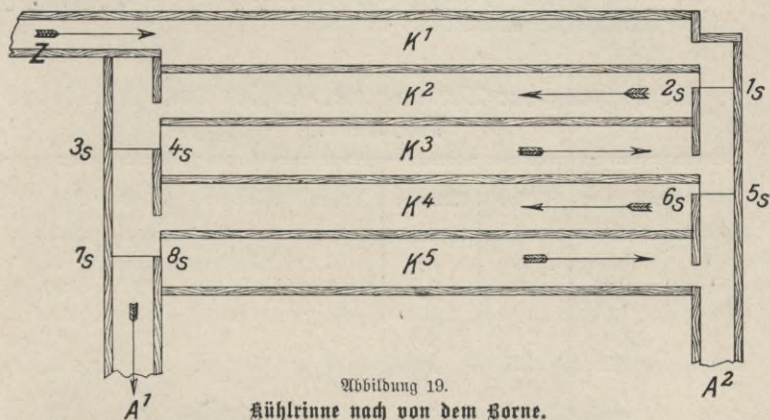


Abbildung 19.

Kühlrinne nach von dem Borne.

K¹ bis K⁵ Kühlrinnen
Z Zuleitungsrinne

A¹ A² Ableitungsrinnen
1^s bis 5^s Schutzbretter.

von dem Borne hat Versuche gemacht, um zu ermitteln, in wie langer Zeit sich eine 0,1 m tiefe Wasserschicht an der Luft vollkommen abkühlt, und gefunden, daß dies in der Regel in 6 Stunden oder in kürzerer Zeit geschieht. Er schlägt deshalb vor, das zu warme Wasser in Kühlrinnen in folgender Weise abzukühlen: (S. Figur 19.)

Die Kühlrinnen K¹ bis K⁵ seien je 10 m lang, 1 m breit und 0,1 m tief mit Wasser gefüllt, so daß jede 1 cbm Wasser enthält. Wenn eine solche Kühlrinne in 6 Stunden 1 cbm Wasserzufluß erhält, so bleibt das Wasser 6 Stunden mit der Luft in Berührung und kühlt sich vollständig ab. Die 5 Kühlrinnen unserer Figur 19 können daher in 24 Stunden 20 cbm vollständig abgekühltes Wasser liefern. Die Schutzbretter s haben den Zweck, einzelne Kühlrinnen nach Bedarf ein- oder ausschalten zu können.

Abkühlung mit Eis. Wir haben gesehen (s. Seite 66), daß die Schmelzwärme des Eises ungefähr = 80 Kalorien ist. Es entstehen daher aus der Mischung von 8 cbm Wasser von 10 ° C und 1 cbm oder 2000 Pfund Eis 9 cbm Wasser von 0 ° C.

Demnach würde verbrauchen ein kalifornischer Trog 889 Pfund Eis und ein Selbstausleser 556 Pfund Eis in 24 Stunden, wenn das Wasser von 10 ° C auf 0 ° C abgekühlt werden soll.

Herr Dr. von Staudinger bezog für Brutwasser, welches im Winter warm ist, die Eier von Winterlaichfischen aus Gewässern mit später Laichzeit, so daß die Aussetzungszeit sich bis zum Frühjahr verspätet. Dies Verfahren hält von dem Borne für durchaus rationell.

23. Vergleichung der Thermometer = Skalen von Celsius und Réaumur.

Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur
0	0	8	6,4	16	12,8	24	19,2
1	0,8	9	7,2	17	13,6	25	20
2	1,6	10	8	18	14,4	26	20,8
3	2,4	11	8,8	19	15,2	27	21,6
4	3,2	12	9,6	20	16	28	22,4
5	4	13	10,4	21	16,8	29	23,2
6	4,8	14	11,2	22	17,6	30	24
7	5,6	15	12	23	18,4		



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Literatur.

1. Allgemeines.

- Anselmino, Das Wasser. Aus „Natur und Geisteswelt“ Nr. 291. Leipzig 1910.
- van Bebbber, Hygienische Meteorologie.
- Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 3 Bände und Supplementband. Bonn 1863/71.
- Brunhes, L'Irrigation. Paris 1904.
- Coles-Finckh, Water, its origin and use. London 1908.
- Credner, S., Elemente der Geologie. 11. Auflage. Leipzig 1912.
- Fischer, F., Das Wasser, seine Gewinnung, Verwendung und Beseitigung. 4. Auflage. Berlin 1913.
- Gerhardt, F., Regen, Grundwasser, Quellen und stehende Gewässer. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III. Teil. I. Band. 1. Lieferung. Leipzig 1905.
- Gümbel, J. L., Geographische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Gotha 1861.
- Halbfaß, W., Das Wasser im Wirtschaftsleben des Menschen. Frankfurt a. M. 1911.
- Internationale Mitteilungen für Bodenkunde.
- Kahser, E., Lehrbuch der Geologie. 3. Auflage. Leipzig 1912.
- Keilhack, R., Lehrbuch der praktischen Geologie. 2. Auflage. Leipzig 1908.
- Kloß, A., Die deutsche Wasserwirtschaft. Halle 1913.
- König, S., Die Verteilung des Wassers über, auf und unter der Erde. Jena 1901.
- Lindeman, B., Die Erde. Band I. Geologische Kräfte. Stuttgart.
- Neumayr, M., Erdgeschichte. 2. Auflage. Leipzig 1895.
- Nagel, F., Die Erde und das Leben. 2 Bände. Leipzig und Wien 1901/2.
- Suess, E., Das Antlitz der Erde. 3 Bände. 2. Auflage. Wien 1892/1901.
- Supan, A., Physische Erdkunde. 5. Auflage. Leipzig 1912.
- Wahnschaffe, F., Die Ursachen der Oberflächengestaltung des norddeutschen Tieflandes. 3. Auflage. Stuttgart 1910.
- Waltherr, F., Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig 1908.

2. Grundwasser und Quellen.

- Beher, über Quellen in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz. Dresden 1913.
- Corazza, D., Geschichte der Artesischen Brunnen. Leipzig und Wien 1902.

- Chalon, P. F., Recherches des eaux souterraines et captage des sources. Paris 1900.
- Daubrée, Les eaux souterraines à l'époque actuelle. 3 Bände. Paris 1887.
- Dittrich, M., Über die chemischen Beziehungen zwischen den Quellwässern und ihren Ursprungsgesteinen. Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt. IV, 2. 1901.
- v. Ehmann, Die Wasserversorgung des Königreichs Württemberg. Stuttgart.
- Forster, K., Die Temperatur fließender Gewässer Mitteleuropas. Wien 1894.
- Frank, L., Beziehungen zwischen Regenfall und Quellergiebigkeit. München 1911.
- Fugger, G., Über Quelltemperaturen. Salzburg 1882.
- Geinitz, G., Brunnenbohrungen in Mecklenburg. Mitteilungen der Mecklenburgischen Geologischen Landesanstalt. Rostock 1905.
- Grohn, G., Die Art der städtischen Wasserversorgung in den Städten des Deutschen Reiches. München und Leipzig 1883.
- Haas, H., Quellenkunde. 2 Bände. Leipzig 1895.
- Häberle, Über periodische Quellen (Hungerbrunnen) in der Rheinpfalz. „Das Wasser“. 1912.
- Die Mineralquellen in der bayerischen Pfalz. Kaiserslautern 1912.
- Hallmann, G., Die Temperaturverhältnisse der Quellen. Berlin 1854.
- Höfer v. Heimhalt, H., Grundwasser und Quellen. Braunschweig 1912.
- Hörnes, Einfluß von Erderstöße auf Quellen und Grundwasser. Zeitschrift für Balneologie III, 3.
- Keilhack, K., Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912.
- v. Kerner, F., Über Temperatur von Quellen. Berh. der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Wien 1911.
- King, F. H., Principles and conditions of the movements of groundwater.
- Kunzinger, Über den Blautopf bei Blaubeuren. Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1902.
- Koch, L., Die Rhumequelle bei Rhumspinge. Zeitschrift für Gewässerkunde VII, 2. 1910.
- v. Loczy, L., Die Artesischen Brunnen des Großen Ungarischen Alföld. Budapest 1912.
- v. Lupin, Quelltemperaturen in Oberbayern, in den Schriften der k. Physik.-Ökonom. Gesellschaft in Königsberg 1898.
- Meydenbauer, Die Entstehung des Grundwassers. Zeitschrift des Deutschen Architekten- und Ingenieur-Vereins I. 5. 1912.
- Mühlberg, F., Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Mitteilungen der Aargauer Naturf. Gesellschaft. Band 9. 1901.
- Müller, G., Zur Hydrographie des westlichen und südlichen mittelfränkischen Keuper- und Juragebietes. Erlangen 1893.
- Richert, G., Das Grundwasser mit besonderer Berücksichtigung der Grundwasser Schwedens. München und Berlin 1911.
- Schiller-Tiez, Die Hungerbrunnen und Hungerquellen. Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft VI. 18. Halle 1911.
- Sohka, Die Schwankungen des Grundwassers. Wien 1888.

Stille, H., Geologische und hydrologische Untersuchungen über das Ursprungsgebiet der Paderquellen. Abhandlungen der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt. Neue Folge. Heft 38. Berlin 1903.

Thürnau, K., Der Zusammenhang der Rhumequelle mit der Ober und Sieber. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Band 2 Nr. 6. Berlin 1913.

3. Höhlen und Karstländer.

van dem Boeck, H. Martel u. S. Rahir, Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique. Bruxelles 1910.

Bulletins et Memoires de la Société de Spéléologie. Paris.

Cvijic, Das Karstphänomen. Wien 1895.

Desor, E., Essai d'une classification des cavernes du Jura. Neuchâtel 1871.

Grund, Die Karsthydrologie. Leipzig 1905.

Hamann, D., Europäische Höhlenfauna. Jena 1896.

v. Hauer, F., Bericht über die Wasserverhältnisse in den Kesseltälern von Krain. Österreichische Triester Zeitung 1883, Nr. 3 und 4.

Kafer, Karst und Karsthydrographie. Serajevo 1909.

v. Knebel, W., Höhlenkunde mit Berücksichtigung des Karstphänomens. Braunschweig 1906.

Kraus, F., Höhlenkunde. Wien 1894.

Kriz, M., Führer in das mährische Höhlengebiet. 1884.

v. Lorenz, K., Die Quellen des liburischen Karstes. Mitteilungen der Geogr. Gesellschaft. Wien 1859.

Martel, A., La spéléologie ou science des cavernes. Paris 1900.

— Les abîmes. Paris 1894.

— Zahlreiche Abhandlungen in Annuaire du Club Alpin Français. Paris.

— L'Evolution souterraine. Paris 1908.

Marinelli, O., Fenomeni carsici, Grotte e Sorgenti. Udine 1897.

Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins.

Mitteilungen für Höhlenkunde. Graz 1908 ff.

Mondo sotterraneo, Rivista di speleologia e idrologia. Udine 1904 ff.

Moser, L. K., Der Karst und seine Höhlen. Triest 1900.

Penc, M., Über das Karstphänomen. Schriften des Vereins für Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Band 44. Wien 1904.

Perko, Die neue Grotte von Adelsberg, im „Prometheus“ Nr. 1171.

W. Putik, Erforschung der Wasser-Verhältnisse im Karst in den Mitteilungen der Sektion für Höhlenkunde des Österreichischen Touristen-Klubs. Wien 1887, Nr. 1.

— Erforschung der hydrographischen Verhältnisse des Inner-Krainer Karstes. Zentralblatt des gesamten Forstwesens. Wien 1887. 3. Heft.

Schmidl, Dr. Adolf, Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien 1854.

— Beiträge zur Höhlenkunde des Karstes. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Dezember-Heft 1850.

— Unterirdischer Lauf der Recca. Ebendaselbst. Mai-Heft 1851.

— Die Reccahöhle von St. Canzian, im Feuilleton der „Wiener Zeitung“. 13. September 1852.

- Stache, Dr. Guido, Geologisches Landschaftsbild des istrischen Küstenlandes. „Österreichische Revue“, II. Jahrgang. Wien 1864.
- v. Steinberg, F. A., Gründliche Nachricht von dem Cirknitzer See. Grätz 1761.
- Tieze, Dr. E. Zur Geologie der Karst-Erscheinungen. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1880. 30. Band.
- Urbas, Prof. W., Die Gewässer von Krain. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpen-Vereins. 1877. Heft 2.

4. Chemische Wasseruntersuchungen und Verunreinigung der Gewässer.

- Adam, G., Der gegenwärtige Stand der Abwässerfrage. Braunschweig 1905.
- Bonne, G., Über die Notwendigkeit einer internationalen Regelung zum Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung. Hamburg 1905.
- Neuere Untersuchungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe. Leipzig 1902.
- Die Zustände in der Unterelbe und ihren Nebenflüssen im Jahre 1911. Verhandlungen des Internationalen Vereins zur Reinhaltung der Flüsse, des Bodens und der Luft. Heft 29. Hamburg 1912.
- Dost u. Hilgermann, Taschenbuch für die chemischen Untersuchungen von Wasser und Abwasser. Jena 1908.
- Dunbar, Die Abwässer [ber Kaliindustrie. München und Berlin] 1913.
- Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Auflage. München 1913.
- Hampel, Wirkung von Abwässern auf die Forelle. Wien 1893.
- Haselhoff, Wasser und Abwasser, ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung. Sammlung Götschen Nr. 473. Leipzig 1912.
- Hofex, B., Maßnahmen zur Reinhaltung der Gewässer in Bayern, „Gesundheits-Ingenieur“. Band 32. 1909.
- Über den Einfluß geklärter Abwässer auf die Beschaffenheit der Flüsse. Bericht über den XIV. Internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie. Band 3. Berlin 1908.
- Hotopp, L., Zur Ableitung der Kaliendlaugen in öffentliche Gewässer. Hannover 1912.
- Jmhoff, Die Reinhaltung der Ruhr. Essen 1910.
- Kali. Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Kalisalze. Die Kaliindustrie und die Kaliabwässerfrage. Magdeburg 1912.
- Klut, H., Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin 1908.
- Knauth, K., Das Süßwasser. Chemische, biologische und bakteriologische Untersuchungsmethoden. Neudamm 1907.
- Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biologisches Centralblatt Band 18 und 19. Leipzig 1898 und 1899.
- Kolkwitz, K., Wasser und Abwasser. Leipzig 1911. Zugleich Bd. II, Abt. II von Kubens, Handbuch der Hygiene.
- König, J., Neuere Erfahrungen über die Behandlung und Beseitigung der gewerblichen Abwässer. Berlin.
- Über die Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fische. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1897.

- König, J., Die Verunreinigung der Gewässer. 2 Bände. Berlin 1899.
- Kořkovicz, A., Einführung in die Mykologie der Gebrauchsz- und Abwässer. Berlin 1913.
- Marřon, Die Bedeutung der Flora und Fauna für die Reinhaltung der natürlichen Gewässer, sowie ihre Beeinflussung durch Abgänge von Wohnstätten und Gewerken (in den Mitteilungen der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Berlin 1911, Heft 14).
- Mez, Mikroskopische Wasseranalyse. 1898.
- Dhlmüller, Die Untersuchung des Wassers. Berlin 1894.
- Paul, Th., Chemie der Mineralwässer. Im deutschen Bäderbuch.
- Pütter, A., Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena.
- Salomon, H., Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland. Berlin 1912.
- Schiemenz, P., Die Schädigung der Fischerei in der Peene durch die Zuckersfabrik in Anklam (zusammen mit M. Marřon). Zeitschrift für Fischerei IX, 1/2. Berlin 1901.
- Die Schädigung der Fischerei in der Odra durch die Stärkesfabrik in Bentschen (zusammen mit W. Cronheim). Ebenda.
- Weitere Studien über die Abwässer der Zuckersfabriken und über den Wert der biologischen Untersuchungsmethoden. Ebenda X, 3. Berlin 1902.
- Thienemann, Die Verschmutzung der Ruhr im Sommer 1911.
- Tiemann-Gärtner, Chemische und bakteriologische Untersuchungen des Wassers.
- Vogel, H., Die Abwässer aus der Kaliindustrie. Berlin 1913.
- Wasser und Abwasser. Zeitschrift mit zahlreichen Abhandlungen. Leipzig.
- Weigelt, Vorschriften über die Entnahme und Untersuchungen von Abwässern und Fischwässern nebst Beiträgen zur Beurteilung unserer natürlichen Fischgewässer. Berlin 1900.

5. Fischereiliches.

- Allgemeine Fischereizeitung. München.
- Borgmann, H., Die Fischerei im Walde.
- Deutsche Fischerei-Correspondenz. Cöln.
- Deutsche Fischereizeitung. Stettin.
- Fischerei-Zeitung. Neudamm.
- Henking, Der Flachlandbach.
- Hübner, A., Die Fischwirtschaft. Baugen 1905.
- Internationale Revue für die gesamte Hydrobiologie und Hydrographie. Leipzig.
- Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg. Berlin.
- Österreichische Fischerei-Zeitung. Wien.
- Schiemenz, P., Die rationelle Bewirtschaftung unserer Bäche durch Forellenzucht. Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg. Februar 1906.
- Schweizerische Fischerei-Zeitung. Pfäffikon (Zürich).

- Thienemann, Der Bergbach des Sauerlandes. Internationale Revue für die gesamte Hydrologie und Hydrographie. 1912.
- Tieplin, Bachregulierungen und deren Einfluß auf die Fischerei. 1912.
- Walter, E., Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirtes und Forstmannes. Neudamm 1903.
- Die Bewirtschaftung des Forellenbaches. Neudamm 1902.
- Einführung in die Fischkunde unserer Binnengewässer. Leipzig 1913.
- Weigl, A., Stauanlagen und deren Beziehung zur Bewirtschaftung nicht geschlossener Gewässer. Österreichische Fischereizeitung Band 9. 1912. Zeitschrift für Fischerei. Berlin.
- Zschokke, F., Die Fische der Schweiz. Schweizerische Fischereizeitung Band 20. 1912.

6. Seen im allgemeinen.

- Bayberger, E., Physikalische und geologische Verhältnisse des Chiemsees. Leipzig 1890.
- Bludau, A., Die Dro- und Hydrographie der preußischen und pommerischen Seenplatte. Gotha 1894.
- Bodenseeforschungen. Herausgegeben vom Verein für die Geschichte des Bodensees. Lindau 1893 ff.
- Braun, G., Ostpreußens Seen. Königsberg i. Pr. 1903.
- Brutschy, Monographische Studien am Zugersee. Archiv für Biologie und Planktonkunde. Band VIII. Stuttgart 1912.
- Delebecque, Les Lacs français. Paris 1898.
- Forel, F. A., Le Léman. Lausanne. 3 Bände. 1892, 1895, 1904. Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Stuttgart 1901.
- Gavazzi, A., Die Seen des Karstes, Teil I. Wien 1904.
- Geinitz, E., Zur Statistik der mecklenburgischen Seen und Moore. Mitteilungen der Großherzoglichen Geologischen Landesanstalt. XXIV. Rostock 1913.
- Die Seen, Moore und Flußläufe Mecklenburgs. Güstrow 1886.
- Geistbeck, A., Die Seen der deutschen Alpen. Leipzig 1885.
- Göhlinger, Geomorphologie der Linzer Seen und ihres Gebietes. Internationale Revue der gesamten Hydrologie und Hydrographie. Supplement. 1. Seen. 1912.
- Halbfaß, W., Beiträge zur Kenntnis der pommerischen Seen. Gotha 1901.
- Der Arendsee in der Altmark. Petermanns Geographische Mitteilungen 1896.
- Tiefen- und Temperaturverhältnisse der Eifelmaare. Ebenda 1897.
- Zur Kenntnis der Seen des Schwarzwaldes. Ebenda 1898.
- Die Morphometrie der europäischen Seen. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin 1903 und 1904.
- Der gegenwärtige Stand der Seenforschung. Teil I u. II. (Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung Bd. VI. Berlin 1912.)
- Jenßsch, A., Entwurf einer Anleitung zur Seenuntersuchung bei den Kartenaufnahmen der geologischen Landesanstalt. Abhandlungen der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Neue Folge. Heft 48. 1912.

- Jenzsch, A., Studien an Seen der Inseln Wiedom und Wollin. Ebenda. Neue Folge. Heft 51. 1912.
- Über einige Seen der Gegend von Meseritz und Birnbaum (Prov. Posen). Ebenda. Neue Folge. Heft 48. 1912.
- v. Loczy, L., Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Wien 1896 ff.
- Magnin, La Végétation des lacs du Jura. Paris 1904.
- Mill, The English Lakes. Geographisches Journal. London 1895.
- Müllner, J., Die Seen des Salzkammergutes. Wien 1896.
- Murray, J., Bathymetrical Survey of the Scottish Fresh-Water Lochs. 6 Bände. Edinburgh 1910.
- Richter, E. Atlas der österreichischen Alpenseen. 1. u. 2. Lieferung. Wien 1895 u. 1896.
- Seeestudien. Wien 1897.
- Russell, C., Lakes of North America. Boston 1895.
- Samter, M., Statistik der märkischen stehenden Gewässer. Jahrbuch für Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitt. Bb. II, 4. Berlin 1912. 1761.
- Schütze, H., Die Seen der Provinz Posen nach ihrer Verteilung und Größe. Abhandlungen der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt. Neue Folge. Heft 51. Berlin 1909.
- Seligo, A., Die Seen Westpreußens. Danzig 1905.
- Simon, F., Über Temperatur- und Tiefenverhältnisse des Königssees. Sitzungsberichte der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Bb. 69. München 1874.
- v. Steinberg, F. A., Gründliche Nachricht von dem Zirknitzer See. Graz
- Stoiser, J., Die ältesten Nachrichten und Ansichten über den Zirknitzer See und andere Karstererscheinungen. Graz 1904.
- Ule, W., Der Würmsee. Leipzig 1901.
- Die Tiefenverhältnisse der ostholsteinischen Seen. Jahrbuch der Kgl. Geologischen Landesanstalt. Berlin 1891.
- Die Tiefenverhältnisse der Majurischen Seen. Jahrbuch der Kgl. Geolog. Landesanstalt. Berlin 1890.
- Die Mansfelder Seen. Halle 1888.

7. Physikalisch-chemische Eigenschaften von Seen.

- v. Muffsch, Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Braunschweig 1905.
- Die Farbe der Seen. München 1903.
- Birge, E. A., and Ch. Juday. The inland lakes of Wisconsin. The dissolved gases of the water and their biological significance Wisconsin. Geol. and Nat. Hist. Survey Bull. Vol. XXII. Madison 1911.
- Bodenseeforschungen, siehe Seite 94.
- Brönstedt, J. N., und Wesenberg-Lund, Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer. Internationale Revue für die gesamte Hydrologie und Hydrographie. IV. Leipzig 1912.
- Chrystal, On the Hydrodynamical theory of seiches with a biographical sketch. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. 41. Part. III. 1905.
- v. d. Borne, Wasser. 2. Aufl.

- Endrös, Seeschwankungen am Chiemsee. München 1903.
- Vergleichende Zusammenstellung der Hauptsichereperioden der bis jetzt untersuchten Seen. Petermanns Geogr. Mitteilungen. 1908.
- Fehlmann, J., Die Tiefenfauna des Luganersees. Internationale Revue für die gesamte Hydrologie und Hydrographie. Biolog. Supplement IV. 1912.
- Galkhoff, Zur Kenntnis der biologischen Faktoren der Binnengewässer. Biologisches Zentralblatt. Band 32. Heft 5. 1912.
- Gebbing, Hydrochemische Untersuchungen. München 1902.
- Halbfaß, W., Stehende Seespiegelschwankungen im Madüsee. Zeitschrift für Gewässerkunde. 1902 u. 1903.
- Der heutige Stand der Seichsforschung. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin 1907.
- Gibt es im Madüsee Temperaturseiches? Internationale Revue für die gesamte Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. III. 1910.
- Der gegenwärtige Stand der Seenforschung. Teil III. Thermik. (Fortsetzung der Naturwissenschaftlichen Forschung. Bd. IX. 1913.)
- Jenzsch, A., Beiträge zur Chemie des Wassers norddeutscher Binnenseen. Abhandlungen der Königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt. Neue Folge. Heft 51. 1912.
- Versalzene Seen in Norddeutschland. Ebenda.
- Müllner, J., Die Temperaturverhältnisse der Seen des Salzkammergutes. Graz 1895.
- Samter, M., Vier märkische Seen und ihre Beziehungen zwischen Wassertemperaturen und Tiergeographie in ihnen. Jahrbuch der Gewässerkunde Norddeutschlands. Berlin 1912.
- München 1898.
- Schickendantz, Temperaturen und Sauerstoff im Saktower See. Internationale Revue für die gesamte Hydrobiologie und Hydrographie. 1910.
- Schwager, Hydrochemische Untersuchung der oberbayerischen Seen.
- Seligo, A., Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig 1901.
- Hydrobiologische Untersuchungen. Danzig 1907.
- der Eifel. Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande. 1913.
- Seydel, E., Über die Schwankungen des Sauerstoffgehaltes in Teichen. Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg. Bd. 4. 1912.
- Thienemann, A., Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren
- Wedderburn, S. M., The Temperature of the Fresh-Water Lochs of Scotland. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. 45. Part. II. 1907.
- Wesenberg-Lund, C., Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in baltischen Seen. Internationale Revue für die gesamte Hydrobiologie und Hydrographie. 1912.
- Zwilling, R., Teichtemperaturen. Österreichische Fischereizeitung Bd. 9. 1912.



S-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297494