

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 43 (1934)

Heft: 2

Artikel: Die Glatt : eine systematische, praktischen Zwecken dienende Flussuntersuchung in chemischer, bakteriologischer und biologischer Richtung

Autor: Waser, E. / Husmann, W. / Blöchli, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-29106>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Glatt.

Eine systematische, praktischen Zwecken dienende Flussuntersuchung in chemischer, bakteriologischer und biologischer Richtung.

Von Prof. Dr. E. Waser, Dr. Ing. W. Husmann und Dr. G. Blöchliger.

Aus dem Laboratorium des Kantonschemikers des Kantons Zürich
(Vorstand Prof. Dr. E. Waser).

Eingegangen am 30. Oktober 1934.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	254
II. Allgemeines über die Glatt	255
A. Die Glatt und ihr Einzugsgebiet	255
B. Gefälle der Glatt	261
C. Verzeichnis der Zuflüsse	261
III. Untersuchungsprogramm	266
A. Festlegung der Probenahmestellen	266
B. Häufigkeit und Verteilung der Probenahmen	268
C. Ausrüstung	269
IV. Chemische Untersuchung der Glatt	271
A. Einleitung	271
B. Charakterisierung des Glattwassers beim Ausfluss aus dem Greifensee	277
C. Vergleichende Betrachtungen über die Verschmutzung der Glatt an den einzelnen Probenahmestellen	287
D. Untersuchung des Schlammes	337
E. Untersuchung der hauptsächlichsten Abwasserzuflüsse der Glatt	348
V. Bakteriologische und mikroskopisch-biologische Untersuchung der Glatt	
A. Einleitung	351
B. Das fließende Wasser	352
1. Seston	352
2. Keimzahlen	356
3. Traubenzucker vergärende Bakterien	357
C. Die ruhenden Lebensbezirke	358
D. Anhang. Biologische Besonderheiten der Glatt	372
VI. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	375
A. Zone 1	375
B. Zone 2	379
C. Zone 3	382
VII. Schlussfolgerungen	386

I. Einleitung.

Im letzten Jahrzehnt haben sich die Klagen über eine zunehmende Verunreinigung der Glatt in immer stärkerer Masse gehäuft. In immer kürzeren Zeitabständen folgen sich Fischsterben; das Baden in der Glatt wird auf immer grösseren Strecken verunmöglicht; es sind Klagen laut geworden, welche das Auftreten von Ekzemen bei badenden Kindern, ferner einzelne Vieherkrankungen nach dem Tränken mit Glattwasser oder sogar nach dem Verfüttern von Gras oder Heu von den Wasserwiesen bei Glattfelden auf Verunreinigungen zurückführen, welche im Glattwasser vorhanden sein sollen. An einzelnen Stellen zeigt das Flussbett eine sehr starke Verkräutung und Verschlammung und an andern bietet der sonst so liebe Fluss einen Anblick, der alles andere als ästhetisch genannt werden muss.

Diese Tatsachen waren selbstverständlich auch den Behörden bekannt und es wurde an mehreren Konferenzen der beteiligten kommunalen und kantonalen Instanzen über die zu treffenden Abwehr- und Sanierungsmassnahmen beraten. Als Hauptverschmutzungsquelle, neben vielen andern, kleineren, wurde immer der Leutschenbach bezeichnet, welcher die Abwasser aus den nördlichen Teilen der Stadt Zürich, insbesondere aus den ehemaligen (jetzt zur Stadt gehörenden) Gemeinden Örlikon, Seebach, Affoltern bei Zürich und Schwamendingen in die Glatt führt. Es wurde vorgesehen, an einer günstig gelegenen Stelle in der Gegend von Oberhausen-Glattbrugg-Opfikon eine zentrale Kläranlage mit mechanischer und eventuell mit nachgeschalteter biologischer Reinigung der Abwässer zu errichten. Es zeigte sich indessen, dass vorher oder zumindest gleichzeitig mit der Erstellung einer derartigen Kläranlage die Frage einer Absenkung des Glattwasserspiegels geregelt werden muss. Durch diese Tieferlegung des Glattbettes kann nicht nur eine Entsumpfung weiter Riedflächen des mittleren Glattales herbeigeführt und diese damit besiedlungsfähig gemacht werden, sondern es wird auch die Abwasserbeseitigung in zweckmässiger Weise ermöglicht und erleichtert. Da die Abklärung der prinzipiellen Frage, wie auch der Nebenfrage über die Ausdehnung des geplanten Werkes längere Zeit erfordert, haben wir es in der Zwischenzeit unternommen, den Zustand der Glatt in chemischer, bakteriologischer und biologischer Richtung während eines längeren Zeitraumes genau zu untersuchen. Eine solche Untersuchung erschien besonders aus 3 Gründen als wünschenswert:

1. Es kann durch die Untersuchung entschieden werden, ob und in welchem Masse die eingangs erwähnten Klagen der Glattalbevölkerung berechtigt sind.

2. Die Untersuchung der Glatt selbst und ihrer hauptsächlichsten Abwassereinflüsse ergibt ferner genauere Anhaltspunkte für die Wahl des Systems und für die Dimensionierung der künftigen Kläranlagen.

3. Es werden die Grundlagen für einen Vergleich des status quo mit einem späteren, veränderten Zustand der Glatt, wie er durch die Absenkung des Glattwasserspiegels und durch den Bau einer zentralen Kläranlage oder auch von Einzelkläranlagen für die einzelnen Gemeinden zwangsläufig eintreten muss, geschaffen, so dass bei einer in späterem Zeitpunkt wiederholten Untersuchung der zu erhoffende Fortschritt in der Besserung der Verhältnisse gleichsam zahlenmässig erfasst werden kann.

Diese jetzt zum Abschluss gebrachte Untersuchung der Glatt bedeutet für uns eine Etappe in der planmässigen Untersuchung der öffentlichen Gewässer des Kantons Zürich. Diese Art von Untersuchungen wurde im Laboratorium des Kantonschemikers am 1. Dezember 1931 u. a. mit der auf 2 Jahre geplanten Bearbeitung der Limmat vor und nach Beginn des Aufstaus bei Wettingen begonnen. Es wird sich nach Abschluss der Limmatuntersuchung Gelegenheit geben, höchst interessante Vergleiche zwischen den beiden Flüssen anzustellen, auf die in der vorliegenden Arbeit höchstens andeutungsweise hingewiesen werden kann. Um diese Vergleiche überhaupt zu ermöglichen, wurde für die Untersuchung der Glatt dasselbe Untersuchungsprogramm wie für die Limmat aufgestellt. Die Einzelheiten des Untersuchungsprogramms finden sich in den bereits publizierten Arbeiten,¹ sie können aber auch der vorliegenden Arbeit entnommen werden.

Ein Punkt sei ganz besonders hervorgehoben. Die ganze Untersuchung der Glatt war diktiert von rein praktischen Erwägungen. Das ganze Programm und alles, was sonst noch zu einem praktischen Erfolg der Untersuchung nötig war, wurde streng von diesen Gesichtspunkten aus durchgeführt, so verlockend es manchmal gewesen wäre, allen auftauchenden Fragen chemischer, physikalischer oder bakteriologisch-biologischer Natur rein wissenschaftlich nachzugehen. Es gibt manche solcher Fragen zu beantworten und wir hoffen nicht zuletzt, mit unserer Untersuchung der Wissenschaft einen Dienst geleistet und manchen weiteren Forschungen anderer Kollegen eine feste Grundlage gegeben zu haben.

II. Allgemeines über die Glatt.

A. Die Glatt und ihr Einzugsgebiet.

Die « Glatt » ist der am NW-Ende des Greifensees ausfliessende Fluss, der bei Rheinsfelden (Kraftwerk Eglisau) linksseitig in den Rhein mündet (s. Abb. 1). Eine oder mehrere Glattquellen gibt es nicht; alle Zuflüsse des Greifensees tragen andere Namen, unter denen mehrmals die Bezeichnung Aa vorkommt.

¹ E. W a s e r und W. H u s m a n n, Untersuchungen an der Limmat I, Jahrbuch « Vom Wasser », VI. Band, S. 243 (1932). E. W a s e r und G. B l ö c h l i n g e r, Untersuchungen an der Limmat II, Schweizerischer Fischereizeitung, Nr. 6, 1933.

Unter Glattal im engern Sinne verstehen wir die 35,8 km lange Flußstrecke vom Greifensee bis zum Rhein; dieses Flussgebiet umfasst ein Areal von rund 251 km². Das gesamte Einzugsgebiet der Glatt, das vollständig im Kanton Zürich gelegen ist, umfasst mit Einschluss der Oberflächen des Greifensees (8,57 km²) und des Pfäffikersees (3,31 km²) und mit sämtlichen Zuflüssen 415,73 km²¹ und beträgt somit rund 24 % des Gebietes des Kantons Zürich (1729,08 km²).

Über das Bild, welches die Glatt an verschiedenen Stellen ihres Laufes bietet, orientieren am besten die photographischen Aufnahmen (s. Abb. 2 bis 6²).

Zu verschiedenen Zeiten wurden mehrere kürzere und längere Strecken der Glatt korrigiert und damit nicht nur eine Tieferlegung des Mittelwasserstandes im Greifensee um zirka 80—100 cm (Winter 1889/1890), sondern auch eine Trockenlegung vieler Moore und Streuwiesen erreicht.

Die Breite der Glatt ist sehr wechselnd. Gemessen an der meist künstlichen Sohle beträgt sie z. B. beim Ausfluss aus dem Greifensee 8 m, bei Schwerzenbach 9 m, bei Dübendorf 12 m, beim Neugut 10 m, bei Glattbrugg 12 m, von Rümlang abwärts mindestens 14 m, bei Hofstetten 15 m, zwischen Bülach und Hochfelden 20 m und zuunterst, im Letten unterhalb Glattfelden wieder 14 m. Im allgemeinen ist die Glatt im Oberlauf etwa 10 m, im Unterlauf zirka 15 m breit. Die Breite des Wasserspiegels ist selbstverständlich von der Wasserführung abhängig.

Die Tiefe des Flusses ist bescheiden zu nennen. Sie beträgt bei mittlerem Wasserstand vom Seeausfluss bis zum Wehr bei der Obermühle in Dübendorf im Mittel 90 cm, von dort an bis nach Glattfelden durchschnittlich 60—80 cm. Die Tiefe bleibt ungefähr gleich trotz zunehmender Wassermenge, weil das Gefälle allmählich grösser wird.

Die Laufzeit des Wassers vom Greifensee bis zur Mündung in den Rhein ist selbstverständlich stark von der Wasserführung abhängig und kann nur höchst angenähert angegeben werden. Die Fliessgeschwindigkeit beträgt nach Messungen am Limnigraphen bei der Aubrücke bei Mittelwasser zirka 1 m/sec. Die Laufzeiten betragen schätzungsweise: Greifensee-Aubrücke 3 St., Aubrücke-Glattbrugg 1 St., Glattbrugg-Höri 4-6 St., Höri-Rhein 4-6 St., im ganzen vom Greifensee bis zum Rhein also 12—18 St.

Die Wasserführung der Glatt ist relativ gleichmässig, weil der Greifensee (161 Mill. m³ Inhalt) als Ausgleichsbecken wirkt und die

¹ s. «Die Wasserkräfte der Schweiz», Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern, 1916.

² Die Abbildungen 2—4 befinden sich auf Tafel 4, die Abbildungen 5, 6 und 9 auf Tafel 5.

Einzugsgebiet der Glatt.

1-26 PROBENAHMESTELLEN.

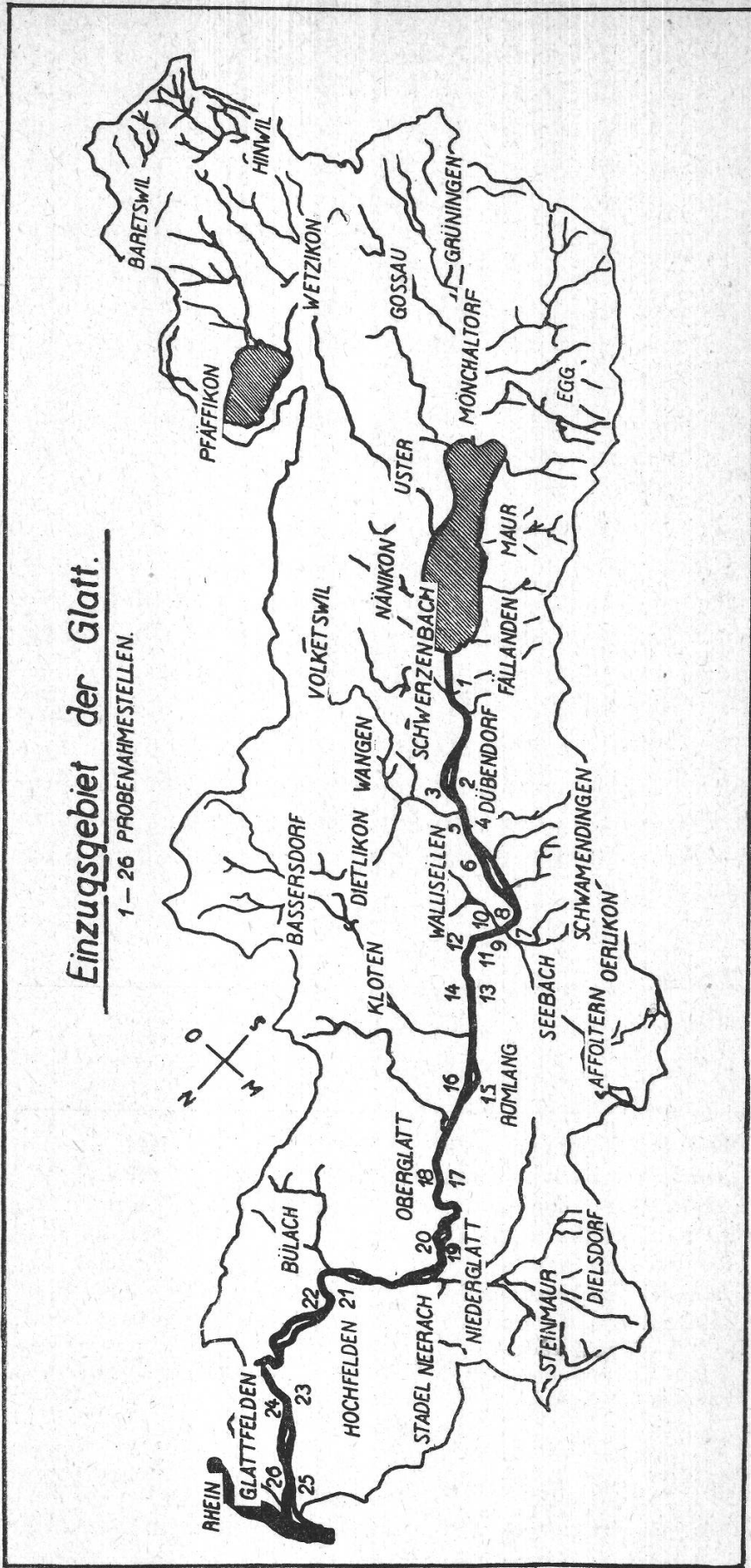


Abbildung 1.

weitere Zuflüsse meist klein sind. Sehr viel Niederschlagswasser wird von den im Glattal häufig auftretenden « Rietern » (Torfmooren) zurückgehalten, die naturgemäss bei Hochwasser ebenfalls ausgleichend wirken. Im Untersuchungsjahr betrug die minimale Wassermenge beim Ausfluss aus dem Greifensee 1,9 m³/sec., die maximale Wassermenge 7,9 m³/sec., und die mittlere Wasserführung 4,2 m³/sec. (s. zum Vergleich auch Abb. 7). Ein eigentliches Hochwasser, bei dem die Wassermenge auf ein Vielfaches der normalen Wasserführung steigt, ist anscheinend sehr selten; das grösste Hochwasser der letzten 100 Jahre mit 40 m³/sec. wurde im September 1852 beobachtet. (Geographisches Lexikon der Schweiz.)

Entsprechend dem immer mehr zunehmenden Einzugsgebiet steigert sich die Wassermenge der Glatt bei mittlerem Wasserstand bis zur Aubrücke auf zirka 5 m³/sec. und bis zur Einmündung in den Rhein auf zirka 10 m³/sec. Die Messungen erfolgen hauptsächlich durch die beiden Linnigraphen bei der Brücke Schwerzenbach-Fällanden (eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft) und bei der Aubrücke (kantonales Tiefbauamt). 7 weitere Linnigraphen, von denen 5 der Greifensee-Wuhrgesellschaft gehören, liegen im Stau der einzelnen Kraftanlagen und dienen zur Kontrolle der Stauhöhen.

Die Glatt qualifiziert sich somit, im Vergleich zu den übrigen Flüssen des Kantons Zürich, als ein kleiner Fluss, dessen Wassermenge und -qualität bei der Einmündung in den Rhein nur dann einen merklichen Einfluss auf die Zusammensetzung des Rheinwassers haben kann, wenn sie Hochwasser führt :

Tabelle 1.

Fluss	Mittlere Jahresabflussmenge 1915—1929 in m ³ /sec. ¹
Rhein bei Rekingen	444
Limmat bei Zürich, Unterhard	99,4
Thur bei Andelfingen	45,1
Sihl bei Zürich, Sihlhölzli	13,0
Töss bei Neftenbach	7,2
Glatt bei Schwerzenbach	3,8
Glatt bei Glattfelden	10

¹ Die Zahlen wurden teilweise dem Statistischen Jahrbuch der Schweiz 1929, S. 9, entnommen.

Die Bevölkerung des Glattales beschäftigt sich vorwiegend mit Landwirtschaft; in einzelnen grösseren Gemeinden, insbesondere in der seit 1934 zu Zürich gehörenden ehemaligen Gemeinde Örlikon, ferner

Wasserführung der Glatt, Februar 1933 - Januar 1934.

Messstelle Aubrugg.

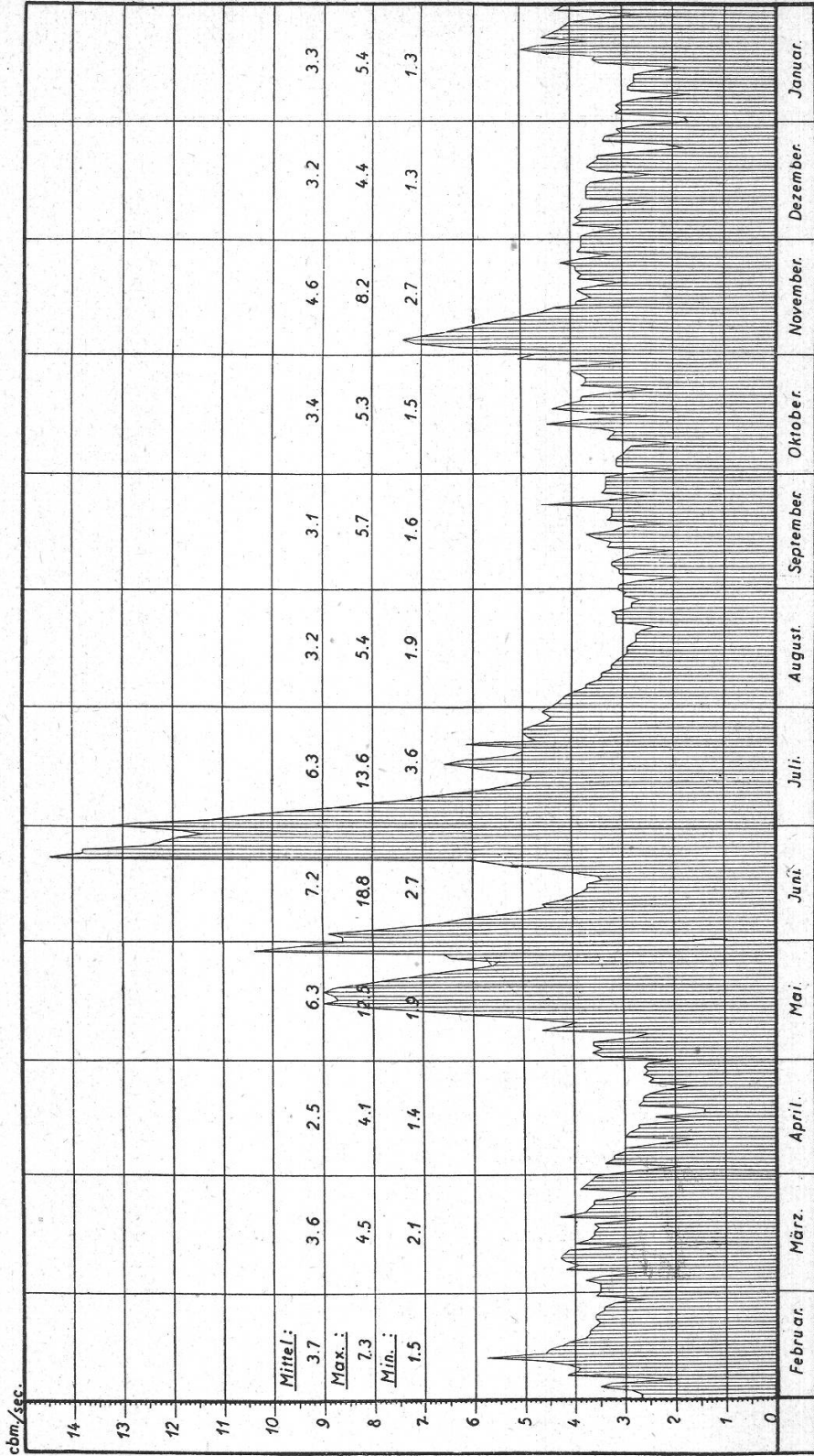


Abbildung 7.

in Dübendorf, Wallisellen, Rümlang und Niederglatt befinden sich grössere industrielle, zum Teil chemische Betriebe, deren Abwasser meistens unbehandelt der Kanalisation, bzw. der Glatt übergeben wird. Dazu kommen die Abwasser einer grössern Anzahl von Textilbetrieben, die meist an günstigen Gefällsstufen der Glatt ihren Sitz haben.

Wenn auch einzelne dieser industriellen Abwasser (z. B. diejenigen der Gasanlage der Maschinenfabrik Örlikon, der chemischen Fabrik Flora in Dübendorf und der jetzt stillgelegten Fabrikation von synthetischem Kampfer in der chemischen Fabrik Terpena in Niederglatt) der Glatt einen deutlichen Stempel aufdrücken, so sind doch die mit dem Abwasser der Glatt zugeführten Schmutzstoffe als überwiegend häuslicher, bzw. landwirtschaftlicher Natur zu charakterisieren, von denen allgemein bekannt ist, dass sie einer mechanischen und eventuell biologischen Reinigung keine unüberwindlichen Schwierigkeiten entgegenzusetzen.

Es ist leider nur schätzungsweise möglich, einen Überblick über die im Einzugsgebiet der Glatt befindlichen Häuser und Haushaltungen und über die Bevölkerungszahl zu geben, da nur ein Teil (22) der vom Greifensee an glattabwärts liegenden Gemeinden vollständig, ein anderer Teil (8) dagegen nur teilweise nach der Glatt hin entwässern.

Die im Einzugsgebiet der Glatt (vom Greifensee an) liegenden Gemeinden (exklusive dem nach der Glatt entwässernden Teil des ehemaligen 6. Stadtkreises von Zürich, aber inklusive die ehemaligen Gemeinden Affoltern b. Zch., Örlikon, Seebach, Schwamendingen) umfassen nach der Volkszählung vom 1. Dezember 1930 8114 Häuser mit 14,420 Haushaltungen und 61,111 Personen (ortsanwesende Bevölkerung). Die letztere Zahl erhöht sich noch um die Bevölkerungszahl des nach der Glatt entwässernden Gebietes des ehemaligen 6. Stadtkreises von Zürich, nämlich um 4046 auf 65,157 und ist in starkem Steigen begriffen. Die Bevölkerungszahl des neuen Stadtkreises 11 der Stadt Zürich (umfassend die ehemaligen Gemeinden Affoltern b. Zch., Seebach, Örlikon und Schwamendingen) ist beispielsweise nach Angaben des Statistischen Amtes der Stadt Zürich von 1931—1933 von 23,144 auf 28,996 gestiegen.

Für die direkte Entwässerung in die Glatt kommt selbstverständlich nur ein kleiner Bruchteil der genannten Bevölkerung in Frage. Keine einzige der Glattalgemeinden besitzt nämlich ein vollausgebautes Kanalisationsnetz und nur einige wie Örlikon, Schwamendingen, Wallisellen, Dübendorf und Bülach besitzen Teilkanalisationen, die an einer oder mehreren Stellen in die Glatt oder in Seitenbäche derselben einmünden. Es ist aber damit zu rechnen, dass diese Kanalisationen in absehbarer Zeit voll ausgebaut und neue dazu kommen werden, so dass eine weitere Belastung der Glatt mit Abwasser nicht lange auf sich warten lassen wird.

Längenprofil der Glatt.

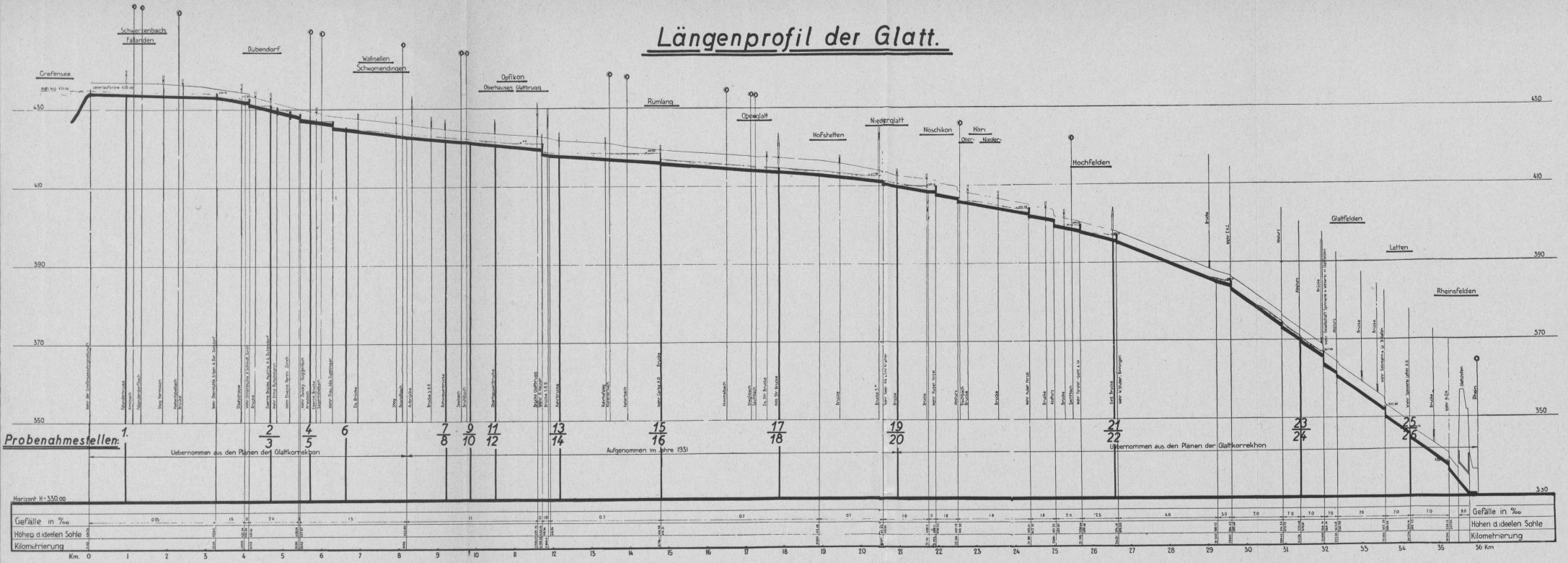


Abbildung 8.

Über die sehr interessante geologische Entwicklung, wie auch über Geographie, Klima, Flora und Fauna des Glattales findet sich eine reichliche Literatur, auf die hier bloss verwiesen sei.¹

B. Das Gefälle der Glatt.

An mehreren Stellen wird das Gefälle der Glatt für industrielle Zwecke ausgenützt. Mit dem Gefälle in engstem Zusammenhang steht die Fliessgeschwindigkeit eines Flusses und diese ist es auch, welche für die verschiedenen Ablagerungen im Flussbett massgebend ist. Um die bei der Glatt vorliegenden Verhältnisse zu verdeutlichen, ist ihr Gefälle in Abb. 8 dargestellt. « Ungleich andern Flüssen hat die Glatt ihr grösstes Gefälle im untern Teil ihres Laufes, während sie oben, d. h. vom Greifensee an, zunächst ganz langsam fliesst und daher offenbar ihren Namen erhalten hat. Während nämlich das durchschnittliche Gefälle vom Greifensee bis zum Rhein 2,54 ‰ beträgt, ist es vom See bis nach Niederglatt nur 1,05 ‰, von da bis nach Hochfelden 2,66 ‰ und auf dem letzten Abschnitt bis zum Rhein 7 ‰. » (Geographisches Lexikon der Schweiz.) Die Fliessgeschwindigkeit im untersten Teil der Glatt ist so gross, dass sich an einzelnen Stellen, wie in einem späteren Abschnitt auseinandergesetzt wird, nie oder nur selten Flußschlamm vorfindet.

C. Verzeichnis der Zuflüsse.

Für den Zweck der Untersuchung war es notwendig, alle in die Glatt einmündenden Zuflüsse jeglicher Art und darunter insbesondere die Abwasserzuflüsse zu kennen. Während verschiedener Begehungen wurde das folgende Verzeichnis im Sinne des fliessenden Wassers aufgestellt :

¹ Es seien hier nur einige grössere Werke und Literaturstellen genannt : Geographisches Lexikon der Schweiz 2 345 (1904); J. Früh, Geographie der Schweiz (1929 ff); A. Heim, Geologie der Schweiz; J. Hug, Die Schweiz im Eiszeitalter (1919); Ch. Beck, Zeugen der Eiszeit (1915); U. A. Corti, Mittellandvögel (1933), hier weitere Literatur angegeben über Klima, Flora usw.

Tabelle 2.
Zuflüsse der Glatt.

Fort- laufende Nummer des Zuflusses	Zufluss		Bezeichnung	Führt nur Rein- wasser	Führt Ab- wasser
	links	rechts			
			<i>Greifensee.</i>		
1	1		Drainage, ca. 200 m unterhalb	1	
2		1	grosse Drainage ca. 500 m unterhalb	2	
3		2	2 Wasserentleerungsrohre der Wasserversorgung Schwerzenbach	3	
4		3			
5	2		grosse Drainage	5	
6	3		Drainage	6	
7		4	offener Drainagegraben	7	
8	4		Drainage, ca. 70 m oberhalb der Brücke	8	
			<i>Brücke Fällanden-Schwerzenbach.</i>		
9	5		Drainage oberhalb des Kindlibaches	9	
10		5	Kindlibach	10	
11	6		Drainage unterhalb des Kindlibaches	11	
12	7		Jörrentobelbach von Fällanden her; sauber; vor der Einmündung leicht gestaut	12	
13	8		Drainage unterhalb, aus dem Stau des Fällan- derbaches	13	
14	9		Drainage unterhalb	14	
15		6	Drainage gegenüber der vorigen	15	
16	10 } 11 }		2 Drainagen	16	
17					
18		7 } 8 }	2 Drainagen gegenüber	18	
19					
20	12 } 13 }		2 Drainagen weiter unten	20	
21					
22		9	Drainage	22	
			<i>Kleine Brücke bei Hermikon.</i>		
23	14 } 15 } 16 }		3 aufeinanderfolgende Drainageleitungen	23	
24					
25					
26	17		Wiesbach; Ueberfall bei der Einmündung. Im Glattbett Sand und Lehmstoffe	26	
			<i>Strassenbrücke Hermikon-Wil.</i>		
27	18		Drainage	27	
28		10	»	28	
29		11	»	29	
30	19		»	30	
			<i>Ueberfallwehr u. Teilung der Glatt vor Dübendorf.</i>		
31		12	bei der Wiedervereinigung der beiden Glattarme Abwassereinlauf		1
32		13	kleiner Jaucheüberlauf		2

Fort- laufende Nummer des Zufusses	Zufluss		Bezeichnung	Führt nur Rein- wasser	Führt Ab- wasser
	links	rechts			
			<i>Strassenbrücke Dübendorf-Gfenn.</i>		
33		14	kleiner Abwassereinlauf		3
34		15	grösserer Drainage-Einlauf	31	
35	20		kleiner Abwassereinlauf		4
36		16	» »		5
37	21		» » gegenüber		6
38	22	}	2 weitere kleine Abläufe aus Häusern		{ 7
39	23				
40		17	Hausablauf		9
41	24		»		10
42		18	»		11
			<i>Brücke an der Bahnhofstrasse Dübendorf.</i>		
43		19	grosser Abwassereinlauf unter der Brücke; Strassenkanalisation		12
44		20	Abwassereinlauf weiter unterhalb		13
45	25		» gegenüber		14
46		21	Hausablauf		15
47		22	»		16
48		23	»		17
49	26		Abwassereinlauf		18
50		24	Strassenkanalisationseinlauf		19
			<i>Strassenbrücke bei der Austria-Dübendorf.</i>		
51	27		Kanalisationseinlauf von Dübendorf gegenüber der Fabrik		20
52		25	Einlauf bei der Fabrik	32	
53	28		kleiner Abwassereinlauf weiter unten		21
54	29		Schlosstobelbach bei der chem. Fabrik Flora, lehmig, trübe	33	
55		26	3 einzelne Röhren bei der Flora		22
56	30		Kämatterbach bei der stillliegenden Gerberei	34	
57		27	Auslauf der chem. Fabrik Flora in den Kanal		23
			<i>Strassenbrücke beim Neugut.</i>		
58		28	Kriesbach	35	
59	31	}	3 Drainagen bei der Firma Zwicky		{ 36
60	32				
61	33				
62	34		Auslauf der Kläranlage der Firma Zwicky in den Kanal		24
			<i>Ueberlandstrassenbrücke Zürich-Winterthur.</i>		
63		29	Einlauf eines unbenannten Baches etwas unter- halb der Textilfabrik Gut AG. beim Zu- sammenfluss von Glatt und Kanal	39	

Fort- laufende Nummer des Zuflusses	Zufluss		Bezeichnung	Führt nur Rein- wasser	Führt Ab- wasser
	links	rechts			
	(fortlaufend numeriert)				
64	35		Abwassereinlauf von Schwamendingen zwischen Aubrücke und Eisenbahnbrücke		25
65	36		Neuer Abwassereinlauf ca. 100 m unterhalb .		26
<i>Eisenbahnbrücke Oerlikon-Wallisellen.</i>					
66	37		kleiner Abwassereinlauf von Oerlikon gleich unterhalb der Strassenbrücke		27
67	38		<i>Leutschenbach</i> Hauptmenge des Abwassers von Oerlikon, Seebach, Affoltern b. Zeh., Zürich etc.		28
68	30		<i>Brühlbach</i> von Riedern-Wallisellen mit viel Ab- wasser		29
69	31		Drainage	40	
70	39		Einlauf eines unbenannten Baches aus dem «Ried» kurz vor Oberhausen	41	
<i>Oberhauser Brücke.</i>					
71	40		Abwassereinlauf aus dem Dorf Oberhausen . .		30
72	32		Hausablauf		31
73	33		Drainage	42	
74	41		»	43	
75	34		»	44	
76	35		Einlauf der Strassenkanalisation von Opfikon .		32
77	42		Drainage oberhalb der „Glattbrugg“	45	
78	43		kleiner Abwassereinlauf		33
79	36		Drainage	46	
80	44		Strassenkanalisationseinlauf		34
81	45		Kanalisationseinlauf mit Jauche direkt unter- halb der Brücke		35
82	46		Abwasserkanal aus der Teppichfabrik Hauser		36
<i>Eisenbahnbrücke Oerlikon-Kloten.</i>					
83	47		Drainage	47	
84	48		»	48	
85	37		»	49	
86	38		»	50	
87	39		Altbach von Kloten	51	
88	40		Kellerbach aus den Kellerwiesen und von Klo- ten her	52	
89	49		Rümmelbach aus der Gegend von Rümlang .	53	
<i>Strassenbrücke Rümlang-Kloten.</i>					
90	41		Drainage gleich unterhalb der Brücke . . .	54	
91	50	}	5 Drainagen	55	
92	51			56	
93	52			57	
94	53			58	
95	54			59	

Fort- laufende Nummer des Zufusses	Zufuss		Bezeichnung	Führt nur Rein- wasser	Führt Ab- wasser
	links	rechts			
	(fortlaufend numeriert)				
96		42)	2 Drainagen	{60 61	
97		43)			
98		44	Himmelbach aus dem grossen Ried	62	
99	55		Drainage	63	
100		45	»	64	
101	56		grössere Drainage aus dem Oberhaslerried . .	65	
102		46	Saumgraben aus den sumpfigen Allmenden der Gemeinden Oberglatt, Winkel u. Bachenbülach	66	
<i>Eiserne Brücke in Oberglatt.</i>					
103	57		Abwassereinlauf aus Oberglatt unter der Brücke		37
104	58		Abwassereinlauf aus Oberglatt weiter unterhalb		38
<i>Hölzerne Brücke in Oberglatt.</i>					
105	59		kleiner Abwassereinlauf		39
106	60		Jauche-Einlauf		40
107		47	» »		41
108	61		Drainage	67	
<i>Eisenbahnbrücke Niederglatt-Bülach</i>					
109	62		Abwassereinlauf aus der chemischen Fabrik Terpena Niederglatt		42
110	63		Hausablauf		43
111	64		Mündung der Strassenkanalisation Niederglatt		44
112	65		kleiner Abwassereinlauf		45
113	66		» »		46
<i>Goldleistenfabrik AG. Niederglatt</i>					
114	67		Drainage	68	
115	68		»	69	
<i>Brücke Niederglatt-Grafschaft</i>					
116		48	Hausablauf		47
117		49	Strassenwassereinlauf		48
118	69		Drainage	70	
119	70		Abwassereinlauf aus der Primarschule Nöschikon		49
120	71		Einlauf eines unbenannten Baches vor der Brücke	71	
121	72		Fischbach aus Steinmaur	72	
122	73		Strassenwassereinlauf		50
123	74		» unterhalb der Strassen- brücke Oberhöri		51
124	75		Strassenwassereinlauf unterhalb der Strassen- brücke Oberhöri		52
<i>Strassenbrücke Niederhöri.</i>					
125		50	Drainage	73	

Fort- laufende Nummer des Zuflusses	Zufluss		Bezeichnung	Führt nur Rein- wasser	Führt Ab- wasser
	links	rechts			
	(fortlaufend numeriert)				
			<i>Stauwehr bei Willenhof.</i>		
126	76		Einlauf eines kleinen, unbenannten Baches . .	74	
127		51	kleiner Auslauf bei der Spinnerei Jakobsthal .	75	
128		52	Riedbach von Bülach her	76	
129		53	Abwassereinlauf von Bülach		53
130		54	Riedgraben vor Hochfelden	77	
131	77		Strassenwassereinlauf		54
			<i>Strassenbrücke Hochfelden-Bülach.</i>		
132	78		Abwassereinlauf von Hochfelden gleich unter- halb der Brücke		55
133	79		Abwassereinlauf aus Hochfelden		56
134	80		Einlauf eines kleinen, unbenannten Baches ca. 100 m oberhalb des Stauwehrs im Schachen	78	
			<i>Strassenwehr im Schachen, Glattfelden.</i>		
135	81		Drainage	79	
136	82		»	80	
137		55	Abwassereinlauf aus der Gemeinde Glattfelden in den Kanal		57
138	83		Riedgraben beim gedeckten Wehr	81	
139	84		Riedgraben aus den Zweidlerwiesen	82	
139	139			139	

Von den 139 gezählten Zuläufen zur Glatt sind 84 links- und 55 rechtsseitig; 82 führen ausschliesslich Reinwasser, die übrigen 57 führen dagegen mehr oder weniger grosse Mengen Abwasser.

III. Untersuchungsprogramm.

A. Auswahl der Probenahmestellen.

Von geradezu fundamentaler Bedeutung für den Erfolg einer Flussuntersuchung und für die einwandfreie Beurteilung des Untersuchungsobjektes ist die Festlegung derjenigen Stellen, an welchen Wasser- und Schlammproben gefasst werden sollen.

Um den Grad der Belastung und die Selbstreinigung eines Vorfluters nach erfolgter Verunreinigung festzustellen, ist es zunächst notwendig, eine Vergleichsbasis zu besitzen. Zum Vergleich wird man in der Regel Wasser desselben Vorfluters heranziehen, das oberhalb des Eintrittes von Abwasser entnommen wird. Durch Vergleich mit dem an geeigneten Stellen unterhalb der Verschmutzungsquelle gefassten Wasser erhält man ein Urteil über die relative Belastung des Vorfluters. Ist es möglich, dem Vorfluter Wasser zu entnehmen, bevor er überhaupt durch

irgendwelche — ausser den durch die natürlichen Lebensprozesse im Wasser und an den Ufern sich bildenden — Stoffe verunreinigt ist, so liefert der Vergleich ein absolutes Mass für die stattgehabte Verunreinigung, wie für die eventuell eintretende Selbstreinigung.

Diese letztere Möglichkeit ist bei der Glatt vorhanden, wenn man das aus dem Greifensee ausfliessende Wasser mit dem Reinheitsgrad 1 bezeichnet. An dieser Stelle soll nur angedeutet werden, dass das Greifenseeewasser nicht in jeder Hinsicht die Anforderungen an reines Wasser, wie sie etwa an Trinkwasser gestellt werden, erfüllt, ja dass es seiner Qualität nach sicher und fast das ganze Jahr hindurch schlechter ist, als etwa das Limmatwasser beim Ausfluss aus dem Zürichsee.

Wenn nun trotzdem die 1. Probenahmestelle (s. Abb. 9¹) nicht an den Greifenseeausfluss, sondern 1 km unterhalb, an die Strassenbrücke Fällanden-Schwerzenbach gelegt wurde, so geschah dies aus Gründen der Zweckmässigkeit, weil sich einerseits die Wasserproben von der Brücke aus gut fassen liessen und weil andererseits die Glatt auf dieser Strecke noch nicht durch Abwasser belastet wird und, wie man annehmen darf, den gleichen Reinheitsgrad wie beim Seeausfluss aufweist.

Für die Auswahl der weiter flussabwärts gelegenen Probenahmestellen war der Wunsch massgebend, alle grösseren Abwassereinläufe in ihrer Bedeutung für den Fluss zu erfassen und den Verlauf der Selbstreinigung vor erneuter Belastung des Flusses durch Abwasser zu verfolgen.

Die Probenahme erfolgte wenn möglich von Brücken aus und zwar mit wenigen unten erwähnten Ausnahmen immer auf beiden Flußseiten. Dies letztere erwies sich als notwendig, da sich die einfliessenden Abwasser trotz der relativ geringen Flussbreite nur langsam auf den ganzen Flussquerschnitt verteilen. Es ergaben sich insgesamt 14 Probenahmestellen, die im folgenden mit ihren im Text immer wiederkehrenden Nummern und Bezeichnungen aufgeführt sind :

1. *Schwerzenbach*. Probenahmestelle 1. 1 km unterhalb des Ausflusses der Glatt aus dem Greifensee an der Strassenbrücke von Fällanden nach Schwerzenbach. Reinheitszustand 1; die Glatt enthält noch kein Abwasser, sondern nur Seewasser, das mit wenig Drainagewasser aus den umliegenden Mooren und Streuwiesen vermengt ist. Die Probenahme erfolgte meist nur in der Flussmitte.

2. *Austria-Dübendorf*. Probenahmestellen 2 und 3. Unmittelbar unterhalb Dübendorf und oberhalb der Fabrikgebäude der Zigarettfabrik Austria AG., links von der Strassenbrücke, rechts vom Ufer aus. Die Glatt enthält hier ziemlich viel Abwasser, das von beiden Seiten der Gemeinde Dübendorf eingeleitet wird.

3. *Neugut*. Probenahmestellen 4 und 5. Strassenbrücke Schwamendingen—Dübendorf, unmittelbar oberhalb der Seidenfärberei Zwicky & Co., zum Neugut. Ausser weitem Abwässern der Gemeinde Dübendorf enthält die Glatt hier die Abwässer der Zigarettfabrik Austria AG. und der chemischen Fabrik Flora in Dübendorf.

¹ Die Abbildung 9 befindet sich auf Tafel 5.

4. *Zwicky, unterhalb*. Probenahmestelle 6. Etwa 1 km unterhalb des Neugutes an der Ueberlandstrassenbrücke Zürich—Winterthur. Die Probenahme erfolgte hier aus der Flussmitte; die Glatt enthält hier auch noch das Abwasser der Färberei Zwicky & Co., das vor der Einleitung mechanisch geklärt wird.

5. *Leutschenbach, oberhalb*. Probenahmestellen 7 und 8. Von einer kleinen Brücke (Rohwiesenbrücke) etwa 400 m unterhalb der Eisenbahnbrücke der Strecke Oerlikon—Wallisellen aus. Die Glatt enthält hier Abwasser aus der Gemeinde Schwamendingen.

6. *Leutschenbach, unterhalb*. Probenahmestellen 9 und 10. Etwa 100 m unterhalb der Einmündung des Leutschenbachs mit dem Abwasser aus den nördlich der Glatt-Limmatwasserscheide (Zürichberg—Milchbuck—Käferberg) gelegenen Teilen der Stadt Zürich und der fast gegenüberliegenden Einmündung des Brühlbaches mit dem Abwasser der Gemeinde Wallisellen.

7. *Oberhauserbrücke*. Probenahmestellen 11 und 12. Bis zu dieser Stelle, zirka 800 m unterhalb der Einmündungen des Leutschen- und des Brühlbaches, fliesst kein neues Abwasser in die Glatt ein. Die von dieser Stelle stammenden Proben sollen Rückschlüsse auf die eingetretene Durchmischung des Abwassers mit der Glatt und auf den Fortschritt der Selbstreinigung erlauben.

8. *Glattbrugg, unterhalb*. Probenahmestellen 13 und 14. Von einer kleinen Brücke (Kehrbrücke) aus, die zirka 300 m unterhalb der Eisenbahnbrücke Oerlikon—Kloten über die Glatt führt. Die Glatt erhält von links geringe Mengen Abwasser aus den Weilern Oberhausen und Glattbrugg, sowie aus der Teppichfabrik Hauser in Glattbrugg und von rechts aus der Gemeinde Opfikon.

9. *Rümlang bei der Carba*. Probenahmestellen 15 und 16. Strassenbrücke unmittelbar unterhalb des Sauerstoffwerkes Carba AG. bei Rümlang. Die Glatt ist hier aufgestaut. Auf der etwa 2,5 km langen Strecke von Glattbrugg wird kein Abwasser in die Glatt eingeleitet. Die Proben sollten interessante Aufschlüsse über den Einfluss des Stauens auf die Selbstreinigung des Glattwassers ergeben.

10. *Oberglatt*. Probenahmestellen 17 und 18. Bei der alten Holzbrücke in Oberglatt von den beiden Ufern aus. Kurz vor dieser Stelle erhält die Glatt von links und rechts geringe Abwasserzuflüsse aus der Gemeinde Oberglatt.

11. *Niederglatt*. Probenahmestellen 19 und 20. Von der Strassenbrücke Niederglatt—Grafschaft aus. Die Glatt hat vorher die Abwässer der Gemeinde Niederglatt und der chemischen Fabrik Terpena AG. aufgenommen.

12. *Hochfelden*. Probenahmestellen 21 und 22. Von der Strassenbrücke Hochfelden—Bülach aus. Vor dieser Stelle fliessen links geringe Mengen Abwasser aus den Weilern Nöschikon-Oberhöri und rechts aus dem Weiler Grafschaft ein. Eine grössere Abwassermenge kommt rechtsseitig aus der Gemeinde Bülach.

13. *Glattfelden, oberhalb*. Probenahmestellen 23 und 24. Von der kleinen Strassenbrücke im Schachen aus. Die Glatt nimmt in ihrem Lauf von Hochfelden her nur eine kleine Menge Abwasser auf.

14. *Glattfelden, unterhalb*. Probenahmestellen 25 und 26. Aus der Spinnerei Letten AG., zirka 1,5 km vor der Ausmündung in den Rhein, von den beiden Ufern aus, zirka 1,8 km unterhalb des Dorfes Glattfelden und des Einflusses der Abwasser dieser Gemeinde. Die hier gefassten Proben geben ein Bild über den Endzustand des Glattwassers.

B. Häufigkeit und Verteilung der Probenahmen.

Es liegt auf der Hand, dass nur sehr zahlreiche, über einen möglichst langen Zeitraum verteilte Proben ein einigermaßen sicheres und abschliessendes Urteil über den Grad der Verunreinigung und über das Selbstreinigungsvermögen eines Vorfluters abzugeben gestatten. Insbe-

sondere bei grösseren Flüssen wirken so viele einzelne Faktoren auf die Zusammensetzung des Wassers und auf die Selbstreinigung ein, dass durch die Untersuchung nur weniger Proben das tatsächliche Bild über die Beschaffenheit des Wassers oft geradezu ins Gegenteil verkehrt werden kann.

Um möglichst alle Wasserstände und im besondern auch den Einfluss der verschiedenen Jahreszeiten und verschiedener Witterung kennen zu lernen, wurde der Zeitraum der Untersuchungen auf 1 Jahr, beginnend am 1. Februar 1933 und endigend am 31. Januar 1934, festgesetzt. Da ferner die Qualität der eingeleiteten Abwasser erfahrungsgemäss nicht an allen Wochentagen gleich ist, wurde dafür gesorgt, dass die Probenerhebungstage auf die ganze Woche verteilt wurden. Es erwies sich als unnötig, auch Sonntags Proben zu erheben, da die Verschmutzung an diesem Tage gewöhnlich nicht sehr stark ist.

Von grosser Wichtigkeit erschien es ferner, die Proben zu verschiedenen Tageszeiten zu fassen, da die Menge und die Qualität der eingeleiteten Schmutz- und Schlammstoffe nicht zu jeder Tageszeit gleich gross ist. Während die Menge dieser den Vorfluter belastenden Stoffe nachts minimal ist, wächst sie bis gegen die Mittagszeit immer mehr an, um gewöhnlich in den frühesten Nachmittagsstunden ein Maximum zu erreichen, das dann — allerdings nicht in glatter Kurve — gegen Abend wieder verflacht. Aus diesem Grunde wurden die Probenahmen sowohl am Vor- wie am Nachmittag durchgeführt.

Der Idealfall für die Probenerhebung würde dann eintreten, wenn es gelänge, die Proben vom Seeausfluss bis zur Einmündung in den Rhein in den der Fliessgeschwindigkeit des Flusses entsprechenden Zeiten zu fassen, so dass theoretisch immer wieder die gleiche Wasserprobe zur Untersuchung käme. Wir konnten darauf keine Rücksicht nehmen, da die genaue Fliessgeschwindigkeit der Glatt, die von der Wasserführung abhängig ist, nicht bekannt war und da ausserdem die Fliessgeschwindigkeiten an den Ufern, am Grund und in der Mitte des Flusses ihrerseits verschieden sind, so dass ein beim Seeausfluss gegebenes Wasserquantum sich bis zum untersten Teil des Flusses auf eine unbekannt grosse Strecke verschiebt.

Die nachfolgende Tabelle 3 orientiert über die einzelnen Probenerhebungstage und die anlässlich der Probenerhebung herrschende Witterung.

C. Ausrüstung.

Die für die Entnahme der Proben erforderliche Ausrüstung wurde so einfach wie möglich gehalten. Sie war immerhin noch sehr umfangreich. Die Erhebung der Wasserproben erfolgte fortlaufend an allen Probenahmestellen und zwar stets im Sinne des fliessenden Wassers. Sie erforderte anfänglich 5—6, später nur noch 3—4 Stunden. Die

Tabelle 3.

Verteilung der Probenerhebungen. Witterung.

Tag der Probenahme	Wetter
Fr. 3.II.33 a. m.	bedeckt, trocken
Di. 14.II.33 p. m.	klar, sonnig
Mi. 22.II.33 p. m.	schwacher Nebel, später Schneefall
Mo. 13.III.33 a. m.	neblig
Sa. 18.III.33 a. m.	bedeckt bis wolkelig, teils sonnig
Mi. 29.III.33 p. m.	sonnig, klar
Do. 6.IV.33 a. m.	sehr schön
Di. 18.IV.33 a. m.	sonnig, klar
Mi. 3.V.33 p. m.	bedeckt, teils sonnig, dazwischen leichter Regen
Do. 11.V.33 a. m.	starker Regen
Mo. 15.V.33 p. m.	wolkig, sonnig
Mi. 24.V.33 a. m.	sonnig, klar
Do. 8.VI.33 p. m.	sonnig, klar
Sa. 17.VI.33 a. m.	bedeckt
Di. 20.VI.33 p. m.	wolkig-bedeckt
Fr. 30.VI.33 p. m.	Regen, teils Hagel
Sa. 8.VII.33 a. m.	klar und sonnig
Mi. 12.VII.33 a. m.	trübe, mit leichten Regenschauern
Mo. 17.VII.33 p. m.	wolkig-sonnig
Mi. 26.VII.33 p. m.	sonnig, klar
Mo. 28.VIII.33 a. m.	sonnig, klar
Sa. 9.IX.33 a. m.	bedeckt
Fr. 15.IX.33 p. m.	sonnig
Do. 21.IX.33 a. m.	bedeckt, Regen
Di. 26.IX.33 a. m.	neblig
Sa. 7.X.33 a. m.	ziemlich neblig
Fr. 13.X.33 p. m.	bedeckt, zeitweise Regen
Mi. 18.X.33 a. m.	wolkig, neblig
Mo. 30.X.33 a. m.	wolkig, sonnig
Mo. 13.XI.33 a. m.	wolkig, sonnig
Fr. 24.XI.33 p. m.	bedeckt
Do. 30.XI.33 a. m.	Schneefall
Di. 26.XII.33 a. m.	trübe, bedeckt
Fr. 5.I.34 a. m.	Schneefall
Mi. 31.I.34 p. m.	bedeckt, leichter Schneefall

Durchführung der Probenerhebung in dieser relativ kurzen Zeit, wie auch das Mitführen der zahlreichen Gefäße und Utensilien konnte nur durch Benützung des Automobils ermöglicht werden. Für eine lückenlose Probenerhebung wurden benötigt :

3×26 = 78 geeichte Glasflaschen mit Stopfen und Sicherheitsverschluss zu 280 bis 300 cm³ Inhalt für die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes, der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und des biochemischen Sauerstoffbedarfes nach 5 Tagen.

26 Glasflaschen mit Stopfen zu 1,2 l Inhalt für die Bestimmung der übrigen chemischen und physikalischen Daten.

Für die Erhebung der Schlammproben wurden 26 Glasflaschen mit weitem Hals und mit Korkstopfen verwendet und für die Fassung der Planktonproben, der Wasserproben für die bakteriologische Untersuchung usw. wurden entsprechende Mengen kleinerer Glasflaschen und steriler Reagensgläser mitgeführt.

Alle diese Flaschen, wie auch die weiterhin noch aufzuzählenden Instrumente und Chemikalien wurden in einer, bzw. mehreren speziell konstruierten, grossen und soliden Holzkisten untergebracht, die dann auf dem Traggestell und im Innern des für die Probenahmen verwendeten Automobils verstaut wurden.

Die Proben konnten, angesichts der geringen Wassertiefe, auf die einfachste Art mit Hilfe eines gewöhnlichen Eimers meist von den Brücken, sonst vom Ufer aus geschöpft werden. Nützlich erwies sich auch ein kleines Schöpfgefäss mit langem Stiel. An weiteren Instrumenten und Gefässen wurden mitgeführt :

Thermometer für die Bestimmung der Luft- und Wassertemperaturen, Flaschen und Pipetten für Manganchlorürlösung und jodkaliumhaltige Natronlauge, Planktonnetz, Pfahlkratzer usw.

Es ist selbstverständlich, dass über jede Probe sorgfältig Protokoll geführt wurde, um Verwechslungen vollständig auszuschliessen.¹

IV. Chemische Untersuchung der Glatt.

A. Einleitung.

Für die chemische Untersuchung und spätere Beurteilung der Verschmutzung, der Selbstreinigungskraft und der eingetretenen Selbstreinigung eines Vorfluters, sei es ein Bach, ein grösserer oder kleinerer Fluss, oder auch ein See, stehen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft und der Untersuchungstechnik genügende und hinreichend aufklärende Methoden und Untersuchungsmöglichkeiten zur Verfügung, so dass für die Beurteilung der Verunreinigung der Glatt durch die verschiedenen in sie einfliessenden Abwässer der einzelnen Gemeinden und Industrieunternehmen eine Verbesserung und Ausarbeitung der chemischen Untersuchungsmethoden oder sogar die Erprobung ganz neuer, bisher noch nicht allgemein anerkannter Methoden nicht notwendig erschien. Wohl musste diese oder jene an sich bekannte und bewährte Methode mit andern sinngemäss kombiniert werden, um bezüglich der Belastung der Glatt durch Abwasser ein vollkommen eindeutiges Urteil zu erhalten. Diese Kombination war aber einfach durchzuführen und benötigte keinerlei besondern Zeitaufwand, so dass das vorgesehene Untersuchungsprogramm sofort in Angriff genommen und durchgeführt werden konnte.

¹ Bei den Probenerhebungen und bei der Aufarbeitung der Proben im Laboratorium wurden wir bestens unterstützt von unserem Laboratoriumsgehilfen W. Schneebeli.

Bei jeder Probenahme wurde der Zustand der Glatt in der Weise fixiert, dass Feststellungen allgemeiner Art über Klarheit und Trübung, oder Verunreinigung durch Pflanzenteile, Pilzflocken, Schlamm oder sonstige belastende Fremdstoffe, wie Farbstoffe, Öle oder Fett gemacht wurden. Diese Feststellungen, die in die jeweiligen Erhebungsprotokolle aufgenommen wurden, ergaben an sich schon ein recht gutes Bild über den Verschmutzungszustand zu den einzelnen Tages- und Jahreszeiten.

Zu den physikalischen Bestimmungen, die ja bei jeder Wasser- und Abwasseruntersuchung zur Klärung der Verhältnisse und zur Abrundung der übrigen gewonnenen Erkenntnisse notwendig sind, gehören vor allen Dingen die Bestimmung der Wassertemperatur und des Barometerstandes, zwei Bestimmungen, die für die Ermittlung des später noch zu besprechenden Verhältnisses zwischen wirklichem und theoretischem Sauerstoffgehalt unerlässlich sind; ferner die Messung der Durchsichtigkeit in einem graduierten Zylinder mit der allgemein gültigen Schriftprobe. Selbstverständlich war es auch von Wichtigkeit, den Geruch der einzelnen Wasserproben an den verschiedenen Entnahmestellen zu bestimmen, da dieser sehr häufig Rückschlüsse über eingeleitete Abwässer rein häuslicher oder industrieller Art zulässt.

Gestatten die physikalischen Untersuchungen und Bestimmungen zunächst den ersten Einblick in die Verschmutzung und Belastung eines Vorfluters, so geben die verschiedenen chemischen Untersuchungen einen guten und weitgehenden Einblick in die tatsächlichen Belastungsverhältnisse, die in einem Vorfluter, dem Abwasser zugeleitet wurde, vorhanden sind. Die chemische Untersuchung, die im vorliegenden Falle durch eine eingehende biologische und bakteriologische Untersuchung noch weitgehend ergänzt worden ist, gibt in Verbindung und zweckentsprechender Auswertung mit den eben genannten Untersuchungen ein vollkommen klares Bild darüber, ob die Belastung des Vorfluters schon die zulässige Grenze erreicht, oder sogar überschritten hat, ferner wieweit der Vorfluter mit der Verarbeitung und Aufarbeitung der mit dem Abwasser eingeleiteten Schmutzstoffe fertig geworden ist, welche Schäden durch die Abwassereinleitung schon eingetreten und welche noch zu erwarten sind.

Bei jeder Vorfluteruntersuchung, besonders dann, wenn es sich dabei um einen noch « lebenden » Vorfluter handelt, spielt die genaue Feststellung der Sauerstoffbilanz eine grosse und ausschlaggebende Rolle. Aus diesem Grunde musste auch die Ermittlung der Sauerstoffverhältnisse in der Untersuchung einen grossen Raum einnehmen. Neben der Bestimmung des absoluten Gehaltes an gelöstem Sauerstoff ist bei der Untersuchung der Glatt grosses Gewicht auf die Bestimmung der Sauerstoffzehrung nach Ablauf von 48 Stunden und auf die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen gelegt worden. Durch diese beiden Untersuchungen können neben der eigentlichen Be-

anspruchung des im Wasser vorhandenen Sauerstoffs auch gleichzeitig der Grad und die Gefährlichkeit der Verschmutzung im einzelnen klargelegt werden.

Die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes nach 20 Tagen, die in der Fachliteratur häufig empfohlen wird, glaubten wir nur zur Ergänzung in einzelnen Fällen anwenden zu sollen, da die beiden eben erwähnten Sauerstoffzehrungsbestimmungen uns ausreichend Auskunft über den tatsächlichen Belastungsgrad der Glatt durch Abwasser gaben. Auch aus praktischen Erwägungen heraus war es nicht möglich, den biochemischen Sauerstoffbedarf in 20 Tagen bei allen Proben zu ermitteln. Nur bei wenigen, besonders charakteristischen Probenahmestellen ist der biochemische Sauerstoffbedarf in 20 Tagen festgestellt und auch kurvenmässig festgelegt worden. Zur Ergänzung der Sauerstoffzehrungszahlen wurde ferner in den einzelnen Wasserproben der Verbrauch an Kaliumpermanganat (Oxydierbarkeit) bestimmt. Man muss sich aber bei der Auswertung dieser Zahlen darüber klar sein, dass dabei alle durch Sauerstoff überhaupt angreifbaren Stoffe erfasst werden. Neben den aufoxydierbaren organischen Stoffen werden nämlich auch solche mineralischen Stoffe unter Sauerstoffverbrauch mitbestimmt, die in niedrigerer Oxydationsstufe vorliegen, wie z. B. zweiwertige Eisenverbindungen, die aber an sich nicht ohne weiteres als den Vorfluter schädigende oder belastende Stoffe anzusprechen sind.

Ist die Sauerstoffzehrung sehr stark, d. h. ist die Menge der sauerstoffverbrauchenden Schmutzstoffe in einem Vorfluter sehr hoch, dann kann es so weit kommen, dass der gesamte im Wasser gelöste Sauerstoff verbraucht wird und sich im Vorfluter Reduktionserscheinungen einstellen, die bis zur Bildung von Schwefelwasserstoff führen können. Solche Zustände sind hauptsächlich dann zu befürchten, wenn beispielsweise der Vorfluter nach der Abwassereinleitung gestaut wird, so dass die Sauerstoffzehrung grösser ist und schneller vor sich geht, als die Sauerstoffaufnahme von der Oberfläche aus und die Sauerstoffproduktion der grünen Wasserpflanzen. Es ist selbstverständlich, dass die in Frage kommenden Untersuchungsmethoden, die Bestimmung der Fäulnisfähigkeit mit Methylenblau und die Bestimmung der sogenannten relativen Haltbarkeit, in Wirklichkeit nur eine weitere Ergänzung zur Kenntnis des Sauerstoffhaushaltes des Vorfluters bilden. Da die beiden Untersuchungen aber schnell ausführbar sind, haben wir sie in das Untersuchungsprogramm mit aufgenommen. Die Fäulnisfähigkeitsbestimmung mit Methylenblau wird bei einer Temperatur von 37° C. ausgeführt. Die Ergebnisse lassen aber nur eine Deutung in der Richtung zu, ob eine Wasserprobe fäulnisfähig ist oder nicht. Die Intensität der Fäulnis konnte bisher nicht bestimmt werden.

Um aber auch über die Fäulnisgeschwindigkeit einer Wasserprobe Auskunft zu erhalten, bedient man sich neuerdings der Bestimmung der

sogenannten « relativen Haltbarkeit » (relative stability).¹ Diese relative Haltbarkeit ist ein von den amerikanischen Fachleuten in die Untersuchungspraxis eingeführter Begriff. Ihm liegt die Beobachtung zugrunde, dass Wasser, dessen verfügbarer Sauerstoffgehalt, der sowohl aus dem gelösten Sauerstoff wie aus dem in Nitriten und Nitraten vorhandenen Sauerstoff bestehen kann, in 20 Tagen bei 20° C nicht erschöpft wird, oder richtiger gesagt, in dem bis zu 20 Tagen keine Reduktionserscheinungen auftreten, praktisch « dauerhaft » ist, d. h. nicht mehr in stinkende Fäulnis verfällt. Die Dauerhaftigkeiten, ausgedrückt in Prozenten, liegen nun aber nicht auf einer Geraden, sie verlaufen vielmehr gemäss einer auf Grund zahlreicher Versuche ermittelten Kurve, die in der Nähe des 100prozentigen Dauerhaftigkeitsgrades asymptotisch wird. Die Formel zur Berechnung des Dauerhaftigkeitsgrades lautet :

$$D = 100 (1 - 0,794^t)$$

In dieser Formel bedeutet D den Dauerhaftigkeitsgrad in Prozenten der absoluten Dauerhaftigkeit und t die Anzahl der Tage die erforderlich sind, um bei 20° C die Reduktionserscheinungen herbeizuführen. In der nachstehenden Tabelle 4 ist die relative Haltbarkeit, die sich jeweils nach dem Eintritt der Entfärbung des Methylenblaus ergibt, in Prozenten angegeben.

Tabelle 4.

Relative Haltbarkeit des Abwassers bzw. des Flusswassers.

Reduktion tritt ein in Tagen	% Haltbarkeit	Reduktion tritt ein in Tagen	% Haltbarkeit
0,25	fäulnisfrei	7	80
0,50	11	8	84
1	21	9	87
1,5	30	10	90
2	37	11	92
2,5	44	12	94
3	50	13	95
4	60	14	96
5	68	16	97
6	75	18	98
		20	99

Wenn die bisher beschriebenen Untersuchungen, die bei der Glatt zur Anwendung kamen, mehr die Folgen der Belastung eines Flusses durch Abwasser aufzeigen und charakterisieren, ohne die eigentliche Verschmutzung mengenmässig zu erfassen, so wurde durch die Ermitt-

¹ Standard methods for the examination of water and sewage. American public health association. 5. Aufl., New York, 1923, S. 75; s. a. Gesundheitsingenieur 1930, Bd. 53, Nr. 33.

lung der gelösten Stoffe und deren Zusammensetzung bezüglich Glühverlust und Glührückstand, ferner durch die Bestimmung von Ammoniak, Nitrit und Nitrat und des Gehaltes an gebundenem Chlor, die absolute Höhe der Verunreinigung der Glatt festgelegt.

Die Bestimmung des mit den verschiedenen Abwässern einfließenden und des durch Fäulniserscheinung im Fluss entstehenden Ammoniaks in der Glatt war insofern von Bedeutung, als klare Erkenntnisse darüber zu schaffen waren, in welcher Zeit und bis zu welchem Grade die Glatt auf Grund ihrer Selbstreinigungskraft in der Lage war, diesen typischen Abwasserstoff zu verarbeiten.

Da häusliche Abwasser immer eine gewisse Menge an gebundenem Chlor, hauptsächlich in Form von Kochsalz enthält, glaubten wir auch auf die Durchführung dieser Bestimmung in den einzelnen Wasserproben nicht verzichten zu dürfen, da auf diese Weise der jeweilige Abwasserstrom im sauberen Wasser der Glatt verfolgt und seine Mischgeschwindigkeit festgestellt werden kann.

Dass neben diesen kurz erwähnten Bestimmungen auch die Reaktion bzw. der pH-Wert des Wassers an den verschiedenen Probenahmestellen ermittelt wurde, ist selbstverständlich.

Um die Verschmutzung des Glattwassers durch Schlammstoffe besonders deutlich vor Augen zu führen, haben wir bei jeder Probenahme eine bestimmte Wassermenge durch ein immer gleich grosses Filter unter stets gleichen Bedingungen filtriert. Wie wir später noch zeigen werden, führt diese Bestimmung die Menge der Schlammstoffe qualitativ gut vor Augen und gleichzeitig erlaubt sie einen Rückschluss auf die Verschmutzung durch kolloidale Stoffe, wenn man die Filtrierzeiten genau bestimmt und unter einander vergleicht.

Neben der Untersuchung des Wassers kommt in einem Vorfluter auch der Untersuchung der abgelagerten Schlammstoffe eine grosse Bedeutung zu. An ruhigen Stellen oder auch in Stauen abgelagerter Schlamm kann unter Umständen in stark gasende Zersetzung übergehen, wenn er aus Stoffen besteht, die der schnellen Zersetzung zugänglich sind. Fängt Grund- oder Uferschlamm an, unter Gasentwicklung in Zersetzung überzugehen, dann können eventuell unerwünschte Schlammfladen auftreiben, die sowohl beim Hochsteigen vom Grund, wie beim Abtreiben auf der Oberfläche, oder beim erneuten Untersinken auf den Grund des Vorfluters eine starke mechanische Verunreinigung des Vorflutwassers im Gefolge haben und zum andern auch eine starke Sauerstoffzehrung nach sich ziehen. Ist die Schlammablagerung in einem Vorfluter übermässig gross, dann kann sogar eine vollkommene Unterbindung der normalen Vegetation eintreten.

Zur Klärung der Schlammablagerung in der Glatt sind in bestimmten Zeitabständen an den verschiedenen Probenahmestellen Schlammproben entnommen und einer chemischen Untersuchung unterzogen

worden. Dabei kam es vor allen Dingen darauf an, die Zusammensetzung hinsichtlich des mineralischen und des organischen Anteiles in der Trockensubstanz festzustellen; denn eine Veränderung des Verhältnisses dieser beiden Stoffarten kann eventuell auf die Einleitung von mehr oder weniger stark verschlammten Abwässern hindeuten und uns eventuelle Hinweise darüber geben, bis zu welchem Umfange dieser Schlamm zu unerwünschten und schädigenden Belästigungen führen kann. Auch die Reaktion und der pH-Wert der verschiedenen in der Glatt entnommenen Schlammproben wurden bestimmt. Da es schwierig ist, aus einem Vorfluter die einzelnen Schlammproben immer unter gleichen Bedingungen, wie es etwa aus grossen Schlammfaulbehältern häuslicher Kläranlagen möglich ist, zu entnehmen, haben wir auf die Bestimmung des Wassergehaltes der einzelnen Proben keinen allzu grossen Wert gelegt, da der Wassergehalt doch zu sehr von Zufälligkeiten abhängig ist und seine Bestimmung somit auch keine vergleichbaren Werte liefern kann. An Stelle der Bestimmung des Gesamtwassergehaltes des Schlammes wurde daher die Menge des « schlammeigenen » Wassers, des sogenannten Haftwassers bestimmt. Diese Bestimmung gibt nämlich insofern vergleichbare Werte über die Art und Struktur eines Schlammes, als sie eindeutig zeigt, ob die Probe viel oder wenig organische Stoffe enthält. Ein Schlamm mit einem hohen Gehalt an organischen Stoffen hält mehr Wasser kolloidal gebunden als ein solcher, der aus viel anorganischen Stoffen, wie Sand usw. besteht. Entfernt man daher aus einer Schlammprobe durch geeignete Massnahmen das Fremdwasser, welches nicht am Schlamm haftet und ihm gemäss seiner Zusammensetzung nicht eigen ist, so kann man die Schlammproben hinsichtlich des dann noch gefundenen Wassergehaltes auf gleicher Grundlage vergleichen und beurteilen.

Die Gasungs- und Zersetzungsfähigkeit eines Schlammes ist nicht allein von der Menge der organischen Stoffe, sondern auch in hohem Masse von der Art und Zusammensetzung derselben abhängig. Ein hoher Gehalt an organischen Stoffen braucht nicht gleichbedeutend mit einer starken Gasproduktion bei der anaeroben Zersetzung zu sein, sondern es ist sehr leicht möglich, dass ein Schlamm aus einem Vorfluter, der nur verhältnismässig wenig organische Stoffe enthält, wie es uns die chemische Analyse angezeigt hat, sehr viel mehr Gas bei der Zersetzung produziert, wie der erstgenannte.

Um die Gasungsfähigkeit und damit auch zugleich die Gefährlichkeit des in der Glatt lagernden Schlammes in gewissem Umfange festzustellen, wurde von jeder entnommenen Schlammprobe ein Gasungsversuch angesetzt und die bei Zimmertemperatur in einem bestimmten Zeitraum entstandenen Gasmengen ermittelt. Wenn eine derartige Untersuchung, bedingt durch die Inhomogenität des zur Verwendung kommenden Materials, auch keinen vollkommen eindeutigen Aufschluss

darüber geben kann, *wieviel* Gas die Schlammprobe in Wirklichkeit bei der Lagerung und Zersetzung im Flussbett produzieren würde, so gibt sie doch klar und eindeutig darüber Auskunft, *ob der Schlamm überhaupt gasungsfähig ist oder nicht*. Gerade diese Feststellung kann bei der Beurteilung der Gefährlichkeit der Verschlammung eines Vorfluters von grosser Bedeutung sein.

Der Übersichtlichkeit halber seien die zur Untersuchung verwendeten Methoden nachfolgend aufgezählt :

Untersuchung des Wassers.

- Aussehen des Glattwassers (äussere Beschaffenheit, Farbe, Geruch).
- Bestimmung der Filtrationsgeschwindigkeit.
- Aussehen der Filtrerrückstände des Glattwassers.
- Temperaturen des Glattwassers.
- Bestimmung der Durchsichtigkeit mit der Snellenschen Schriftprobe.
- Reaktion des Glattwassers.
- Bestimmung des Sauerstoffgehaltes.
 - » der Sauerstoffzehrung in 48 Stunden.
 - » des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen nach der Verdünnungsmethode.
- Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 20 Tagen nach der Verdünnungsmethode.
- Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauchs nach Kubel-Tiemann.
 - » der Fäulnisfähigkeit des Glattwassers bei 37° Celsius.
 - » der relativen Haltbarkeit.
 - » des gebundenen Chlors.
 - » des Ammoniaks
 - » der Nitrite
 - » der Nitrate } kolorimetrisch im Hellige-Komparator.
- » der gelösten Stoffe.
- » des Glührückstandes der gelösten Stoffe.
- » der Härte des Glattwassers (französische Härtegrade).

Untersuchung des Schlammes.

- Aussehen, Geruch und Reaktion des Schlammes.
- Bestimmung des schlammeigenen Wassers (Haftwassers).
 - » des Glühverlustes.
 - » der Gasungsfähigkeit.

B. Charakterisierung des Wassers der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Zur Beantwortung der Frage, ob ein Vorfluter mit dem ihm zugeleiteten Abwasser auf der zur Untersuchung stehenden Fließstrecke mit Hilfe seiner Selbstreinigungskraft fertig geworden ist oder nicht, ist es erforderlich, den Zustand des betreffenden Vorfluters *vor der Abwassereinleitung* genau zu kennen. Erst wenn nach der Aufarbeitung aller in den Vorfluter eingeleiteten Schmutzstoffe dieser seinen ursprünglichen Zustand in dem Sinne wieder erreicht hat, dass das Vor-

flutwasser frei von typischen Abwasserstoffen ist, kann man davon sprechen, dass die Selbstreinigung soweit fortgeschritten ist, dass nachteilige Einflüsse der vorgenommenen Abwassereinleitung nicht mehr feststellbar sind. Es ist selbstverständlich möglich, dass ein Vorfluter nach beendeter Selbstreinigung bezüglich mancher chemischen Bestimmungen erhöhte Zahlen gegenüber dem Ursprungszustand aufweisen kann. Diese höheren Zahlen brauchen aber keine besondere Verschmutzung des Vorfluters zu bedeuten, da sie als ungefährliche Umwandlungsprodukte der gefährlichen Schmutzstoffe des Abwassers anzusehen sind.

Für die Glatt ist die sauberste, am wenigsten belastete Stelle der Ausfluss aus dem Greifensee, bzw. für unsere Untersuchung die Probenahmestelle Nr. 1 an der Strassenbrücke *Fällanden—Schwerzenbach*. Die Gründe, die uns veranlassten, die erste Probenahmestelle nach dem Ausfluss aus dem Greifensee an diese Stelle zu verlegen, sind früher schon angegeben.

Um für die spätern Betrachtungen bezüglich der fortschreitenden und der fortgeschrittenen Selbstreinigung des Wassers in der Glatt die erforderlichen Grundlagen zu haben, wollen wir uns zunächst eingehend mit der Frage befassen: *In welchem Zustand verlässt das Glattwasser den Greifensee während des Jahres, bzw. welchen Zustand hat das Wasser im Jahresmittel aufzuweisen?* Es wird zweckmässig sein, die einzelnen durchgeführten Untersuchungen und Beobachtungen zunächst getrennt zu betrachten, um dann später eine eindeutige Zusammenfassung zu bringen.

1. Aussehen des Glattwassers.

a) Aeussere Beschaffenheit und Farbe.

Das Aussehen des Glattwassers beim Auslauf aus dem Greifensee war während des ganzen Jahres in den einzelnen Monaten ziemlichen Veränderungen unterworfen, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung (Tab. 5) ersichtlich ist.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich folgende Erkenntnis: In den Monaten Februar, März, April und auch noch im Mai war der Ausfluss aus dem Greifensee vollkommen klar und frei von Schwebestoffen gröberer Art. Im Juni setzte dann ziemlich plötzlich ein verhältnismässig starkes Abtreiben von feinen und auch grösseren Pflanzenteilen, Blättern, Kielen und auch ganzen Wasserpflanzen ein. Gleichzeitig mit dem Auftreten dieses Pflanzenmaterials im Glattwasser trübte sich der Ablauf aus dem Greifensee grünlich-bräunlich infolge besonders starker Produktion an Plankton. Im August war das Wasser wohl noch mehr oder weniger stark getrübt, aber es wurden keine Pflanzenteile mehr mit abgetrieben. Gegen Ende September war das Glattwasser wieder vollkommen klar und behielt auch seine Klarheit in den folgenden Mo-

Tabelle 5.

Datum der Untersuchung		Aussehen des Wassers
3. Februar	1933	vollkommen klar, ohne nennenswerte Mengen an Schwebestoffen
14. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
22. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
13. März	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
18. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
29. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
6. April	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
18. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
3. Mai	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
11. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
15. »	»	klar, ohne nennenswerte Mengen an Schwebestoffen
24. »	»	klar, ohne Schwebestoffe
8. Juni	»	fast klar, ohne nennenswerte Mengen an Schwebestoffen, abgerissene Pflanzenteile werden mit abgetrieben.
17. »	»	schwach trüb, mit ziemlich viel Schwebestoffen
20. »	»	schwach trüb, mit abtreibenden Pflanzenteilen
30. »	»	schwach trüb, ohne grössere Pflanzenstoffe
8. Juli	»	schwach trüb, mit abtreibenden Pflanzenteilen
12. »	»	fast klar, mit nur wenig Pflanzenteilen
17. »	»	schwach trüb, mit nur wenig Pflanzenteilen
26. »	»	grünlich trüb, das Wasser durchsetzt mit abtreibenden Pflanzenteilen
28. August	»	schwach trüb, aber keine Pflanzenteile
9. September	»	fast klar, keine Pflanzenteile mehr
15. »	»	schwach trüb
21. »	»	leicht trüb
26. »	»	fast klar
7. Oktober	»	fast klar
13. »	»	ziemlich klar
18. »	»	klar, ohne Schwebestoffe
30. »	»	klar, ohne Schwebestoffe
13. November	»	klar, ohne Schwebestoffe
24. »	»	ganz klar
30. »	»	klar, ohne Schwebestoffe
26. Dezember	»	klar, ohne Schwebestoffe
5. Januar	1934	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe
31. »	»	vollkommen klar, ohne Schwebestoffe

naten Oktober, November, Dezember und Januar. Auf Grund dieser Beobachtungen kann man wohl annehmen, dass in den Wintermonaten ein vollkommen klares Wasser aus dem Greifensee zum Abfluss kommt. Ende Frühjahr und den ganzen Sommer hindurch ist das Wasser mehr oder weniger stark getrübt und in den ersten Sommermonaten auch noch mit aus dem Greifensee abtreibenden Wasserpflanzen oder Teilen von diesen durchsetzt.

b) Bestimmung des Geruches.

Der Geruch des Glattwassers war an keinem Tage auffallend, das Wasser roch entweder erdig-frisch, oder war vollkommen geruchlos.

2. Bestimmung der Filtrationsgeschwindigkeiten.

Wie sehr das Wasser in den einzelnen Monaten beim Ausfluss aus dem Greifensee verschieden war, kommt auch in den Filtrierzeiten ein und derselben Wassermenge über ein immer gleich grosses Filter unter gleichen Filtrationsbedingungen zum Ausdruck. Soweit derartige Filtrationsversuche durchgeführt wurden, führen wir sie in der nachstehenden Tabelle 6 an.

Tabelle 6.

Filtrationsgeschwindigkeit von 500 cm³ Wasser aus der Glatt durch ein Filter von 30 mm Durchmesser.

Tag der Untersuchung	Filtrationszeit	
	Minuten	Sekunden
18. März 1933 . . .	1	08
6. April » . . .	0	43
18. » » . . .	0	55
3. Mai » . . .	1	03
11. » » . . .	1	25
15. » » . . .	1	08
8. Juni » . . .	1	55
20. » » . . .	2	15
8. Juli » . . .	1	20
17. » » . . .	1	13
26. September » . . .	1	08
13. Oktober » . . .	1	23
30. November » . . .	1	02
		Im Mittel 1 Min. 17 Sek.

3. Bestimmung der Wasser- und der Lufttemperaturen.

Die Temperatur des Glattwassers beim Austritt aus dem Greifensee wurde bei jeder Probenahme ermittelt. Sie ist mit der jeweiligen Lufttemperatur in der Tabelle 7 zusammengestellt.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass diese Temperaturangaben nicht den wirklichen Mittelwerten entsprechen können, da sie nicht die Mittel aus allen Tagen der betreffenden Monate darstellen. Sie sollen auch nur ganz allgemein zeigen, in welchen Grenzen sich die Temperaturen während des Untersuchungsjahres bewegten, bzw. welche Temperaturen vorgeherrscht haben, als wir die Untersuchungen ausführten.

Die Lufttemperaturen sind der Vollständigkeit halber angeführt, sie entsprechen ebenfalls nicht dem wahren Durchschnitt, und zwar aus den gleichen Gründen wie bei den Wassertemperaturen.

Tabelle 7.

Wassertemperaturen der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee bei den Probenahmen und die jeweils ermittelten Lufttemperaturen.

Monat	Lufttemperatur	Wassertemperatur	Monat	Lufttemperatur	Wassertemperatur
Februar 1933	3,1° C	2,3° C	August 1933	18,5° C	19,5° C
März »	10,2° C	4,7° C	September »	15,5° C	17,9° C
April »	12,5° C	7,1° C	Oktober »	12,4° C	14,1° C
Mai »	16,1° C	12,5° C	November »	1,3° C	6,6° C
Juni »	19,2° C	17,4° C	Dezember »	0,0° C	1,0° C
Juli »	21,6° C	21,5° C	Januar 1934	—0,1° C	1,6° C

4. Bestimmung der Durchsichtigkeit.

Gleichmässig mit der bei der Beschreibung der äussern Beschaffenheit festgestellten Trübung in gewissen Monaten des Jahres schwankte auch die im Laboratorium gemessene Durchsichtigkeit des Wassers.

Bei der Bestimmung mit der Snellenschen Schriftprobe wurden folgende Werte gefunden :

Tabelle 8.

Durchsichtigkeit des Glattwassers beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Durchsichtigkeit in cm	Monat	Durchsichtigkeit in cm
Februar 1933 . .	60	Oktober 1933 .	60
Juni » . . .	45,5	November » .	80
Juli » . . .	44,7	Januar 1934 .	über 100

Wir erkennen auch hier die geringere Durchsichtigkeit in den Sommermonaten gegenüber den Wintermonaten.

5. Bestimmung der Reaktion und des pH-Wertes.

Die Reaktion des Glattwassers erwies sich in allen Fällen neutral bis schwach alkalisch. Der pH-Wert schwankte zwischen 7,0—8,0.

6. Bestimmung des Sauerstoffgehaltes.

Sehr interessant und aufschlussreich ist die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in den einzelnen Monaten. Um hier ein vollkommen eindeutiges Bild zu bekommen, wurde diese Untersuchung sehr häufig durchgeführt. Neben der Ermittlung des absoluten Gehaltes an Sauerstoff wurde auch gleichzeitig rechnerisch die Sauerstoffsättigung in Prozenten festgestellt (s. Tabelle 9).

Es ergibt sich, dass der absolute Sauerstoffgehalt im März und April das Maximum erreicht, dann abfällt bis zum tiefsten Stand im Oktober und November und von da wieder ansteigt. Viel aufschlussreicher als die absoluten sind aber die relativen Sättigungswerte, die

Tabelle 9.

Absoluter Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung in Prozent im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Absoluter Sauerstoffgehalt mg/l	Sauerstoffsättigung in %	Monat	Absoluter Sauerstoffgehalt mg/l	Sauerstoffsättigung in %
Februar 1933 .	12,63	97,2	August 1933 .	11,00	128,0
März » .	13,21	108,8	September » .	10,43	115,9
April » .	13,83	120,9	Oktober » .	9,61	98,8
Mai » .	12,09	119,8	November » .	9,36	81,3
Juni » .	11,25	127,5	Dezember » .	11,74	87,6
Juli » .	11,33	134,6	Januar 1934 .	11,83	89,1

den Sauerstoffgehalt in Prozenten der unter den jeweiligen Druck- und Temperaturverhältnissen überhaupt löslichen Sauerstoffmenge angeben. Diese Zahlen, die zugleich mit den absoluten Werten in der *Abb. 10* graphisch aufgetragen sind, zeigen deutlich, wann das aus dem Greifensee abfließende Wasser mit Sauerstoff übersättigt und wann es untersättigt ist. Im Februar war das Wasser mit Sauerstoff gerade

Sauerstoffgehalt, absolut und Sauerstoffsättigung in Prozent im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee in der Zeit von Februar 33. - Januar 34.

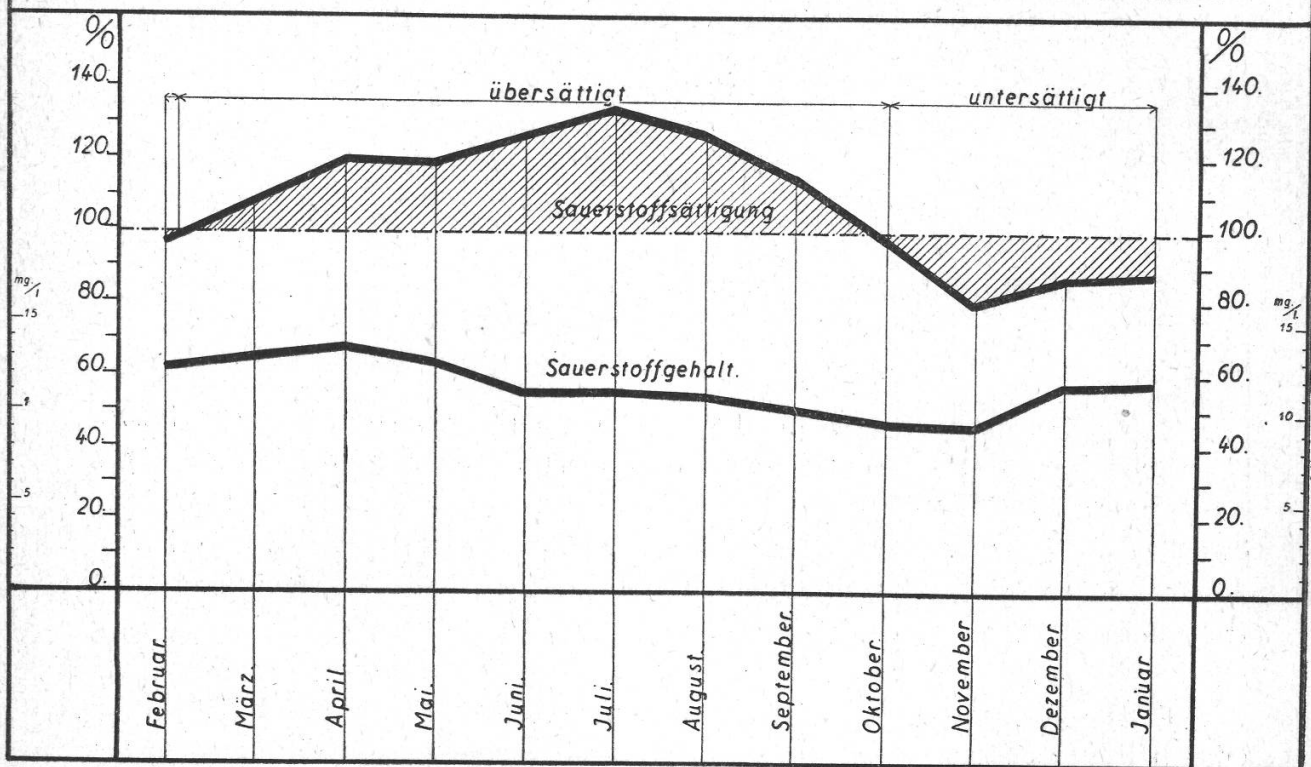


Abbildung 10.

gesättigt. In den folgenden Monaten, bis zum Juli, stieg dann die Sättigung weiter, so dass der Abfluss aus dem Greifensee zu dieser Zeit stark übersättigt war. Vom August bis zum November fiel die Sauerstoffsättigung wieder und unterschritt die Sättigungsgrenze im Oktober, so dass von da an ein Wasser abfloss, das mit Sauerstoff untersättigt war. Im Dezember und Januar ist dann wieder ein leichter Anstieg in der Sättigung festzustellen, doch bleibt der Sättigungswert in diesen beiden Monaten noch unter 100 %. Diese Untersuchungen zeigen eindeutig, welchen grossen qualitativen Schwankungen der Abfluss aus dem Greifensee in den einzelnen Monaten unterworfen sein kann. Für die Belastung mit Abwasser ist diese Feststellung natürlich von besonderer Bedeutung, auf die wir im späteren Zusammenhang noch zu sprechen kommen werden.

Die Wirkung einer organischen Verschmutzung im Vorfluter und die sich ergebenden Veränderungen im Vorflutwasser kann man am zweckmässigsten durch die Bestimmung der Sauerstoffzehrung und des biochemischen Sauerstoffbedarfes ermitteln. Daher sollen zunächst die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen besprochen werden.

7. Bestimmung der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden.

Der besseren Übersicht halber seien die bei dieser Prüfung erhaltenen Werte wieder in einer Tabelle zusammengestellt. Neben der Zehrung in absoluten Zahlen ist auch die prozentuale Zehrung, bezogen auf den anfänglich vorhandenen Sauerstoffgehalt, ermittelt worden :

Tabelle 10.

Sauerstoffzehrung in 48 Stunden im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Absolute Sauerstoffzehrung mg/l	Sauerstoffzehrung in %	Monat	Absolute Sauerstoffzehrung mg/l	Sauerstoffzehrung in %
Februar 1933 . .	1,41	11,3	August 1933 . .	1,17	12,6
März » . .	1,18	8,9	September » . .	0,46	4,4
April » . .	0,70	5,0	Oktober » . .	0,52	5,5
Mai » . .	1,25	10,3	November » . .	0,41	4,2
Juni » . .	1,33	11,6	Dezember » . .	0,81	6,0
Juli » . .	1,56	13,4	Januar 1934 . .	0,74	6,1

8. Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen.

Bevor wir die einzelnen Werte der Sauerstoffzehrung besprechen, seien die Zahlen angeführt, die bei der Ermittlung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen erhalten wurden. Diese Bestimmung ist nur eine Fortsetzung der Bestimmung der Sauerstoffzehrung über einen

längeren Zeitraum. Die erhaltenen Zahlen verlaufen ganz ähnlich wie bei der Sauerstoffzehrung.

Tabelle 11.

Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Absoluter biochem. O ₂ -Bedarf in 5 Tagen mg/l	Biochem. O ₂ -Bedarf in %	Monat	Absoluter biochem. O ₂ -Bedarf in 5 Tagen mg/l	Biochem. O ₂ -Bedarf in %
Februar 1933 . .	2,59	20,4	August 1933 . .	1,37	14,9
März » . .	2,68	20,3	September » . .	1,60	15,2
April » . .	2,13	15,4	Oktober » . .	1,15	11,9
Mai » . .	2,09	17,2	November » . .	1,37	15,0
Juni » . .	2,21	19,1	Dezember » . .	1,40	12,0
Juli 1933 » . .	2,42	21,3	Januar 1934 . .	0,84	7,0

In der *Abb. 11* sind die Werte der Sauerstoffzehrung und des biochemischen Sauerstoffbedarfes aufgetragen. Von kleinen Abweichungen abgesehen, erkennt man, dass beide Kurven ziemlich parallel laufen. Hatte das Glattwasser einen hohen oder niedrigen Sauerstoffzehrungswert, dann lag auch der Wert des biochemischen Sauerstoffbedarfes in ähnlichen Grössenordnungen. Das Ergebnis der Untersuchung bestätigt, dass im Glattwasser nur solche Stoffe vorhanden waren, die biochemisch langsam und gleichmässig abgebaut wurden und nicht etwa solche, die eine stürmische Zersetzung unter starker Sauerstoffzehrung in den ersten 48 Stunden durchmachten. Das Verhältnis der beiden Sauerstoffzehrungen nach 48 Stunden und nach 5 Tagen war in den einzelnen Monaten folgendes :

Tabelle 12.

Februar 1933	1 : 1,83	August 1933	1 : 1,17
März »	1 : 2,27	September »	1 : 3,48
April »	1 : 3,04	Oktober »	1 : 2,21
Mai »	1 : 1,67	November »	1 : 3,34
Juni »	1 : 1,66	Dezember »	1 : 1,73
Juli »	1 : 1,55	Januar 1934	1 : 1,14
	im Mittel 1 : 2,09		

Wenn auch das Verhältnis in den einzelnen Monaten ziemlich verschieden ist, so zeigt das Jahresmittel, dass der biochemische Sauerstoffbedarf etwa doppelt so gross ist wie die Sauerstoffzehrung.

Betrachten wir die Ergebnisse der Sauerstoffzehrungen in den einzelnen Monaten, so ist zu erkennen, dass die Maxima in den Monaten Februar, März und dann wieder im Juli liegen. Die niedrigsten Zehrungszahlen treffen wir bei beiden Untersuchungen in den Herbst- und Wintermonaten an. Ganz allgemein kann gesagt werden, dass hohe Zehrungszahlen im Frühjahr und Sommer und geringere im Herbst und Winter gefunden werden.

Tafel 4

Abbildung 2
Korrigierte Glatt
beim Ausfluss aus dem
Greifensee

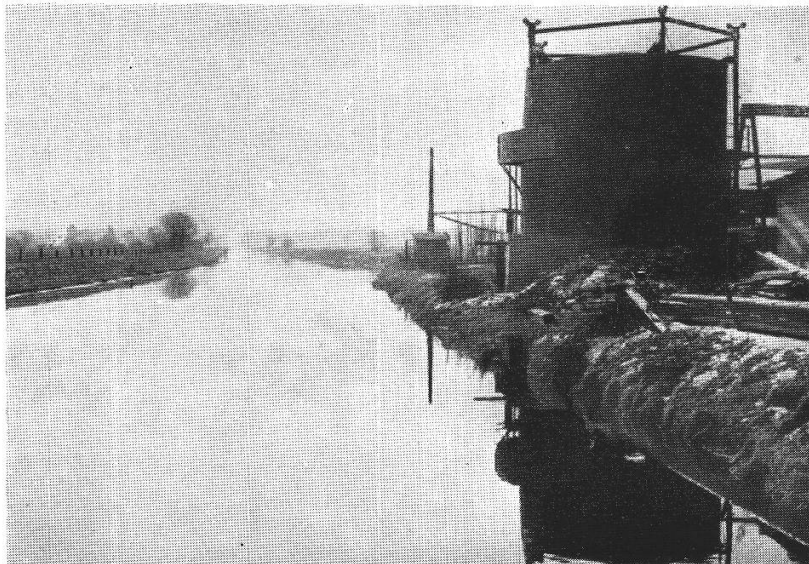
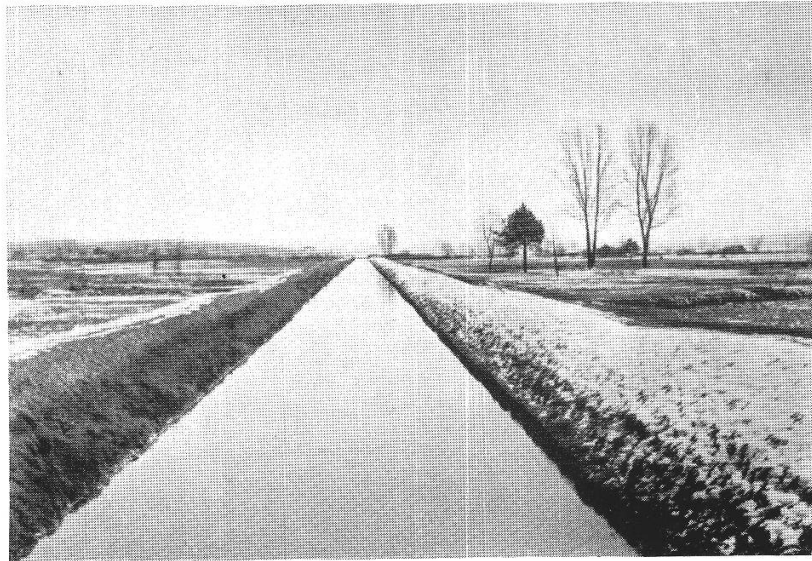


Abbildung 3
Die Glatt im Stau bei
Rümlang

Abbildung 4
Die Glatt
unterhalb Glattfelden



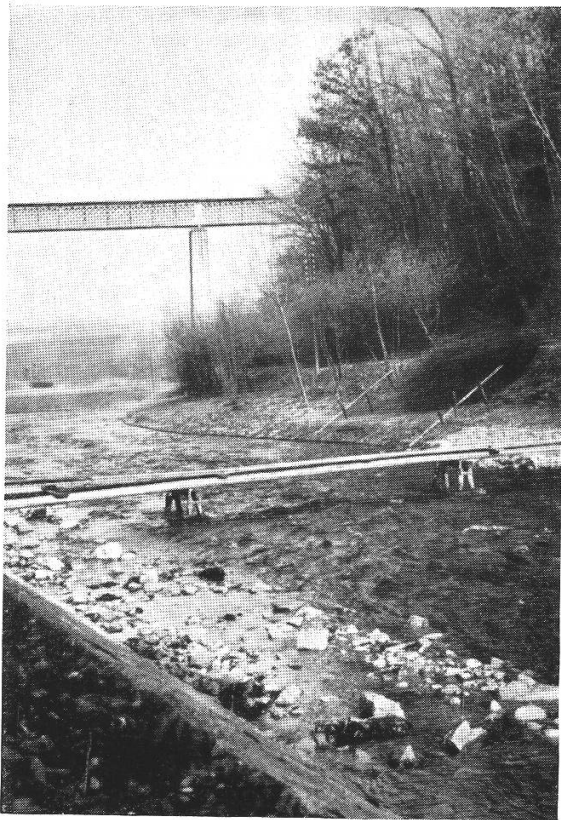


Abbildung 5
Glatt vor Einmündung in den Rhein

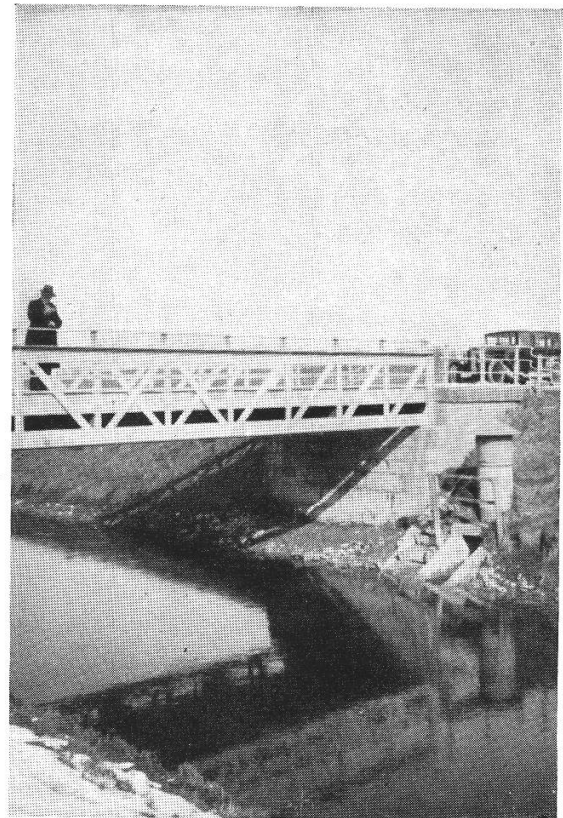


Abbildung 9
Brücke bei Schwerzenbach
mit Limnigraph



Abbildung 6
Glatt vor der Einmündung in den Rhein

Biochemischer O₂ Bedarf und Sauerstoffzehrung absolut und in Prozent im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee in der Zeit von Februar 33. - Januar 34.

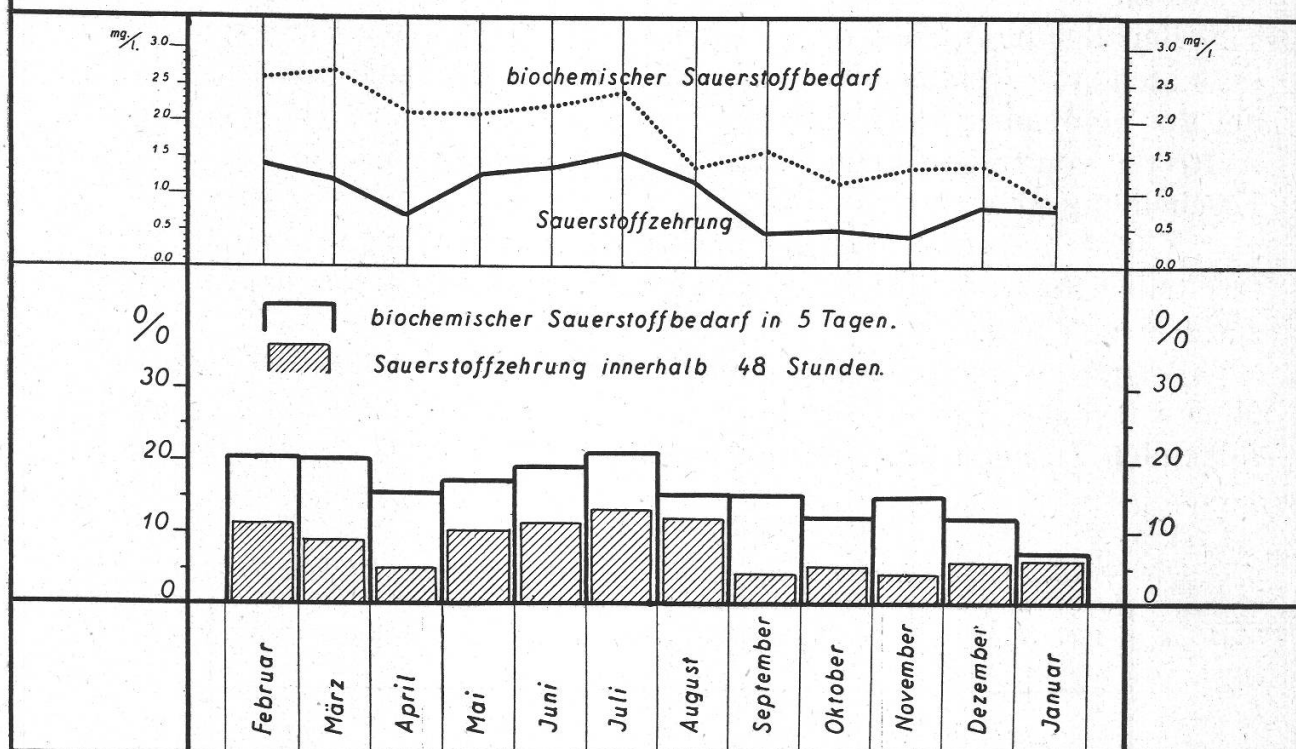


Abbildung 11.

9. Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauches.

Die Permanganatzahlen des Ausflusses aus dem Greifensee waren in den einzelnen Monaten folgende :

Tabelle 13.

Kaliumpermanganatverbrauch in der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Verbrauch an Kaliumpermanganat mg/l	Monat	Verbrauch an Kaliumpermanganat mg/l
Februar 1933 .	15,14	August 1933	20,15
März » .	16,22	September »	23,84
April » .	16,33	Oktober »	21,07
Mai » .	19,95	November »	22,46
Juni » .	21,77	Dezember »	21,95
Juli » .	20,26	Januar 1934	21,93

Im Jahresmittel ergibt sich ein Kaliumpermanganatverbrauch von 20,08 mg/Liter.

10. Bestimmung des Ammoniaks, der Nitrite und der Nitrate.

Die Stickstoffbilanz, besonders das Vorkommen von freiem Ammoniak, zeigt die Verschmutzung eines Vorfluters durch Abwasser oder eventuell seine Beeinflussung durch Fäulniserscheinungen im Fluss selbst an.

Bei allen im Auslauf des Greifensees durchgeführten Untersuchungen liess sich *freies Ammoniak* nicht nachweisen, bis auf eine Ausnahme, am 26. September 1933. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber dieses Auftreten von freiem Ammoniak nur eine einmalige und vorübergehende Erscheinung gewesen.

Nitrite liessen sich auch nur einmal, nämlich am 5. Januar 1934, feststellen. In allen übrigen Monaten war der Ausfluss aus dem Greifensee frei von Nitrit.

Nitrate waren dagegen immer nachweisbar. Allerdings war die Menge fast das ganze Jahr über ziemlich konstant, wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung zu ersehen ist :

Tabelle 14.

Nitratgehalt in der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Nitratgehalt mg/l	Monat	Nitratgehalt mg/l
Februar 1933 .	4,45	August 1933	3,40
März » .	4,30	September »	3,40
April » .	4,10	Oktober »	3,00
Mai » .	3,43	November »	3,50
Juni » .	3,40	Dezember »	3,75
Juli » .	3,50	Januar 1934	4,05

Im Jahresmittel ergab sich ein Nitratgehalt (N_2O_5) von 3,69 mg/l.

11. Bestimmung des gebundenen Chlors, der gelösten Stoffe und der Härte.

Neben den bisher aufgeführten Untersuchungen wurden noch solche durchgeführt, die mehr ergänzenden Charakter hatten und zur Abrundung der gewonnenen Ergebnisse dienen sollten. Da ist zunächst die *Bestimmung des gebundenen Chlors* zu nennen. Grosse Schwankungen haben sich auch hier nicht ergeben, wie die nachstehende Tabelle 15 zeigt.

Die Bestimmung der im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee vorhandenen gelösten Stoffe hatte folgendes Ergebnis :

Gelöste Stoffe insgesamt . .	229 mg/Liter
davon mineralisch	123 mg/Liter
organisch	106 mg/Liter

Die Härtebestimmung im Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee ergab 20,75 französische Härtegrade.

Tabelle 15.

Gehalt an gebundenem Chlor in der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee.

Monat	Gehalt an gebundenem Chlor mg/l	Monat	Gehalt an gebundenem Chlor mg/l
Februar 1933 .	3,50	August 1933	5,50
März » .	4,50	September »	5,20
April » .	4,25	Oktober »	6,00
Mai » .	5,00	November »	6,00
Juni » .	5,00	Dezember »	6,00
Juli » .	5,75	Januar 1934	5,00

Das Jahresmittel stellt sich auf 5,10 mg/Liter.

12. Bestimmung der Fäulnisfähigkeit und der relativen Haltbarkeit.

Es ist klar, dass ein Vorflutwasser, das hinsichtlich seiner Verschmutzung solch geringe Zahlen aufweist, auch fäulnisunfähig ist. Die Bestimmung der Fäulnisfähigkeit verlief daher immer negativ und die relative Haltbarkeit betrug in allen Fällen 100 %.

Fassen wir die einzelnen Untersuchungen zusammen, so ergibt sich für das aus dem Greifensee ausfliessende Glattwasser im Laufe des Jahres 1933 folgendes Bild (Tabelle 16).

Betrachten wir die bisher besprochenen Untersuchungen und ihre Ergebnisse zusammenfassend, so ist zu sagen, dass das Wasser beim Auslauf aus dem Greifensee nur wenig durch solche Stoffe verunreinigt ist, die man als Belastung für einen Vorfluter ansprechen kann. Für unsere weiteren Betrachtungen wollen wir daher dieses Wasser mit dem *Reinheitsgrad 1* bezeichnen. Wenn bei den späteren Untersuchungen nach Einleitung von Abwasser der verschiedensten Art dieser Reinigungsgrad in der Glatt wieder erreicht werden sollte, oder sogar noch überschritten wird, dann können wir mit vollem Recht behaupten, dass die Glatt an dieser Stelle auf Grund ihrer Selbstreinigungskraft in der Lage war, die in sie eingeleiteten Schmutzstoffe völlig zu verarbeiten.

C. Vergleichende Betrachtungen über die Verschmutzung der Glatt an den einzelnen Probenahmestellen.

1. Aussehen des Glattwassers.

(Äussere Beschaffenheit, Farbe, Geruch.)

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die Beschreibung des Glattwassers an den verschiedenen Probenahmestellen, und zwar eine Zusammenfassung für das ganze Jahr.

Tabelle 16.

Günstigste, ungünstigste und Mittelwerte für das Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee.

	Ungünstigste Werte	Günstigste Werte	Mittelwerte
<i>Aussehen</i>	schwach trübe, mit Wasserpflanzen durchsetzt	vollkommen klar	vollkommen klar bis schw. trübe, bisweilen treibende Wasserpflanzen
<i>Geruch</i>	erdig-frisch	geruchlos	vollkommen geruchlos bis erdig-frisch
<i>Reaktion</i>	schwach alkalisch	neutral	neutral bis schwach alkalisch
pH	8,0	7,0	7,0
<i>Durchsichtigkeit</i> in cm	44,7	über 100,0	65,0
<i>Sauerstoffgehalt</i> , mg/l	9,36	13,83	11,33
<i>Sauerstoffsättigung</i> in %	81,3	134,6	110,1
<i>Sauerstoffzehrung</i> in 48 St., absoluter Wert in mg/l	1,56	0,41	0,96
<i>Sauerstoffzehrung</i> in 48 St., in % bezogen auf den Anfangsgehalt an Sauerstoff	13,4	4,2	6,27
<i>Biochem. O₂-Bedarf</i> in 5 Tagen, absoluter Wert in mg/l	2,68	0,84	1,82
<i>Biochem. O₂-Bedarf</i> in 5 Tagen, in % bezogen auf den Anfangsgehalt an Sauerstoff	21,3	7,0	15,80
<i>Kaliumpermanganatverbr.</i> mg/l	23,84	15,14	20,08
<i>Freies Ammoniak</i> , mg/l	0,25	—	nicht vorhanden
<i>Nitrite</i> , mg/l	0,10	—	" "
<i>Nitrate</i> , mg/l	3,00	4,45	3,68
<i>Gebundenes Chlor</i> , mg/l	6,00	3,50	5,10
<i>Gelöste Stoffe</i> insges., mg/l	230,0	228,0	229,0
Davon mineralisch	126,0	121,0	123,0
organisch	104,0	107,0	106,0
<i>Härtegrade</i> (französ.)	20,50	21,0	20,75

a) Aeussere Beschaffenheit.

Probenahmestelle :

1. *Schwerzenbach* (Seeausfluss).

Linke und rechte Seite sind gleich.

In den Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten ist das Wasser fast vollkommen klar und frei von Schwebestoffen gröberer Art. Im Juni setzt ein Abtreiben von mehr oder weniger groben Pflanzenteilen ein. Gleichzeitig mit dem Abtreiben des Pflanzenmaterials trübt sich das Wasser stärker infolge Auftretens von Planktonorganismen. Fremdstoffe konnten im Wasser nicht beobachtet werden.

- 2/3. *Austria-Dübbendorf*. Das Wasser ist zunächst mehr oder weniger gelblich getrübt, ohne nennenswerte Mengen an Schwebestoffen. Im Frühjahr treibt bisweilen Gras mit ab und auch lehmige Trübungen konnten beobachtet werden. Im Juni treten Pflanzenteile auf. Manchmal waren auf der Oberfläche auch Schaumfetzen vorhanden. Im Herbst trieb Laub mit ab. Im Winter war das Wasser wieder klar und enthielt nur wenig Schwebestoffe. Auf dem Grunde war allerdings recht häufig allerhand Unrat festzustellen.
- Linke und rechte Seite sind gleich.
- 4/5. *Neugut*. Die Wasserführung im linken Arm der Glatt war das ganze Jahr hindurch sehr gering. Das Wasser selbst ist fast immer klar und nur wenig trüb. Im Mai trieben einmal bei lehmig trübem Wasser faule Äpfel mit ab. Im Juni trat auch treibendes Pflanzenmaterial mit auf und im Herbst war ebenfalls Laub zu beobachten, bisweilen hatte das Wasser einen sehr starken Parfümgeruch. Im März konnten einige grobe Pilzflocken beobachtet werden. Im April schwamm Heu mit ab. Im Juni setzte ein lebhaftes Abtreiben von Pflanzenteilen ein. Im Herbst war Laub auf der Oberfläche vorhanden, wogegen in den Wintermonaten ein fast klares Wasser, ohne Schwebestoffe, abfloss.
- Glatt* :
- Kanal* :
6. *Zwicky*, unterhalb. Im allgemeinen ist das Wasser schwach trüb und mit feinen Schwebestoffen durchsetzt. Bisweilen war die Oberfläche aber auch mit Oelschlieren bedeckt. Im Mai trieb Gras mit ab und im Juni traten Pflanzenteile auf. Nach starkem Regen war ein stark lehmiges Wasser zu beobachten. Auch Farbbrühen, die dem Wasser der Glatt eine braune oder rötliche Farbe verliehen, waren hier vorhanden. Im Herbst trieb viel Laub mit ab. Im Winter war das Wasser fast klar.
- Linke und rechte Seite sind gleich.
- 7/8. *Leutschenbach*, oberhalb. Die Trübung im Wasser hat im allgemeinen zugenommen und ebenso die Menge der Schmutzstoffe. Bisweilen ist das Wasser lehmig trüb. Auffallend waren die vielen Oel- und Fettstoffe auf der Oberfläche. Auch durch Farbwasser war die Glatt bisweilen ziemlich stark gefärbt. Ferner trieben Wollfasern und Gras mit ab. Im Juni traten Pflanzenteile auf und im Herbst führte die Glatt auf der Oberfläche Laub mit. Auch ein schwaches Pilztreiben konnten wir im November beobachten.
- Linke und rechte Seite sind gleich.
- 9/10. *Leutschenbach*, unterhalb. Die Glatt ist das ganze Jahr über mehr oder weniger stark trüb. Im Wasser waren fast immer beträchtliche Mengen an Schmutzstoffen, wie Papierfetzen, Schlamm und Pilzteilchen vorhanden. Auf der Oberfläche schwammen immer viel Oel- und Fettstoffe (s. Abb. 30).¹ Ganze Fäkalien konnten bisweilen beobachtet werden. Nach Regenfällen war das Wasser lehmig trüb. Auch Färbungen, die schon oberhalb festzustellen waren, liessen sich hier beobachten. Gras und Pflanzenteile trieben gelegentlich mit ab, ebenso Blätter im Herbst.
- Linke Seite* :

¹ Die Abbildung 30 befindet sich auf Tafel 9.

Rechte Seite :

Das Wasser war ebenfalls ziemlich stark getrübt, allerdings nicht so stark wie auf der linken Seite. Auch die Verschlammung war etwas geringer. Bisweilen war das Wasser allerdings durch Blutstoffe rötlich gefärbt und getrübt. Oel- und Fettschlieren waren ebenfalls reichlich vorhanden. Gras und Pflanzenteile trieben gelegentlich mit ab, ebenso im Herbst Blätter.

11/12. *Oberhauser
Brücke.*

Linke und rechte
Seite sind gleich.

Das ganze Jahr ist das Wasser mehr oder weniger stark getrübt und mit vielen Schlamm- und Schmutzstoffen, bestehend aus Papierfetzen, Pilzflocken und ganzen Kotballen, durchsetzt. Auf der Oberfläche trieben immer viel Oel- und Fettschlieren und sehr viele Pflanzenteile, wenn oberhalb der Entnahmestelle das Kraut an der Glatt gemäht wurde (s. Abb. 31).¹ Auch Färbungen wie bei den oberen Entnahmestellen waren vorhanden. Im Herbst waren sehr viele Blätter auf der Oberfläche und im Wasser wahrzunehmen.

13/14. *Glattbrugg,
unterhalb.*

Linke Seite :

Die Trübung ist im Wasser fast immer vorhanden und auch mehr oder weniger grössere Mengen an Schmutz- und Schlammstoffen, Pilzflocken, ferner Oel- und Fettschlieren und viel Pflanzenmaterial, wenn oberhalb Kraut gemäht wurde. Auffallend war die häufige intensive Färbung des Wassers durch Farbabwasser aus der Fabrik von Hauser. Das Glattwasser nahm dann eine rotbraune Färbung an.

Rechte Seite :

Die Trübung ist im Wasser fast immer vorhanden und auch mehr oder weniger grössere Mengen an Schmutz- und Schlammstoffen, Pilzflocken, ferner Oel- und Fettschlieren und viel Pflanzenmaterial, wenn oberhalb Kraut gemäht wurde. Auffallend war die häufige intensive Färbung des Wassers durch Farbabwasser aus der Fabrik von Hauser. Das Glattwasser nahm dann eine rotbraune Farbe an, nur war die Verfärbung des Wassers nicht so intensiv wie auf der linken Seite.

15/16. *Rümlang,
bei der Carba.*

Linke und rechte
Seite sind gleich.

Die Trübung im Wasser ist schon merklich zurückgegangen, auch die Menge der Schwebestoffe beträchtlich gesunken, nur manchmal waren gröbere Schmutzstoffe im Wasser zu erkennen. Allerdings befanden sich auf der Oberfläche auch grössere Mengen an Oel- und Fettschlieren. Pflanzenteile und Gras konnten, wie bei den übrigen Entnahmestellen, ebenfalls festgestellt werden, besonders dann, wenn im oberen Teil der Glatt Kraut gemäht wurde. Auch Laub fand sich im Herbst auf der Oberfläche, Verfärbungen des Wassers waren nicht mehr wahrzunehmen.

17/18. *Oberglatt.*

Linke und rechte
Seite sind gleich.

Das Glattwasser ist nur noch wenig getrübt und enthält auch nur wenig feine Schwebestoffe. Bisweilen konnten auf der Oberfläche Oelschlieren beobachtet werden. Auch trieben Pflanzenteile, Gras und Laub bisweilen ab. Unterhalb der gedeckten Brücke befindet sich ein Jaucheeinlauf, der das Wasser reichlich verschmutzt.

¹ Die Abbildung 31 befindet sich auf Tafel 9.

- 19/20. *Niederglatt*.
Linke und rechte Seite sind gleich. An manchen Tagen ist das Glattwasser vollkommen klar, dann ist es wieder schwach getrübt. Die Menge der Schwebestoffe ist aber an sich gering. Oelschlieren, Gras und Pflanzenteile trieben häufig auf der Oberfläche mit ab.
- 21/22. *Hochfelden*.
Linke und rechte Seite sind gleich. Die Glatt ist immer mehr oder weniger trüb, die Menge der Schwebestoffe dagegen gering. Oelschlieren konnten auch hier noch festgestellt werden, ebenso trieben Gras und Pflanzenteile ab, in grösseren Mengen, falls oberhalb gemäht wurde. Ausserdem trieben häufig Schaumfetzen mit ab.
- 23/24. *Glattfelden*,
oberhalb.
Linke und rechte Seite sind gleich. Es liess sich an dieser Probenahmestelle immer noch eine gewisse Trübung feststellen. Auch Oelschlieren waren bisweilen noch vorhanden, auf der Oberfläche Gras und zu manchen Zeiten sehr viel Pflanzenteile. Auffallend waren häufig Schaumfetzen, die mit abgetrieben wurden.
- 25/26. *Glattfelden*,
unterhalb.
Linke und rechte Seite sind gleich. Während des grössten Teiles des Jahres war das Wasser vollkommen klar und enthielt keine Schmutz- oder Schwebestoffe. Nur bei Regenwetter war eine mehr oder weniger starke Trübung wahrnehmbar. Gras und Pflanzenteile trieben auch mit ab.

Beurteilen wir die Glatt lediglich nach dem Aussehen, wie es im Verlauf des Untersuchungsjahres festgestellt wurde, so ist zu sagen, dass das praktisch saubere Wasser des Greifensees bis zum Einfluss des Leutschenbachs nur verhältnismässig gering verschmutzt ist. Diese allgemeine Feststellung schliesst natürlich nicht aus, dass auch auf dieser Strecke oft recht starke Verunreinigungen vorkommen können. Sieht man von den schwimmenden Gras- und Pflanzenteilen ab, so ist es in der Hauptsache das Abwasser der Gemeinden Dübendorf, das eine Verunreinigung der Glatt bewirkt und dann das Farbwasser aus der Kläranlage der Spinnerei Zwicky und ferner die Abwasser der Chemischen Fabrik « Flora ». Die Färbungen, die durch die Abwasser von Zwicky dem Glattwasser verliehen wurden, konnten bisweilen bis zur Probenahmestelle Oberhauserbrücke (11/12) verfolgt werden, während die parfümartigen Gerüche, die durch die Einleitung der Abwasser aus der Chemischen Fabrik « Flora » stammten, sich ziemlich schnell verloren.

Unterhalb des Leutschenbaches ist dann die Verschmutzung infolge der einflussenden Abwassermengen von Örlikon, Seebach, Schwamendingen usw. auf der linken Seite und von Wallisellen auf der rechten Seite ausserordentlich stark. Viel grobe und feine Schmutzstoffe, Öl- und Fettschlieren, eine starke Trübung und ein intensiver Geruch nach Abwasser aus einer Torfschwelerei charakterisieren hier die Glatt. Besonders stark ist zunächst die linke Seite des Flusses belastet. Weiter abwärts verliert sich dann die Verschmutzung verhältnismässig schnell, da ein Teil des Schlammes und der Schmutzstoffe in dem kleinen Stau bei der « Carba »-Fabrik in Rümlang abgesondert werden. Allerdings wird vorher, unterhalb Glattbrugg, das Wasser der Glatt durch die

Teppichfabrik von Hauser häufig erneut stark durch Farbwasser beeinflusst.

Unterhalb des Staus in Rümlang nimmt die Klarheit des Glattwassers langsam weiter zu. Die Menge der Schmutzstoffe geht stark zurück und auch die Öl- und Fettschlieren, die oberhalb in grossen Mengen festzustellen waren, verschwinden langsam, jedoch treiben auf der Flußstrecke vom Einlauf des Leutschenbachs bis Glattfelden im Sommer, wenn das im Wasser stark wuchernde Kraut gemäht wird, oft grosse Mengen von abgeschnittenen Pflanzen ab, die allerdings durch besondere Massnahmen an verschiedenen Stellen aus der Glatt wieder herausgefangen werden.

Die letzte Probenahmestelle vor der Einmündung in den Rhein zeigt ein Wasser, das im allgemeinen so klar und so wenig verschmutzt erscheint, wie die Glatt beim Austritt aus dem Greifensee. Nur bei Regenwetter war die Glatt hier, im Gegensatz zum Seeausfluss, mehr oder weniger stark gelblich und lehmig getrübt.

b) Geruch des Glattwassers.

Der Seeausfluss hatte immer einen vollkommen frischen, erdigen Geruch. Besonders auffallende Gerüche traten im Glattwasser nur an folgenden Stellen auf :

1. An der Probenahmestelle Neugut linke Seite (4). An dieser Stelle roch das Wasser sehr häufig parfümartig. Wie wir feststellen konnten, stammte dieser Geruch aus der Kläranlage der Chemischen Fabrik « Flora », deren Ablauf zirka 200 m oberhalb der Probenahmestelle in die Glatt einmündet. Der Geruch war oft so stark, dass er auf der Strasse Schwamendingen-Dübendorf noch wahrnehmbar war.

2. An verschiedenen Probenahmestellen unterhalb der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb (9/10). Hier ist es, neben einem leichten Abwassergeruch, ein durchdringender Geruch nach Braunkohlen oder Torfschwelwasser, der dem von Örlikon mit dem Leutschenbach einfließenden Schmutzwasser anhaftete. Im allgemeinen liess sich dieser Geruch nur bis unterhalb Glattbrugg (Entnahmestelle 13/14), d. h. auf einer Strecke von etwa 2,5 km feststellen. Es gab aber im Laufe des Jahres auch Tage, an denen wir in Rümlang (Probenahmestelle 15/16), nach einer Flußstrecke von zirka 5,0 km, ja sogar bis nach Oberglatt (Probenahmestelle 17/18), nach einer Laufstrecke von zirka 8,0 km, den Geruch nach Schwelwasser in der Glatt noch wahrnehmen konnten. Während der parfümartige Geruch aus der Chemischen Fabrik « Flora » nur gelegentlich auftrat, mussten wir den Geruch nach Schwelwasser bei jeder Probenahme in mehr oder weniger starkem Masse feststellen. Er rührt mit Sicherheit aus der Gasanlage der Maschinenfabrik Örlikon her.

An den Probenahmestellen unterhalb Oberglatt hatten die einzelnen Wasserproben immer einen frischen und erdigen Geruch.

Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass dies nicht immer so war. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass das Glattwasser unterhalb der Einmündung der Kanalisation der « Terpena AG. » in Niederglatt sehr häufig und intensiv nach Kampfer und andern Terpenen roch. Dieser Mißstand ist seit der Stilllegung der Fabrikation von synthetischem Kampfer verschwunden.

Nach der äusseren Beschaffenheit beurteilt, kann über die Glatt folgendes gesagt werden: Das verhältnismässig saubere Wasser beim Ausfluss aus dem Greifensee wird zuerst bis zur Einmündung des Leutschenbachs und des Brühlbachs, der das Abwasser der Gemeinde Wallisellen mit sich führt, nur wenig verschmutzt. Die Abwässer aus dem Leutschenbach und diejenigen, die aus Wallisellen zufließen, bedingen eine ausserordentlich starke Verunreinigung der Glatt, die sich aber bis zur Probenahmestelle bei der Spinnerei Letten unterhalb Glattfelden wieder verloren hat, so dass die Glatt, rein äusserlich betrachtet, wieder den Reinheitsgrad erreicht hat, den sie beim Ausfluss aus dem Greifensee hatte.

2. Filtrationsgeschwindigkeit des Glattwassers und

3. Aussehen der Filtra des Glattwassers.¹

Einen Anhaltspunkt über die Verunreinigung eines Wassers ergibt auch die Filtrationsgeschwindigkeit einer bestimmten Wassermenge unter immer gleichen Bedingungen. Ein vollkommen sauberes Wasser, das vor allen Dingen keine oder nur wenig feste Schmutzstoffe und kolloidale Stoffe enthält, filtrierte schneller als ein solches, das mit diesen Fremdstoffen belastet ist.² Die Filtrationszeiten des Glattwassers an den verschiedenen Probenahmestellen, die in der Tabelle 17 als Jahresmittelwerte aufgezeichnet sind, zeigen dies deutlich. Die Zahlen zeigen uns aber auch eindeutig, dass erst unterhalb der Probenahmestelle « Leutschenbach unterhalb » (9/10) die besonders starke Verunreinigung einsetzt, die dann langsam wieder verschwindet. Auch bei der letzten Probenahmestelle (25/26) hat die Glatt noch nicht ganz wieder den Reinheitsgrad erreicht wie beim Auslauf aus dem Greifensee, wie die Filtrationszahlen zeigen. Diese hier aufgeführte Bestimmung der Filtrationsgeschwindigkeit einer bestimmten Wassermenge gibt uns über die Verschmutzung eines Baches oder Flusslaufes insofern noch ein gutes Bild, weil die Schmutzstoffe auf dem Filter sichtbar zurückgehal-

¹ Jahrbuch « Vom Wasser », Bd. 6, S. 252 (1932).

² 500 cm³ Trinkwasser der Stadt Zürich benötigen bei den verwendeten Filtern die Filterfläche und den Vakuum 1 Minute 7 Sekunden Filtrierzeit.

ten werden. Hiermit ist also eine Methode gegeben, die es erlaubt, auch dem Laien die Verschmutzung eines Vorfluters praktisch vor Augen zu führen.

Tabelle 17.

Filtrationszeiten für 500 cm³ Wasser aus der Glatt.

Probe- nahmestelle	Linke Seite		Rechte Seite	
	Minuten	Sekunden	Minuten	Sekunden
1	1	17	1	17
2/3	1	56	2	14
4/5	2	10	2	45
6	1	30	1	30
7/8	1	38	1	42
9/10	6	54	5	00
11/12	3	50	4	22
13/14	2	36	1	56
15/16	2	09	1	43
17/18	2	07	2	27
19/20	2	00	1	35
21/22	2	24	2	16
23/24	2	12	2	08
25/26	2	06	1	47

In welcher guten und übersichtlicher Weise sich so der Zustand eines Vorfluters sichtbar darstellen lässt, erkennt man aus der Abb. 12. Hier ist das Glattwasser der einzelnen Entnahmestellen filtriert und gleichzeitig sind die verschiedenen Filtrationszeiten gemessen worden. Die Filterblätter der eben genannten Abb. 12 zeigen :

1. Den Verschmutzungszustand der Glatt bei Trockenwetter
2. » » » » » Regenwetter im unteren Teil des Einzugsgebietes.
3. Die Verschmutzung der Glatt bei Regen im ganzen Einzugsgebiet.

Die Filtrationszeiten sind in der nachstehenden Tabelle 18 zusammengestellt.

Diese drei Filtrationsbilder zeigen sehr eindeutig, wo jeweils die stärkere Verschmutzung in der Glatt vorhanden gewesen ist. Während bei Trockenwetter erst an der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb (9/10) eine stark sichtbare Verschmutzung auftritt, die aber bis Rümlang (15/16), d. h. nach dem Durchfließen des hier vorhandenen Staus, schon wieder verschwunden ist, haben wir bei einem Regen im unteren Teil des Einzugsgebietes zunächst wieder ein Auftreten der starken Verschmutzung beim Leutschenbach (9/10), dann eine geringe Abnahme und darauf wieder eine beträchtliche Zunahme an Schwebstoffen im Wasser. Bei Regenwetter im ganzen Einzugsgebiet ist lediglich der Ausfluss aus dem Greifensee noch sauber, während an allen

Verschmutzungszustand in der Glatt.

ermittelt aus 500 ccm. Wasser.

Nr. der Ent- nahme- stelle.	Ort der Probenahme.	Verschmutzung der Glatt bei Trockenwetter.			Verschmutzung der Glatt bei Re- gen im unteren Teil des Gebiets.			Verschmutzung der Glatt bei Regen im ganzen Gebiet.		
		Entnahmestel- le in der Glatt.			Entnahmestel- le in der Glatt.			Entnahmestel- le in der Glatt.		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
1	Schwerzenbach.									
2	3 Austria.									
4	5 Neugut.									
6	Zwicky, (unterh.)									
7	8 Leutschenbach. (oberh.)									
9	10 Leutschenbach. (unterh.)									
11	12 Oberhauserbrücke									
13	14 Glattbrugg. (unterh.)									
15	16 Rümlang.									
17	18 Oberglatt.									
19	20 Niederglatt.									
21	22 Hochfelden.									
23	24 Glattfelden. (oberh.)									
25	26 Glattfelden. (unterh.)									

Abbildung 12.

übrigen Probenahmestellen der Glatt der Schmutzgehalt des Wassers reichlich hoch ist. Der Einfluss des Leutschenbaches (9/10) ist nicht mehr zu erkennen, da weiter unterhalb die Verschmutzung nicht abnimmt, sondern sich in gleicher Höhe hält. Auch aus den in Tabelle 17 aufgeführten Filtrationszeiten ist die durchgehende Verschlammung eindeutig zu erkennen.

Tabelle 18.

Filtrationszeiten für 500 cm³ Wasser aus der Glatt.

Probenahmestelle	Trockenwetter 3. Mai 1933				Regen im untern Teil des Einzugsgebietes 17. Juli 1933				Regen im ganzen Einzugsgebiet 20. Juni 1933			
	linke Seite		rechte Seite		linke Seite		rechte Seite		linke Seite		rechte Seite	
	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.
1	1	03	1	03	1	13	1	13	2	15	2	15
2/3	1	00	1	05	1	16	1	18	2	05	1	40
4/5	1	17	1	06	1	14	1	20	2	30	2	35
6	1	10	1	10	1	24	1	24	2	35	2	35
7/8	1	15	1	04	1	43	2	00	2	50	3	07
9/10	2	55	2	20	4	22	3	15	3	44	3	30
11/12	1	45	1	30	2	22	2	10	5	40	4	45
13/14	1	52	1	58	2	33	2	40	4	40	3	30
15/16	1	25	1	04	2	30	2	10	3	35	3	20
17/18	1	05	1	25	4	20	3	40	4	15	5	10
19/20	1	20	0	55	3	35	3	05	4	10	2	20
21/22	1	02	1	10	4	10	4	05	5	05	5	20
23/24	1	20	1	22	3	10	2	45	6	15	7	02
25/26	0	55	1	25	3	40	2	30	6	12	4	50

Besonders interessante Zusammenhänge ergaben sich am 13. Oktober 1933, als im Einzugsgebiet von Wallisellen ein stärkerer Regen niederging. Während im allgemeinen der Glatt aus dem Leutschenbach die grössten Schmutzmengen zugeführt werden und von Wallisellen eine geringere Schmutzmenge mit dem Brühlbach einfliesst, war es an diesem Tage gerade umgekehrt. Mit dem Leutschenbach floss die normale Verschmutzung zu, dagegen kamen von Wallisellen beträchtliche Schlamm-mengen in die Glatt.

In der Filtrationszeit drückt sich eine starke Verschmutzung des Glattwassers gut aus, wie aus der Tabelle 19 zu ersehen ist.

Tabelle 19.

Filtrationszeiten für 500 cm³ Wasser aus der Glatt.

Probenahmestelle	Linke Seite		Rechte Seite	
	Minuten	Sekunden	Minuten	Sekunden
1	1	23	1	23
2/3	1	34	1	37
4/5	1	35	1	42
6	1	50	1	50
7/8	1	55	2	08
9/10	4	12	124	10
11/12	6	10	24	12
13/14	8	25	6	30

4. Temperaturen des Glattwassers.

Im allgemeinen konnten wir bei unsern Feststellungen die Beobachtung machen, dass vom Ausfluss aus dem Greifensee bis zur Entnahmestelle Glattfelden oberhalb (23/24) in den Winter- und Frühjahrsmonaten die Temperatur in der Glatt zunahm, und zwar im

Februar 1933	von	2,3° C	auf	3,3° C	=	+ 1,0° C
März 1933	»	4,7° C	»	7,2° C	=	+ 2,5° C
April 1933	»	7,1° C	»	12,0° C	=	+ 4,9° C
Mai 1933	»	12,5° C	»	13,4° C	=	+ 0,9° C
Dezember 1933	»	1,0° C	»	1,5° C	=	+ 0,5° C
Januar 1934	»	1,6° C	»	2,0° C	=	+ 0,4° C

In diesen Monaten konnte auch der Einfluss des Abwassers aus dem Leutschenbach durch eine sprunghafte Temperaturerhöhung im Glattwasser unterhalb der Einleitungsstelle 9/10 beobachtet werden.

In den Sommer- und Herbstmonaten nahm die Temperatur etwas ab, und zwar im

Juni 1933	von	17,4° C	auf	17,1° C	=	— 0,3° C
Juli 1933	»	21,5° C	»	20,0° C	=	— 1,5° C
August 1933	»	19,5° C	»	18,5° C	=	— 1,0° C
September 1933	»	17,9° C	»	16,0° C	=	— 1,9° C
Oktober 1933	»	14,1° C	»	11,7° C	=	— 2,4° C
November 1933	»	6,6° C	»	6,0° C	=	— 0,6° C

Diese hier genannten Zahlen können natürlich nicht ganz den absoluten Jahresmittelwerten entsprechen, da sie nicht das Mittel aus den Messungen aller Tage des Jahres darstellen, sondern nur das Mittel aus den Messungen an den Probenahmetagen. Die Werte dürften aber, soweit es sich um eine Temperaturzunahme oder -abnahme an sich handelt, doch immerhin richtungweisend sein.

Ausserordentlich interessant waren nun die Temperaturmessungen unterhalb den Probenahmestellen 23/24. In den Wintermonaten fanden wir bei der Spinnerei Letten (Entnahmestelle 25/26) gegenüber den übrigen Meßstellen immer eine beträchtliche Temperaturerhöhung im Wasser der Glatt. Aus der Tabelle 20 ist im einzelnen die Temperaturerhöhung zu erkennen. Man sieht, dass in verschiedenen Monaten, besonders im Dezember 1933 und Januar 1934, als der Ausfluss aus dem Greifensee eine sehr niedrige Temperatur hatte, die Erhöhung mehrere Grade ausmachte, in den Sommermonaten dagegen war der Unterschied naturgemäss nicht so hervorstechend.

Um dieser Beobachtung näher auf den Grund zu gehen, haben wir am 13. Januar 1934 auf der Glattstrecke von Glattfelden oberhalb (23/24) bis Glattfelden unterhalb (25/26) sehr eingehende Temperaturmessungen durchgeführt. An der Probenahmestelle Glattfelden oberhalb (23/24) fliesst der grössere Teil des Wassers der Glatt in den rechtsseitigen Werkkanal ab und nur der kleinere Teil kommt in dem alten

Tabelle 20.

Temperaturen des Glattwassers an den einzelnen Probenahmestellen.

Probenahmestelle	Februar 1933	März 1933	April 1933	Mai 1933	Juni 1933	Juli 1933	August 1933	September 1933	Oktober 1933	November 1933	Dezember 1933	Januar 1934	Im Mittel des Jahres
1 l.	2,3	4,7	7,1	12,5	17,4	21,5	19,5	17,9	14,1	6,6	1,0	1,6	10,5
1 r.	2,3	4,7	7,1	12,5	17,4	21,5	19,5	17,9	14,1	6,6	1,0	1,6	10,5
2 l.	2,7	5,3	7,5	12,7	17,4	21,0	18,5	17,7	13,6	6,5	1,3	1,7	10,5
3 r.	2,7	5,3	7,5	12,7	17,4	21,0	18,5	17,7	13,6	6,5	1,3	1,7	10,5
4 l.	2,7	5,3	7,5	12,7	17,4	21,1	18,5	17,4	13,2	6,5	1,0	1,9	10,5
5 r.	2,7	5,3	7,5	12,7	17,4	21,1	18,5	17,4	13,2	6,5	1,0	1,9	10,5
6 l.	3,0	5,5	7,7	12,7	17,4	21,2	17,5	17,0	13,0	6,5	1,0	2,0	10,4
6 r.	3,0	5,5	7,7	12,7	17,4	21,2	17,5	17,0	13,0	6,5	1,0	2,0	10,4
7 l.	3,0	5,6	7,7	12,5	17,4	21,0	18,0	16,8	13,0	6,5	1,5	2,0	10,4
8 r.	3,0	5,8	7,7	12,6	17,4	21,0	18,0	16,8	13,0	6,5	1,5	2,0	10,4
9 l.	3,5	6,1	8,5	13,0	17,1	20,4	17,0	16,8	12,5	6,5	1,5	2,0	10,4
10 r.	3,3	5,9	8,6	13,0	17,1	20,4	17,0	16,8	12,7	6,5	1,5	2,0	10,4
11 l.	3,7	6,3	8,3	13,0	17,1	20,4	17,0	16,8	12,5	6,3	1,5	2,0	10,4
12 r.	3,5	6,1	8,3	13,0	17,1	20,4	17,0	16,8	12,5	6,3	1,5	2,0	10,3
13 l.	3,5	6,1	8,3	12,6	17,2	20,5	17,0	16,5	12,4	6,3	1,5	2,0	10,3
14 r.	3,5	6,1	8,3	12,6	17,2	20,5	17,0	16,5	12,4	6,3	1,5	2,0	10,3
15 l.	3,3	6,1	8,3	12,6	17,2	20,5	17,0	16,4	12,2	6,0	1,5	2,0	10,3
16 r.	3,3	5,9	8,3	12,6	17,2	20,5	17,0	16,4	12,2	6,0	1,5	2,0	10,3
17 l.	3,2	6,0	9,2	12,5	17,1	19,6	17,5	16,1	11,7	6,1	1,5	2,0	10,2
18 r.	3,2	6,0	9,0	12,5	17,1	19,6	17,5	16,1	11,7	6,1	1,5	2,0	10,2
19 l.	3,2	6,3	10,5	12,7	17,1	19,6	18,5	16,1	11,7	6,0	1,5	2,0	10,4
20 r.	3,2	6,3	10,7	12,7	17,1	19,6	19,0	16,1	11,7	6,0	1,5	2,0	10,4
21 l.	3,2	6,8	12,0	13,1	17,1	20,0	18,5	16,1	11,7	6,0	1,5	2,0	10,6
22 r.	3,0	6,8	12,2	13,1	17,1	20,0	18,5	16,1	11,7	6,0	1,5	2,0	10,6
23 l.	3,3	7,1	11,7	13,4	17,1	20,0	18,5	16,0	11,7	6,0	1,5	2,0	10,7
24 r.	3,3	7,2	12,0	13,4	17,1	20,0	18,5	16,0	11,7	6,0	1,5	2,0	10,7
25 l.	6,0	8,7	11,5	13,4	16,0	21,5	16,0	15,0	12,1	8,7	7,5	6,5	11,9
26 r.	4,9	9,3	12,2	13,5	16,9	19,5	19,5	15,0	12,0	8,0	7,0	5,0	11,9

Glattbett zum Abfluss. Erst unterhalb der Probeentnahmestelle 25/26 fließen Kanal und Glatt wieder zusammen.

Die Lufttemperatur war während der Messungen 3° C. Das Glattwasser hatte bis zum Stau, bei der Probenahmestelle Glattfelden oberhalb (23/24) eine Temperatur von 2° C. Im Kanal der Spinnerei veränderte sich die Wassertemperatur bis zur Probenahmestelle Glattfelden unterhalb (25/26) nicht. Vollkommen anders aber waren die Verhältnisse im Wasser, das im alten Glattbett abfloss. Schon kurz unterhalb des Wehres, bei der Probenahmestelle 23/24, stieg die Wassertemperatur auf 2,5—3° C an. Je weiter wir glattabwärts kamen, um so höhere Temperaturen konnten wir im Wasser der Glatt feststellen. Maximal wurde

an diesem Tage eine Wassertemperatur von 9°C , d. h. 7°C mehr als vorher ermittelt. Der Grund für die Zunahme der Temperatur ist das Eindringen von Grundwasser an sehr vielen Stellen, sowohl am Ufer als auch in der Mitte des Flussbettes. An manchen Stellen konnte sogar das

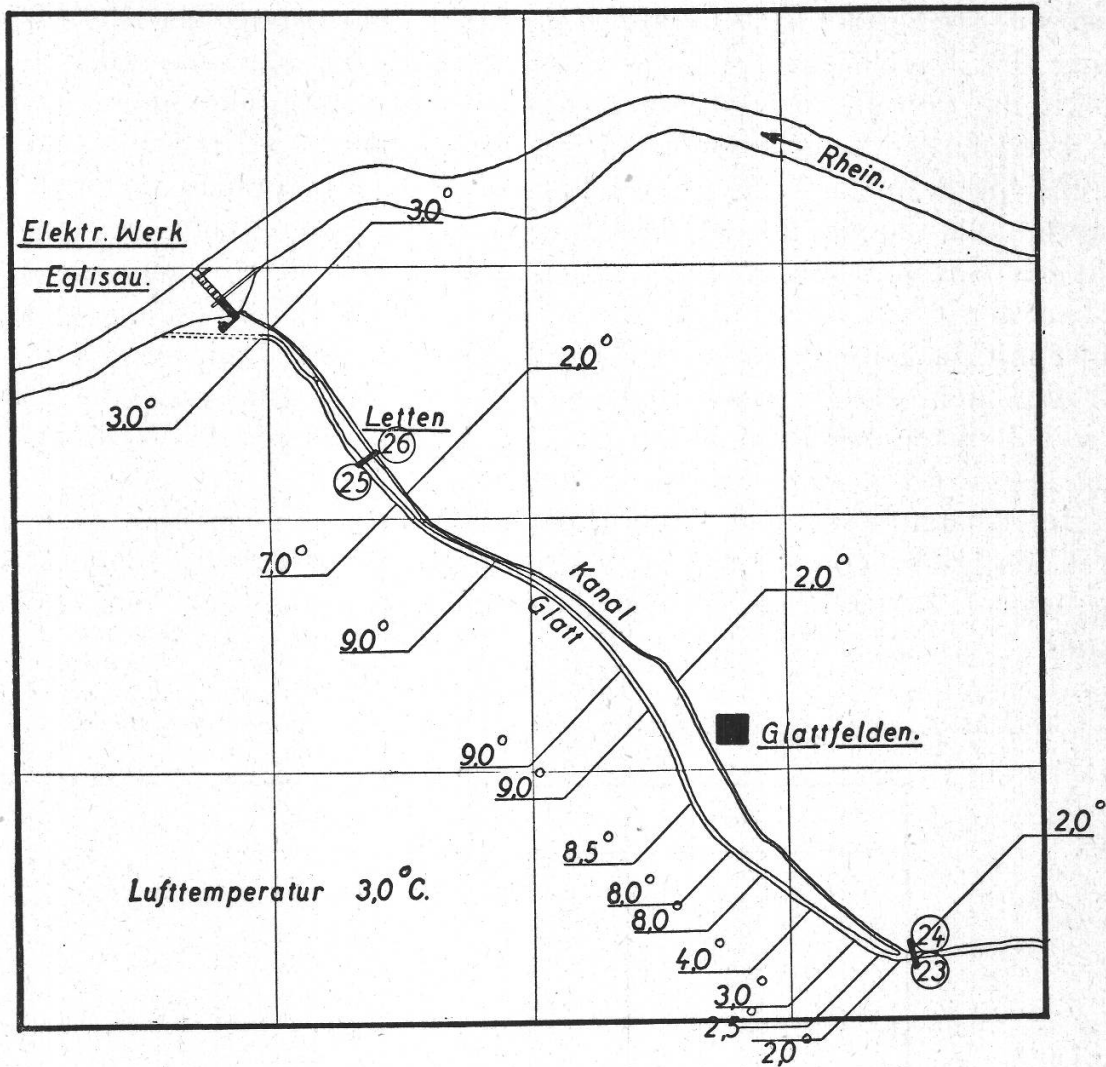


Abbildung 13.

Temperaturverhältnisse in der Glatt und im Kanal von Glattfelden (Probenahmestelle « oberhalb ») bis zur Einmündung in den Rhein. 13. Januar 1934.

einsprudelnde Grundwasser sehr gut beobachtet werden. Unterhalb der Probenahmestelle Glattfelden unterhalb (25/26) nahm dann die Wassertemperatur schnell wieder ab und sank fast auf den ursprünglichen Wert ab. In der Abb. 13 sind die einzelnen Punkte dieser Beobachtungen eingetragen. Auf den Einfluss des einströmenden Grundwassers bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Glattwassers werden wir im spätern Zusammenhang noch zurückkommen.

5. Bestimmung der Durchsichtigkeit.

Eine grobsinnliche, mehr die Untersuchung einleitende Bestimmung, ist die Feststellung der Durchsichtigkeit eines Vorflutwassers. Verschiedene Abwässer, wenn sie kolloidale Stoffe, Schwebestoffe, oder auch Farbstoffe enthalten, setzen bekanntlich die Durchsichtigkeit eines Flusswassers beträchtlich herab. Wie die Ausführungen bei der Besprechung der Durchsichtigkeit des Seeausflusses zeigen, kann aber auch eine Reihe von Pflanzenorganismen die Durchsichtigkeit eines Gewässers beträchtlich beeinflussen. Bei der Auswertung von Ergebnissen aus Durchsichtigkeitsmessungen ist daher eine gewisse Vorsicht geboten. Es könnte vollkommen falsche Resultate ergeben, wenn man die Durchsichtigkeitszahlen kritiklos anwenden würde. Wir fügen daher die von uns an der Glatt ermittelten Werte hier auch nur der Vollständigkeit halber mit an, betonen aber gleichzeitig, dass diese Zahlen nur ganz roh und allgemein die zu- oder abnehmende Verschmutzung anzeigen. Eine sichere Beurteilung hinsichtlich der Höhe und Menge der Verschmutzung lassen diese Messergebnisse nicht zu.

Im Auslauf aus dem Greifensee fanden wir eine mittlere Jahresdurchsichtigkeit von 65 cm. In der nachstehenden Tabelle 21 sind die Mittelwerte der übrigen Probenahmestellen übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 21.

Durchsichtigkeit des Glattwassers an den einzelnen Probenahmestellen im Jahresmittel.

Probenahmestelle	Linke Seite cm	Rechte Seite cm
1	65,0	65,0
2/3	58,8	58,0
4/5	58,8	58,0
6	46,8	46,8
7/8	40,5	39,7
9/10	26,1	35,3
11/12	31,4	31,3
13/14	36,9	39,7
15/16	40,8	42,0
17/18	45,6	45,4
19/20	48,4	51,3
21/22	50,6	52,3
23/24	51,1	51,0
25/26	60,3	55,0

Aus dieser Zusammenstellung erkennen wir, dass bis zur Probenahmestelle 4/5, d. h. bis Neugut, die Durchsichtigkeit im Wasser der Glatt nur wenig beeinflusst ist im Vergleich zum Seeausfluss. Die Abnahme betrug nur etwa 6—7 cm. An der Entnahmestelle Zwicky unterhalb (6) fällt dann die Durchsichtigkeit schon stärker ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Glatt aus der Kläranlage Zwicky bisweilen

stark gefärbte Abwässer zufließen, die in dem Gesamtwasser, nach der Durchmischung in der Glatt, die Durchsichtigkeit beträchtlich vermindern.

Die geringste Durchsichtigkeit fanden wir im Jahresmittel an der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb, links und rechts (9/10), dabei zeigte sich auf der linken Seite immer die geringste Durchsichtigkeit. Wenn an der Probenahmestelle 12 eine schlechtere Durchsichtigkeit gefunden wurde als an der Probenahmestelle 10, gleich unterhalb des Brühlbaches, so ist das nicht etwa durch einen weitem Abwasserzulauf zwischen diesen beiden Probenahmestellen bedingt, sondern die starke Verschmutzung ist durch den Leutschenbach auf der linken Seite hervorgerufen, der sich mittlerweile vollständig mit dem Glattwasser vermischt hat, so dass sich die durch ihn bewirkte Verschmutzung auf das ganze Flussprofil ausdehnt.

Im weitem Lauf der Glatt nimmt dann die Durchsichtigkeit langsam wieder zu, ohne aber die Anfangswerte, die beim Ausfluss aus dem Greifensee vorhanden waren, ganz wieder zu erreichen.

Bei der Besprechung der Filtrationsgeschwindigkeiten des Glattwassers wurde schon darauf hingewiesen, dass bei gelegentlichen Niederschlägen im ganzen oder nur in einem Teil des Einzugsgebietes der Glatt sich Zahlen ergeben können, die von den Jahresmittelwerten stark abweichen. Wir verweisen hier auf die Filtrationszeiten und Filtrationsbilder vom 20. Juni und 13. Oktober 1933 (siehe Abb. 12) und geben in der nachstehenden Tabelle die an diesen Tagen in der Glatt gefundenen Durchsichtigkeitswerte. Beim Vergleich zu den Jahresmittelwerten der Tabelle 21 erkennt man deutlich die beträchtlichen Abweichungen.

Tabelle 22.
Durchsichtigkeit des Glattwassers am 20. Juni und 13. Oktober 1933.

Probenahmestelle	20. Juni 1933		13. Oktober 1933	
	Regen im ganzen Einzugsgebiet		Regen im Einzugsgebiet von Wallisellen	
	Linke Seite	Rechte Seite	Linke Seite	Rechte Seite
	cm	cm	cm	cm
1	45,5	45,5	60,0	60,0
2/3	41,0	42,0	60,0	60,0
4/5	30,0	34,0	57,0	56,0
6	22,0	22,0	41,0	41,0
7/8	20,5	23,5	42,0	45,0
9/10	12,0	18,0	24,0	0,0
11/12	20,5	21,0	20,5	17,5
13/14	18,0	19,5	18,0	21,0
15/16	14,0	18,0		
17/18	15,0	14,5		
19/20	14,5	13,5		
21/22	12,5	13,0		
23/24	11,0	12,0		
25/26	11,0	11,0		

Bei dem Regen im ganzen Einzugsgebiet nahm die Durchsichtigkeit vom Seeauslauf bis zur Einmündung in den Rhein immer mehr ab. Diese Abnahme ist natürlich nicht durch Einfließen der Abwässer, sondern durch die Lehmstoffe, die die Zuflüsse und Kanalisationseinläufe zu- brachten, bedingt.

Die Probenahme am 13. Oktober 1933 zeigte, dass die Durchsichtig- keit beim Einfließen einer übergrossen Menge an Schmutzstoffen auf Null sinken kann, wie es sich auf der rechten Seite unterhalb des Ein- laufs der Abwässer von Wallisellen ergab (Probenahmestelle 9/10). Wir finden hier ja auch beispielsweise eine Filtrationszeit von über 2 Stun- den für 500 cm³ des Wassers. Im weitem Verlauf nahm dann die Durch- sichtigkeit schnell wieder zu, ein Zeichen, dass sich die eigentlichen Schlammstoffe, die die Durchsichtigkeit so stark beeinflusst haben, im Flussbett schnell wieder ausschieden.

Aus diesen wenigen Beispielen, die wir bezüglich des Aussehens des Wassers der Glatt an den verschiedenen Tagen und an den ver- schiedenen Probenahmestellen gegeben haben, erkennt man, wie stark der jeweilige Zustand eines Flusses durch örtliche Verhältnisse ver- ändert und beeinflusst werden kann und auch beeinflusst wird. Würde man daher die Beobachtungen und Untersuchungen nur auf wenige Probenahmen im Jahr beschränken und dann versuchen, ein Urteil über den Zustand eines Vorfluters abzugeben, wie es leider noch häufig ge- schieht, so ist es möglich, dass man ein vollkommen falsches Bild der tatsächlichen Verhältnisse gibt. Um uns vor einem derartigen Trug- schluss zu schützen, haben wir auch unsere Beobachtungen und Unter- suchungen so oft als möglich ausgeführt. Über die Häufigkeit und Ver- teilung auf die einzelnen Monate, Tage und Tageszeiten ist einleitend schon gesprochen worden, so dass in diesem Zusammenhang darauf ver- zichtet werden kann.

6. Reaktion des Glattwassers.

Bezüglich der Reaktion des Glattwassers ist nichts Besonderes zu vermerken. An allen Entnahmestellen war die Reaktion die gleiche wie beim Ausfluss auf dem Greifensee, und zwar neutral bis schwach al- kalisch. Auch der pH-Wert änderte sich nur unwesentlich. Allgemein lag er bei 7,5—8,0, nur an der Probenahmestelle Leutschenbach unter- halb (9/10), fanden wir bisweilen, bei besonders starkem Abwasserzu- fluss, Werte, die mehr bei pH 8,0, d. h. zur alkalischen Seite hin lagen.

7. Bestimmung des Sauerstoffgehaltes.

Für ein Fischgewässer ist der Gehalt an gelöstem Sauerstoff von ausschlaggebender Bedeutung, denn durch sein ausreichendes Vorhan- densein oder sein Fehlen ist das Leben und Sterben in einem Vorfluter bedingt. Es scheint uns daher, auf Grund der umfangreichen Unter-

suchungen, wichtig genug, die Sauerstoffverhältnisse während der einzelnen Monate des Untersuchungsjahres im einzelnen getrennt wiederzugeben, weil die Jahresmittelwerte vielleicht keinen genügenden Einblick in diese wichtigen Untersuchungsergebnisse gestatten würden. Erst im Anschluss an die Wiedergabe und die Besprechung der Monatsmittelwerte werden wir auf die Jahresmittelwerte zurückkommen und dazu noch einzelne besonders charakteristische Untersuchungsergebnisse besprechen.

Die Tabellen 23 und 24 zeigen die absoluten Sauerstoffgehalte und die prozentualen Sättigungswerte der einzelnen Probenahmestellen und Monate, berechnet auf die jeweiligen Temperaturen und den zur Zeit der Probenahme herrschenden Barometerständen.

Tabelle 23.

Absoluter Sauerstoffgehalt im Wasser der Glatt in mg/l.
Monatsmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Probenahmestelle	Februar 1933	März 1933	April 1933	Mai 1933	Juni 1933	Juli 1933	August 1933	September 1933	Oktober 1933	November 1933	Dezember 1933	Januar 1934
1 l.	12,63	13,21	13,83	12,09	11,25	11,33	11,00	10,43	9,61	9,36	11,74	11,83
r.	12,63	13,21	13,83	12,09	11,25	11,33	11,00	10,43	9,61	9,36	11,74	11,83
2 l.	14,29	13,51	12,76	11,53	11,17	10,49	9,03	9,79	10,09	10,86	12,46	13,01
3 r.	14,23	13,64	13,13	11,37	11,17	10,39	9,15	9,62	9,97	10,79	11,98	12,98
4 l.	13,85	13,79	12,97	10,72	10,49	9,97	9,94	10,02	10,31	10,71	12,61	13,33
5 r.	14,13	13,46	12,17	11,20	10,94	10,07	9,10	9,55	10,02	10,62	12,19	13,27
6 l.	13,64	13,80	12,27	11,49	10,80	10,19	9,06	9,30	9,77	10,59	11,83	13,40
r.	13,64	13,80	12,27	11,49	10,80	10,19	9,06	9,30	9,77	10,59	11,83	13,40
7 l.	13,44	12,77	12,03	10,97	10,54	9,51	10,17	9,43	9,92	10,97	11,99	12,89
8 r.	13,68	13,12	11,90	10,89	10,28	9,42	9,68	9,38	9,85	10,91	12,43	12,99
9 l.	12,18	11,75	10,71	9,69	9,57	8,79	8,83	7,79	8,55	9,49	9,56	11,64
10 r.	12,73	12,14	11,73	9,84	9,69	9,38	9,62	8,33	7,67	9,90	10,30	11,79
11 l.	12,58	12,78	10,92	10,20	9,74	9,07	9,15	7,69	8,61	9,96	9,94	11,16
12 r.	12,87	12,60	11,51	10,07	9,87	8,97	8,91	7,88	8,89	10,19	11,00	11,79
13 l.	12,11	11,78	11,06	9,61	9,37	8,77	9,21	7,28	8,48	9,87	11,04	12,13
14 r.	12,10	11,78	11,92	9,61	9,44	8,94	9,45	7,29	8,50	10,19	11,17	11,99
15 l.	11,95	11,96	10,37	9,91	8,92	8,58	7,78	6,99	8,23	9,29	10,93	11,76
16 r.	11,89	11,33	10,76	9,72	8,88	8,46	7,44	7,59	7,94	9,43	11,20	11,74
17 l.	12,31	11,43	12,09	10,49	9,07	8,81	8,99	8,26	9,25	10,00	11,69	11,67
18 r.	12,44	12,63	11,85	10,35	9,11	8,88	8,79	8,23	9,34	10,50	11,49	11,50
19 l.	12,76	13,10	12,90	10,77	9,45	9,31	9,47	7,80	8,95	10,57	11,47	12,06
20 r.	12,87	13,22	12,90	10,93	9,41	9,42	10,29	8,05	9,55	11,39	12,06	12,18
21 l.	13,09	13,83	12,50	11,17	9,93	9,53	10,81	9,37	9,97	11,83	12,47	12,39
22 r.	13,80	13,97	11,70	11,75	10,04	9,98	10,86	8,43	9,36	10,92	11,41	11,83
23 l.	13,33	12,62	11,45	10,62	10,04	9,16	10,47	9,69	11,28	12,29	13,02	12,18
24 r.	13,33	12,94	11,36	10,82	9,70	9,20	10,79	9,74	11,15	12,34	13,38	13,49
25 l.	11,09	10,51	12,09	9,97	9,43	8,22	7,89	8,28	10,44	11,44	12,56	11,63
26 r.	12,53	13,55	14,02	10,69	9,57	8,80	11,79	10,63	11,65	12,16	14,17	13,14

Tabelle 24.

Prozentuale Sauerstoffsättigung im Wasser der Glatt.
Monatsmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Probenahmestelle	Februar 1933	März 1933	April 1933	Mai 1933	Juni 1933	Juli 1933	August 1933	September 1933	Oktober 1933	November 1933	Dezember 1933	Januar 1934
1 l.	97,2	108,8	120,9	119,8	127,5	134,6	128,0	115,9	98,8	81,3	87,6	89,1
r.	97,2	108,8	120,9	119,8	127,5	134,6	128,0	115,9	98,8	81,3	87,6	89,1
2/3 l.	111,0	113,1	112,4	115,8	124,8	123,5	101,0	108,6	102,7	93,6	94,6	98,4
r.	110,7	114,1	115,8	114,2	123,8	121,9	102,3	106,6	101,4	93,4	89,4	98,1
4/5 l.	108,5	115,0	114,2	107,6	116,3	117,4	101,2	110,3	103,5	92,6	94,1	101,6
r.	109,7	112,5	107,2	112,4	121,2	118,5	101,7	105,0	100,8	92,1	91,0	100,4
6 l.	106,8	116,5	109,5	115,0	119,5	119,3	99,2	101,5	97,7	91,7	88,3	102,1
r.	106,8	116,5	109,5	115,0	119,5	119,3	99,2	101,5	97,7	91,7	88,3	102,1
7/8 l.	105,3	108,1	106,6	109,3	116,9	110,7	112,6	102,4	99,4	94,9	90,9	98,3
r.	107,1	111,2	105,4	108,9	113,8	109,6	107,1	101,8	98,6	94,4	94,3	99,0
9 l.	96,6	100,5	96,6	97,7	105,6	102,2	95,6	84,5	84,5	82,0	72,5	88,6
10 r.	100,5	103,8	106,4	98,9	107,4	108,9	104,2	90,5	76,1	84,9	78,1	89,8
11 l.	100,1	109,6	98,3	102,2	107,1	105,4	99,1	83,4	85,4	85,9	75,4	85,0
12 r.	102,2	107,5	103,6	101,0	108,8	104,0	96,5	85,4	88,0	87,8	83,4	89,9
13 l.	96,2	100,2	99,5	96,1	103,3	102,4	99,7	78,6	83,7	84,8	83,7	92,4
14 r.	96,1	100,1	107,0	95,9	104,0	103,4	102,3	78,7	83,8	87,6	84,7	91,4
15 l.	94,5	101,6	93,3	99,2	98,5	99,3	84,2	75,2	79,9	79,1	82,9	89,6
16 r.	94,0	96,3	96,6	97,5	97,9	97,9	80,6	81,8	77,1	79,9	84,9	89,4
17 l.	96,8	106,1	111,0	104,6	99,8	100,6	98,4	88,5	89,5	85,6	88,6	88,9
18 r.	97,8	107,1	108,3	103,3	100,0	101,4	96,0	88,1	90,4	89,9	87,1	87,6
19 l.	100,3	112,6	122,0	108,0	103,9	106,4	105,9	83,6	86,4	90,2	87,0	91,9
20 r.	101,2	113,5	122,8	109,6	103,2	107,8	116,1	86,2	92,3	97,3	91,5	92,8
21 l.	103,0	119,8	122,5	113,1	108,9	109,9	120,9	100,4	95,9	101,0	94,6	94,4
22 r.	108,1	121,1	114,9	119,4	110,0	115,4	120,3	90,6	90,2	93,3	86,5	90,2
23 l.	105,3	110,0	111,7	108,5	109,9	105,4	117,1	103,5	109,1	104,9	98,7	92,8
24 r.	105,4	113,2	115,8	110,6	106,8	105,9	120,6	104,1	107,7	105,3	101,5	103,2
25 l.	93,9	95,3	117,6	101,0	101,5	92,5	83,7	89,7	102,8	104,4	111,2	99,7
26 r.	103,0	124,7	138,6	108,8	104,5	100,3	134,4	113,2	114,0	109,1	123,8	108,6

Betrachten wir die Zahlen, wie sie sich in den einzelnen Monaten ergeben haben, eingehender, so zeigen sich sehr interessante Ergebnisse. Man erkennt nämlich, dass die Sauerstoffverhältnisse und die Sauerstoffbilanz in den Wintermonaten eine vollkommen andere ist wie im Sommer.

Aus der Charakterisierung des Ausflusses aus dem Greifensee wissen wir, dass das Glattwasser im *Februar 1933* mit einer Sauerstoffsättigung von 97,2 %, entsprechend einem absoluten Gehalt von 12,63 mg, untersättigt war. Trotz zunehmender Wassertemperatur an den folgenden Probenahmestellen (s. Tabelle 20) stieg im Februar der

Sauerstoffgehalt auf der Flußstrecke bis zur Einmündung des Leutschenbaches und des Brühlbaches, der beiden Hauptverschmutzungsquellen der Glatt, langsam an. An den Probenahmestellen 7/8 hatten wir in der Glatt ein mit 105,3 % Sauerstoff übersättigtes Wasser auf der linken Seite und ein solches mit 107,1 % Sauerstoff auf der rechten Seite. Durch das Einfließen der Abwässer aus den beiden obengenannten Zuflüssen wird der Sauerstoffgehalt sofort herabgesetzt. Auf der linken Seite wird das Wasser in der Glatt schwach untersättigt, während es auf der rechten Seite gerade noch gesättigt ist. Bis zur Oberhauserbrücke steigt beiderseits der Sauerstoffgehalt wieder etwas an, und dann im weiteren Verlauf wieder abzusinken, und zwar bis zur schwachen Untersättigung. Den niedrigsten Sauerstoffgehalt mit 11,95 bzw. 11,89 mg/l entsprechend einer Sättigung für die linke Seite von 94,5 % und auf der rechten Seite von 94,0 % fanden wir an den Probenahmestellen : 15/16 am Ende des Staues in Rümlang. Hinter dem Stau steigt dann in der Glatt der Sauerstoffgehalt schnell wieder an. Er erreicht und überschreitet die 100-prozentige Sättigungsgrenze. Bei Niederglatt (Probenahmestelle 19/20) enthält das Wasser der Glatt mehr Sauerstoff als beim Ausfluss aus dem Greifensee. Es ist auffallend, dass an den Probenahmestellen 23/24 erneut ein leichtes Absinken des Sauerstoffgehaltes festgestellt werden kann. An den letzten Probenahmestellen (25/26) ist besonders linksseitig eine erneute starke Verminderung des Sauerstoffgehaltes vorhanden, die aber nicht durch den Zufluss an Abwasser mit nachfolgender Sauerstoffzehrung bedingt ist, sondern durch die Erhöhung der Temperatur im Wasser. Die Gründe für die Erhöhung der Wassertemperatur an dieser Stelle in der Glatt haben wir schon früher ausgeführt. Während der von uns durchgeführten Probenahme betrug die Wasserführung der Glatt im Mittel 3,8 m³ pro Sekunde. Maximal wurden 4,3 und minimal 3,5 m³ pro Sekunde gemessen.

Der Monat *März 1933* zeigte, abgesehen von der absoluten Höhe der gefundenen Zahlen, fast das gleiche Bild wie der Februar. Ein Unterschied bestand lediglich darin, dass das aus dem Greifensee abfließende Wasser mit einem Sauerstoffgehalt von 13,21 mg pro Liter, entsprechend einem Sättigungswert von 108,8 %, schwach übersättigt war, aber bei steigender Wassertemperatur ebenfalls noch eine Steigerung des Sauerstoffgehaltes erfuhr, und zwar bis zur Einmündung des Leutschenbaches und des Brühlbaches. Im übrigen war die Veränderung der Sauerstoffverhältnisse annähernd die gleiche wie im Vormonat. Während der Probenahmen im März betrug die mittlere Wasserführung der Glatt ebenfalls 3,8 m³ pro Sekunde, maximal führte sie 4,3 und minimal 3,6 m³ pro Sekunde. Also auch in der Wasserführung ganz ähnliche Verhältnisse wie im vorhergehenden Monat.

Von den folgenden Monaten lassen sich *April, Mai, Juni* und *Juli 1933* gemeinsam betrachten. Es zeigte sich, dass während dieser Zeit

das übersättigte, aus dem Greifensee abfließende Wasser bis zur Einmündung des Leutschenbachs und des Brühlbaches bei entweder steigender, gleichbleibender oder auch fallender Wassertemperatur von Probenahmestelle zu Probenahmestelle einen Teil seines Sauerstoffgehaltes verlor. Allerdings war der Rückgang nicht so gross, dass bis zum Leutschenbach eine Untersättigung eintrat. Nach Einmündung der Hauptabwassermenge, an der schon oft genannten Stelle, fiel dann der Sauerstoffgehalt zunächst mehr oder weniger stark ab, stieg dann genau wie in den Vormonaten bis zur Oberhauserbrücke (Probenahmestelle 11/12) wieder etwas, um dann am Ende des Staues in Rümlang erneut seinen tiefsten Stand zu erreichen. Weiter unterhalb beobachteten wir dann durchwegs steigende Sauerstoffzahlen, teilweise wurde der Sauerstoffgehalt des Ausflusses aus dem Greifensee wieder erreicht und sogar überschritten. In allen Monaten konnten wir oberhalb Glattfelden (Probenahmestelle 23/24) eine leichte Abnahme des Sauerstoffgehaltes feststellen, die sich weiter unterhalb, unter dem Einfluss des einfließenden warmen Grundwassers auf der linken Seite noch fortsetzte. Die Wasserführung der Glatt betrug an den einzelnen Probenahmetagen im

	Mittel	Maximum	Minimum
April 1933 . . .	2,9	3,0	2,7 m ³ /sek.
Mai > . . .	5,9	9,0	3,4 >
Juni > . . .	6,7	13,2	3,5 >
Juli > . . .	5,9	7,0	5,0 >

Mit Ausnahme des April hatten wir in diesen Monaten eine verhältnismässig hohe Wasserführung in der Glatt.

Die Monate *August* und *September* zeigten bei dem aus dem Greifensee übersättigt abfließenden Wasser zunächst eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes. Im August fanden wir auch schon oberhalb des Leutschenbaches an der Probenahmestelle 6, das ist unterhalb von Zwicky, ein untersättigtes Wasser. Im übrigen war aber der Verlauf der Sauerstoffveränderungen der gleiche wie in den übrigen Monaten, nur war die starke Abnahme im Stau in Rümlang in diesen Monaten besonders auffallend. Die Wasserführung betrug während der Probenahme im

	Mittel	Maximum	Minimum
August 1933	3,0	3,0	3,0 m ³ /sek.
September >	3,1	3,3	2,7 >

In den Monaten *Oktober*, *November* und *Dezember 1933* und im *Januar 1934* hatten wir in der Glatt von der Einmündung aus dem Greifensee bis zur Einmündung der Hauptschmutzwassermenge wieder eine Zunahme des Sauerstoffgehaltes festzustellen. Die Temperatur des Wassers nahm in den genannten Monaten etwas ab, teilweise veränderte

sie sich aber auch nicht und im Januar nahm sie sogar auf der Strecke bis zum Leutschenbach zu. Nach der Einmündung des Abwassers aus den nun schon häufig genannten beiden Zuläufen zeigte sich das gleiche Bild, wie es schon früher beschrieben wurde. Allerdings blieb das Wasser der Glatt bis zur Probenahmestelle 21/22 in Hochfelden in diesen Monaten immer untersättigt. Erst weiter unterhalb stieg die Sättigung über 100%. Die Wasserführung in der Glatt stellte sich in diesen Monaten während unsern Probeerhebungen im

	Mittel	Maximum	Minimum
Oktober 1933	4,1	5,0	2,8 m ³ /sek.
November »	4,0	4,2	3,8 »
Dezember »	3,3	3,3	3,3 »
Januar 1934	3,6	4,1	3,0 »

In diesen Monaten hatten wir während unsern Probenahmen eine ziemlich gleichmässige Wasserführung. Aus diesen kurzen Betrachtungen zu den einzelnen Monaten erkennen wir, dass der Zustand der Glatt bezüglich der Sauerstoffbilanz in den einzelnen Jahreszeiten sehr verschieden sein kann. Besonders ungünstige Zahlen fanden wir im Herbst und zu Wintersanfang, und zwar betrug

im *September* die minimale Sauerstoffsättigung 75,2 %,
 » *Oktober* » » » 77,1 %,
 » *November* » » » 79,1 %.

Alle diese Zahlen fanden sich an der Probenahmestelle in Rümlang (15/16), nachdem das Wasser den etwa 2,5 km langen Stau oberhalb dieser Entnahmestelle, in dem wir ein Gefälle von 0,7 ‰ haben, bereits durchflossen hat.

Auf die Bedeutung dieser Befunde werden wir in einem spätern Zusammenhange noch zurückkommen. Im folgenden möchten wir zunächst die Sauerstoffverhältnisse in der Glatt zeigen, wie sie sich aus dem Jahresmittel ergeben. Die Tabelle 25 enthält die Werte des absoluten Sauerstoffgehaltes und in der Tabelle 25 a ist die der jeweiligen Temperatur und dem während der Probenahme herrschenden Barometerstand entsprechende Sauerstoffsättigung in Prozenten aufgezeichnet.

In der Abb. 14 sind die beiden Zahlenreihen übersichtlich in graphischer Darstellung zusammen aufgetragen worden.

Aus den Zahlen erkennen wir, dass im Jahresmittel der Ausfluss aus dem Greifensee mit einem Sauerstoffgehalt von 11,33 mg zu 110,1 % leicht übersättigt war. Bis zum Einlauf des Abwassers aus dem Leutschenbach und dem Abwassergraben von Wallisellen findet man eine ganz geringe Abnahme der Sauerstoffsättigung, das Glattwasser ist aber immer noch übersättigt. Durch die eingeleiteten Abwasser geht dann die Sauerstoffsättigung unter 100 % zurück, steigt bis zur Ober-

Tabelle 25.

Absoluter Sauerstoffgehalt im Wasser der Glatt in mg/l.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite	Rechte Seite
1	<i>Schwerzenbach</i>	11,33	11,33
2/3	Austria	11,47	11,40
4/5	Neugut	11,32	11,25
6	Zwicky, unterhalb	11,22	11,22
7/8	Leutschenbach, oberhalb	10,99	10,98
9/10	Leutschenbach, unterhalb	9,74	10,02
11/12	Oberhauserbrücke	10,01	10,17
13/14	Glattbrugg, unterhalb	9,79	9,89
15/16	Rümlang	9,55	9,53
17/18	Oberglatt	10,19	10,20
19/20	Niederglatt	10,48	10,87
21/22	Hochfelden	11,12	11,01
23/24	Glattfelden, oberhalb	10,80	11,20
25/26	Glattfelden, unterhalb	10,05	11,40

Tabelle 25 a.

Sauerstoffsättigung in Prozenten im Wasser der Glatt.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite	Rechte Seite
1	<i>Schwerzenbach</i>	110,1	110,1
2/3	Austria	110,6	109,9
4/5	Neugut	108,4	108,0
6	Zwicky, unterhalb	107,6	107,6
7/8	Leutscheubach, oberhalb	105,5	105,1
9/10	Leutschenbach, unterhalb	93,6	96,2
11/12	Oberhauserbrücke	96,0	97,4
13/14	Glattbrugg, unterhalb	93,1	94,2
15/16	Rümlang	90,8	90,6
17/18	Oberglatt	96,9	97,1
19/20	Niederglatt	99,9	102,3
21/22	Hochfelden	107,0	105,8
23/24	Glattfelden, oberhalb	106,5	107,5
25/26	Glattfelden, unterhalb	98,7	112,1

hauser Brücke wieder leicht an, um dann bis zum Ende des Staues in Rümlang den niedrigsten Wert zu erreichen. Nach dem Stau steigt der Sauerstoffgehalt wieder an, überschreitet bei Niederglatt die 100% ige Sättigungsgrenze und erreicht bei der Probenahmestelle in Hochfelden wieder ein Maximum, das aber nicht dem Wert entspricht, den wir beim Ausfluss aus dem Greifensee fanden. Unterhalb von Glattfelden ist die linke Flußseite besonders stark durch eindringendes warmes Grundwasser beeinflusst, während rechtsseitig im Jahresmittel noch eine

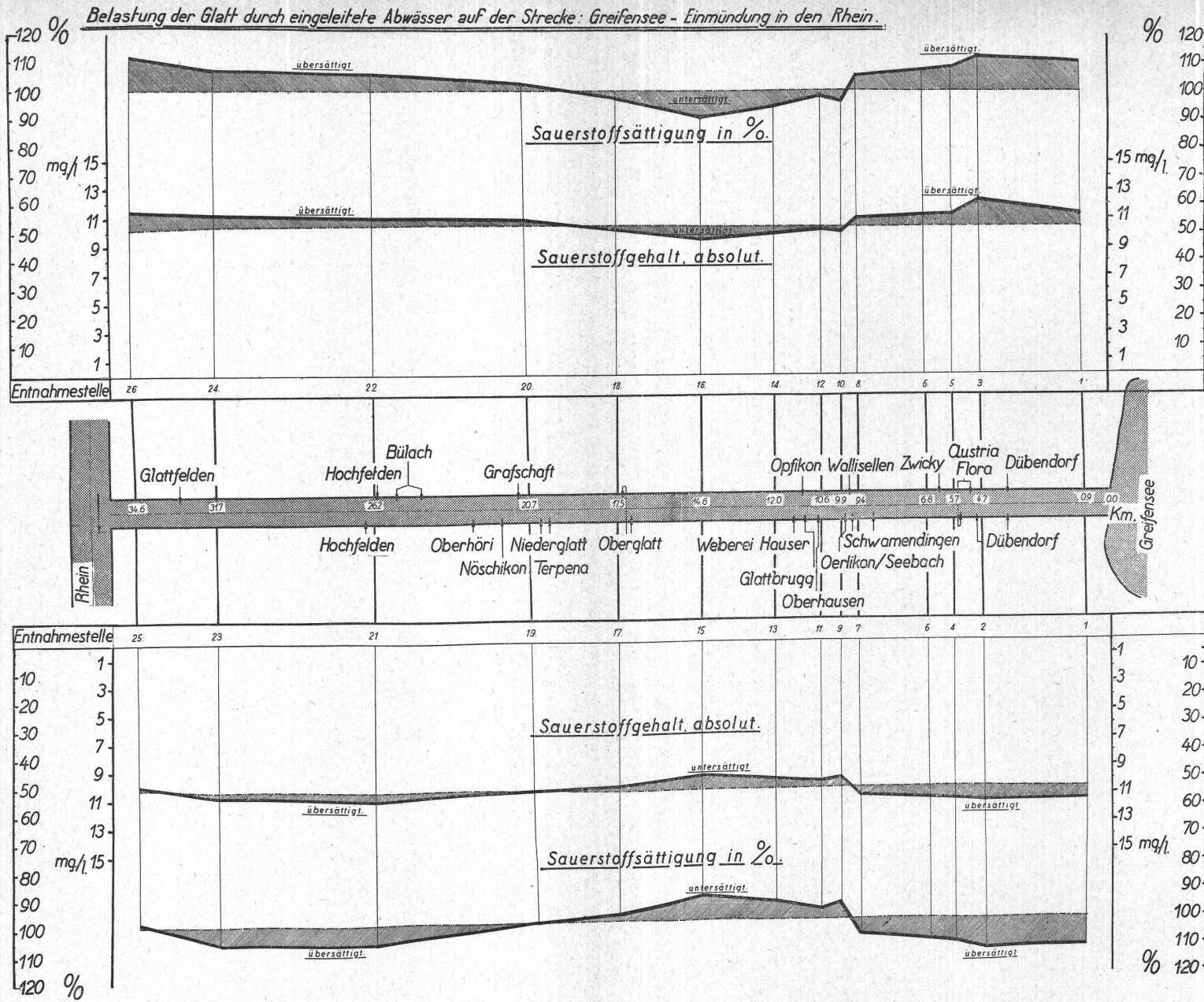


Abbildung 14.

weitere Zunahme der Sauerstoffsättigung festzustellen ist und der Anfangswert beim Seeausfluss wieder überschritten wird.

Bevor wir die Ergebnisse der Sauerstoffuntersuchung eingehend besprechen, möchten wir noch ein Untersuchungsergebnis anführen, das bei Regenwetter und somit bei starker Belastung der Glatt durch Abwasser und Schlammstoffe gefunden wurde. Es handelt sich dabei um die Untersuchungen, die am 13. Oktober 1933 bei Regen im Einzugsgebiet von Wallisellen durchgeführt worden sind. Zum Vergleich fügen wir die Jahresmittelwerte für den absoluten Sauerstoffgehalt und die prozentuale Sättigung an den einzelnen Probenahmestellen bei. Die gefundenen Zahlenwerte sind in der Tabelle 26 zusammengestellt. Aus technischen Gründen (Autodefekt) liess sich die Probenahme vom 13. Oktober nur bis zur Probenahmestelle Glattbrugg unterhalb (13/14) durchführen.

Tabelle 26.

Absoluter Sauerstoffgehalt im Wasser der Glatt in mg/l.

Probenahmestelle	Jahresmittelwerte 1933—1934		Regen im Einzugsgebiet von Wallisellen am 13. X. 1933	
	links	rechts	links	rechts
1	11,33	11,33	9,68	9,68
2/3	11,47	11,40	10,29	10,29
4/5	11,32	11,25	9,97	10,25
6	11,22	11,22	9,96	9,96
7/8	10,09	10,98	9,62	9,47
9/10	9,74	10,02	7,73	3,80
11/12	10,01	10,17	8,10	8,06
13/14	9,79	9,89	8,18	8,35

Tabelle 27.

Sauerstoffsättigung in Prozenten im Wasser der Glatt.

Probenahmestelle	Jahresmittelwerte 1933—1934		Regen im Einzugsgebiet von Wallisellen am 13. X. 1933	
	links	rechts	links	rechts
1	110,1	110,1	102,8	102,8
2/3	110,6	109,9	108,0	108,3
4/5	108,4	108,0	103,6	106,5
6	107,6	107,6	102,6	102,6
7/8	105,5	105,1	99,1	97,6
9/10	93,6	96,2	78,0	38,3
11/12	96,0	97,4	81,8	81,4
13/14	93,1	94,2	82,6	84,3

Aus den prozentualen Sättigungswerten, die in der Tabelle 27 zusammengestellt sind, ist der Einfluss des eingeflossenen Abwassers

noch besser zu erkennen, man erkennt aber auch hier schon, bei der Entnahmestelle 9/10, den grossen Unterschied gegenüber dem Jahresmittel.

Im Jahresmittel hat das Wasser der Glatt an der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb (9/10) eine Sättigung, die fast 100 % beträgt. Durch den starken Regen im Einzugsgebiet von Wallisellen, der neben der üblichen Verschmutzung auch die während der Trockenperiode im Bachbett abgelagerten Schlammassen wieder in Bewegung und somit in die Glatt eingebracht hatte, fanden wir auf einer bestimmten Flussstrecke eine Sauerstoffsättigung von nur 38,3 %. Weiter unterhalb nahm dann die Sättigung schnell wieder zu, blieb aber infolge der starken Belastung der Glatt mit sauerstoffzehrenden Stoffen unter dem Jahresmittelwert. Aus diesen Untersuchungen erkennt man, dass der Zustand der Glatt bei plötzlich auftretendem Regenwetter sich schnell sehr ungünstig verändern kann. Gleichzeitig erkennt man aber auch, wie wichtig es ist, einen Vorfluter über einen längeren Zeitraum eingehend und häufig zu untersuchen; denn nur auf diese Weise kann man Zufälligkeiten weitgehend ausschalten.

Fassen wir die eben beschriebenen Untersuchungen bezüglich der Sauerstoffverhältnisse und der Sauerstoffbilanz in der Glatt zusammen, so ist folgendes zu sagen : Eindeutig und klar heben sich in der Glatt vom Ausfluss aus dem Greifensee bis zur Einmündung in den Rhein drei Zonen ab, und zwar umfassen sie folgende Strecken :

1. Vom Seeausfluss bis zum Einfluss des Leutschenbachs (Probenahmestelle 7/8 auf einer Fließstrecke von etwa 9,5 km.
2. Von der Einmündung des Leutschenbachs und des Brühlbaches bis zum Ende des Staus in Rümlang bei der Fabrik « Carba ».

Auf dieser etwa 5 km langen Strecke befindet sich die Glatt im oberen Teil in fließendem Zustande, während sich im untern Teil der Laufstrecke der Stau auswirkt.

3. Vom Unterwasser des Staus in Rümlang bis zur Einmündung in den Rhein. Diese Glattstrecke ist etwa 21 km lang.

Die erste Zone ist, allgemein gesprochen, gar nicht oder nur sehr wenig mit Abwasser belastet, jedenfalls nicht so stark, dass sich ein besonders hervorstechender Einfluss auf den Sauerstoffhaushalt bemerkbar macht. Auch sonst bewirkt das einfließende Abwasser nur geringe Abweichungen vom Normalzustand. Wie schon früher ausgeführt, ist allerdings der Zustand in dieser Zone in den einzelnen Monaten sehr verändert, und zwar je nach dem Zustand des aus dem Greifensee abfließenden Wassers. Auf die einzelnen Monate bezogen, zeigte sich von Beginn bis Ende von Zone 1 folgendes :

1. Seeausfluss mit Sauerstoff *untersättigt*; beim Durchfließen der Zone 1 nimmt der Sauerstoffgehalt zu. Diesen Zustand fanden wir im

Februar 1933
Oktober 1933
November 1933
Dezember 1933
Januar 1934,

d. h. hauptsächlich in den Wintermonaten.

2. Seeausfluss mit Sauerstoff *übersättigt*; beim Durchfliessen der Zone 1 nimmt der Sauerstoffgehalt noch weiter zu. Diese Tatsache liess sich aber nur in einem Monat, und zwar im März 1933 beobachten.
3. Seeausfluss mit Sauerstoff *übersättigt*; aber beim Durchfliessen der ersten Zone nimmt der Sauerstoffgehalt ab. Diese Beobachtung machten wir im Frühjahr, Sommer und Herbst, und zwar in den Monaten

April 1933
Mai 1933
Juni 1933
Juli 1933
August 1933
September 1933.

Dabei war es noch auffallend, dass das Glattwasser im August innerhalb der ersten Zone etwas untersättigt war, während es im September ganz schwach die Sättigungsgrenze von 100 % überschritt. In allen übrigen Monaten wurde hier immer noch ein reichlich übersättigtes Wasser vorgefunden.

In der zweiten Zone wurde unter dem Einfluss der von Örlikon, Seebach, Schwamendingen, Affoltern und einem Teil von Zürich einerseits, wie von Wallisellen andererseits eingeleiteten Abwässer eine Verschlechterung in der Sauerstoffbilanz festgestellt, und zwar während des ganzen Jahres. Interessant war im allgemeinen die Beobachtung, dass sofort nach der Einleitung der Abwässer der Sauerstoffgehalt im Glattwasser sinkt, sich aber bis zur Oberhauser Brücke, nach einer Fließstrecke von 1 km, wieder leicht erhöht, um dann am Ende der Zone, im Stau bei Rümlang, durchweg die stärkste Sauerstoffverminderung aufzuweisen. Selbstverständlich war die Abnahme des Sauerstoffs hier in den einzelnen Monaten verschieden. Die grösste Abnahme zeigte sich im September 1933 mit einem Sauerstoffgehalt von 6,99 mg pro Liter, entsprechend einer Sättigung von 75,2 %. Der Seeausfluss enthielt in diesem Monat 10,43 mg pro Litter, entsprechend einer Sättigung von 115,9 %. Die Abnahme stellte sich somit auf 3,44 mg, d. h. vom Anfangs-sauerstoffgehalt waren auf der Fließstrecke etwa 33 % ausgebraucht worden. Die nachstehende Tabelle 28 zeigt, wieviel mg pro Liter bzw. wieviel Prozent des anfänglich vorhandenen Sauerstoffes vom Ausfluss

des Greifensees bis zum Ende der zweiten Zone verbraucht worden sind. Da diese Zahlen selbstverständlich in Abhängigkeit stehen zur Wasserführung und zur jeweiligen Temperatur des Wassers, sind zum Vergleich in dieser Tabelle ferner noch die Zahlen der Wasserführung und der Temperatur mit angeführt.

Tabelle 28.

Abnahme des Sauerstoffgehaltes vom Seeausfluss bis zum Ende der zweiten Zone am Stau in Rümlang.

Monat	Wasserführung an den Probenahme- tagen m ³ /sek.	Wasser- Temperatur °C	Abnahme in mg/l bezogen auf den Anfangswert	Abnahme in Prozenten auf den Anfangswert
Februar 1933 . .	3,8	3,1	0,71	5,6
März » . .	3,8	5,6	1,57	11,8
April » . .	2,9	7,8	3,27	23,6
Mai » . .	5,9	12,7	2,28	18,8
Juni » . .	6,7	17,3	2,35	20,9
Juli » . .	5,9	20,8	2,81	24,8
August » . .	3,0	17,7	3,39	30,8
September » . .	3,1	17,0	3,14	30,1
Oktober » . .	4,1	12,9	1,53	15,9
November » . .	4,0	6,4	0,00	0,0
Dezember » . .	3,3	1,3	0,68	5,8
Januar 1934 . .	3,6	1,9	0,08	0,6

Diese Tabelle ist insofern ausserordentlich interessant, als sie uns zeigt, dass in den Wintermonaten von dem zur Verfügung stehenden Stauerstoff nur sehr wenig beansprucht wird, mit andern Worten, dass die biologische Selbstreinigung, die zum Teil unter Verbrauch des gelösten Sauerstoffes vor sich geht, im Winter nur gering ist. Im Frühjahr steigt die Selbstreinigung schnell an und erreicht im Spätsommer ihre grösste Intensität. Die Untersuchungen ergaben glücklicherweise, dass die Belastung der Glatt während des ganzen Jahres nie so stark wird, dass man in einem gegebenen Momente Sauerstoffmangel befürchten müsste. Es ist früher schon darauf hingewiesen worden, dass im allgemeinen am Ende der zweiten Zone, d. h. am Ende des Staus in Rümlang, die niedrigsten Sauerstoffzahlen anzutreffen sind. Wir führen zur besseren Übersicht der tatsächlichen Verhältnisse die Sättigungswerte, die sich aus den einzelnen Monaten im Mittel für diese Probenahmestellen ergaben, noch einmal an. Die nachstehende Tabelle 29 enthält den absoluten Sauerstoffgehalt im mg pro Liter und den Sättigungsgrad in Prozenten am Ende des Staus in Rümlang, Probenahmestelle 15/16.

Diese Zahlen zeigen wohl eine gewisse Verminderung des Sauerstoffgehaltes unter die Sättigung von 100 %, aber Befürchtungen, dass

etwa Fische oder sonstige Lebewesen infolge Sauerstoffmangels zugrunde gehen könnten, sind unangebracht.

Tabelle 29.

Absoluter Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung in Prozenten am Ende des Staues in Rümplang.

Monat	Sauerstoffgehalt in mg/l im Glattwasser		Sauerstoffgehalt in Prozenten im Glattwasser	
	links	rechts	links	rechts
Februar 1933 . .	11,95	11,89	94,5	94,0
März » . .	11,96	11,33	101,6	96,3
April » . .	10,37	10,76	93,3	96,6
Mai » . .	9,91	9,72	99,2	97,5
Juni » . .	8,92	8,88	98,5	97,9
Juli » . .	8,58	8,46	99,3	97,9
August » . .	7,78	7,44	84,2	80,6
September » . .	6,99	7,59	75,2	81,8
Oktober » . .	8,23	7,94	79,9	77,1
November » . .	8,29	9,43	79,1	79,9
Dezember » . .	10,93	11,20	82,9	84,9
Januar 1934 . .	11,76	11,74	89,6	89,4

Hin und wieder kann es vorkommen, dass besonders grosse Abwasser- und Schmutzwassermengen die Zustände in der Glatt sehr stark verändern können. Ein solcher Fall von sehr starker, plötzlich auftretender Belastung trat am 13. Oktober 1933 auf und sei als Schulbeispiel näher geschildert. An diesem Tage gingen in der Gegend von Wallisellen starke, lokale Regenfälle nieder.

Vor der Einmündung des Brühlbaches hatte das Glattwasser einen Sauerstoffgehalt von 9,47 mg/l, entsprechend einer Sättigung von 97,6 %. Etwa 30 m unterhalb dieses Abwassereinlaufes fanden wir dann im Wasser einen Sauerstoffgehalt von 3,80 mg/l, entsprechend einer Sättigung von 38,3 %. Man sieht, dass sich auf dieser Strecke die Glatt in keinem guten Zustande befand. Aber schon an der nächsten, 0,7 km unterhalb liegenden Probenahmestelle (Oberhauser Brücke), war der Sauerstoffgehalt auf 8,06 mg/l angestiegen, entsprechend einer Sättigung von 81,4 %. Man erkennt aus diesen Zahlen, dass die starke Untersättigung, die bei längerem Andauern auf einer grösseren Vorflutstrecke ein Ersticken von empfindlichen Fischen zur Folge haben würde, schnell wieder verschwunden ist und ein Sauerstoffgehalt erreicht wurde, der als genügend für die Bedürfnisse der Fische angesprochen werden kann.

Wir glauben auf Grund der von uns durchgeführten Untersuchungen mit Sicherheit annehmen zu können, dass eine dauernde Schädigung des Fisch- und Froschbestandes, wie auch des Bestandes an sonstigen Lebewesen, die diesen zur Nahrung dienen, in der zweiten Zone, die

als Abwasseraufarbeitungszone anzusprechen ist, infolge von *Sauerstoffmangel*, im Zuge der biologischen Selbstreinigung nicht erwartet werden kann. Plötzlich auftretende, starke Belastungen und Sauerstoffverminderung infolge von Regengüssen in den Einzugsgebieten der einzelnen in die Glatt entwässernden Gemeinden werden ebenfalls *nicht zu plötzlichen Erstickungen* der Fische und anderer Lebewesen führen, da die Zonen der starken Belastung, d. h. des geringen Sauerstoffgehaltes, nur kurz sind und dann schnell ein Ausgleich zu höheren Sauerstoffsättigungen eintritt.

Die dritte Zone, die sogenannte Erholungszone, ist in der Glatt dadurch gekennzeichnet, dass allgemein in allen Monaten der Sauerstoffgehalt schnell ansteigt und teilweise den Anfangswert des Seeausflusses erreicht und sogar überschreitet. Bezüglich der Sauerstoffverhältnisse ist daher in dieser Zone für den Fischbestand nichts zu befürchten. Wenn besonders unterhalb Glattfelden eine erneute geringe Abnahme des Sauerstoffgehaltes festzustellen ist, so liegt das an rein physikalischen Einflüssen und hat nichts mit Belastung durch Abwasser zu tun.

8. Bestimmung der Sauerstoffzehrung in 48 Stunden.

9. Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen.

Zwei gute Methoden, die einerseits einen Aufschluss darüber geben, wieviel abbaufähige und sauerstoffzehrende Stoffe in einem *Vorfluter* an einer bestimmten Stelle noch vorhanden sind bzw. ob ein Vorfluter mit dem ihm zugeleiteten Schmutzwasser, auf Grund seiner biologischen Selbstreinigungskraft, fertig geworden ist, sind die Bestimmung der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen. Dabei gibt der Grad der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden Auskunft darüber, ob viel oder wenig leicht abbaufähige Stoffe vorhanden waren und biochemisch aufgearbeitet wurden, während der biochemische Sauerstoffbedarf uns in summa darüber Aufschluss gibt, wieviel leicht und schwer abbaubare Schmutzstoffe vorhanden waren. Die Differenz aus den erhaltenen Werten gibt roh an, wieviel schwer zersetzliche Stoffe in einer bestimmten Wasserprobe anwesend waren.

Stellt man andererseits in einem *Abwasser* den biochemischen Sauerstoffbedarf, der in mg/l ausgedrückt wird, fest, so ist es möglich, aus dem gefundenen Wert der Wasserführung des Vorfluters und seines Sauerstoffgehaltes annähernd zu ermitteln, wie weit die Sauerstoffbilanz in einem Vorfluter durch die Einleitung des betreffenden Abwassers beeinflusst wird. Mit anderen Worten, man kann annähernd feststellen, ob der Vorfluter in der Lage sein wird, ohne selbst Schaden zu erleiden, die Abwasser aufzuarbeiten. Der Sauerstoffgehalt eines Ge-

wässers ist von mancherlei Faktoren abhängig. In erster Linie erfolgt die Aufnahme des Sauerstoffs an der Grenzfläche zwischen dem Wasser und der Luft, und zwar wird die Aufnahme um so stärker begünstigt, je grösser die Oberfläche ist. Sie ist relativ am kleinsten bei völlig glatter Oberfläche, wird aber schon durch kleinen Wellengang, noch mehr durch stärkere Vergrößerung der Oberfläche, wie sie bei Stromschnellen, Wasserfällen, Brandung und dgl. auftritt, stark vermehrt. Auch aus der Assimilation der grünen Wasserpflanzen entstammen relativ beträchtliche Anteile des im Wasser gelösten Sauerstoffs, dessen absolute Menge im übrigen vom äusseren Luftdruck und von der Wassertemperatur abhängig ist.

Der Sauerstoffgehalt eines Gewässers wird einerseits vermindert durch die darin sich aufhaltenden Lebewesen und andererseits durch künstlich in das Gewässer eingebrachte, oxydationsfähige Stoffe, zu denen in erster Linie die organischen Schmutzstoffe der Abwässer gehören.

Durch Vergleichung der nach den verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes, der Sauerstoffzehrung und des biochemischen Sauerstoffbedarfes erhaltenen Werte lassen sich sehr interessante Zusammenhänge feststellen. Unmittelbar nach der Einleitung häuslicher Abwässer muss der Sauerstoffgehalt, im Vergleich zur unbelasteten Flußstrecke, nur leicht abfallen, wenn es sich bei den einfließenden Abwässern nicht um solche handelt, die einen starken Sauerstoffschwund im Vorflutwasser bedingen, wie bei manchen industriellen Abwässern, bei denen aber die Sauerstoffverminderung im Vorfluter durch rein chemische Reaktionen bedingt ist. Im allgemeinen bleibt der Sauerstoffgehalt aber noch ziemlich hoch und auch die Sauerstoffzehrung und der biochemische Sauerstoffbedarf sind noch recht beträchtlich. Bei fortschreitender Selbstreinigung nimmt der Sauerstoffgehalt im Vorfluter gewöhnlich ab und damit auch gleichzeitig die Menge der Stoffe, die noch abzubauen sind, d. h. : Sauerstoffzehrung und biochemischer Sauerstoffbedarf werden kleiner. Ist der niedrigste Sauerstoffgehalt erreicht, so findet man unter normalen Bedingungen auch nur noch eine geringe Sauerstoffzehrung und einen geringen biochemischen Sauerstoffbedarf, vorausgesetzt natürlich, dass noch soviel Sauerstoff im Vorflutwasser vorhanden ist, dass man von einer ernstlichen Störung des Sauerstoffgleichgewichtes nicht sprechen kann. Der Vorfluter beginnt sich dann je nach Umständen langsam oder schneller zu erholen, bis der ursprüngliche Zustand wieder erreicht ist. Bei den Sauerstoffuntersuchungen in der Glatt beobachtet man in der zweiten Zone vom Anfang bis zum Ende eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes bis zum niedrigsten Wert. Es war nun interessant, unter den oben genannten Gesichtspunkten, die an den einzelnen Probenahmestellen vorhandenen Sauerstoffzehrungswerte zu ermitteln, zumal in der zwei-

Vergleichende Darstellung der O₂ Zehrung n. 48 Std. und des biochem. O₂ Bedarf. in 5 Tagen an den einzelnen Entnahmestellen und Monaten. Kurven der Beendigung der Selbstreinigung nebst der zur Selbstreinigung erforderlichen Fließstrecken in km.

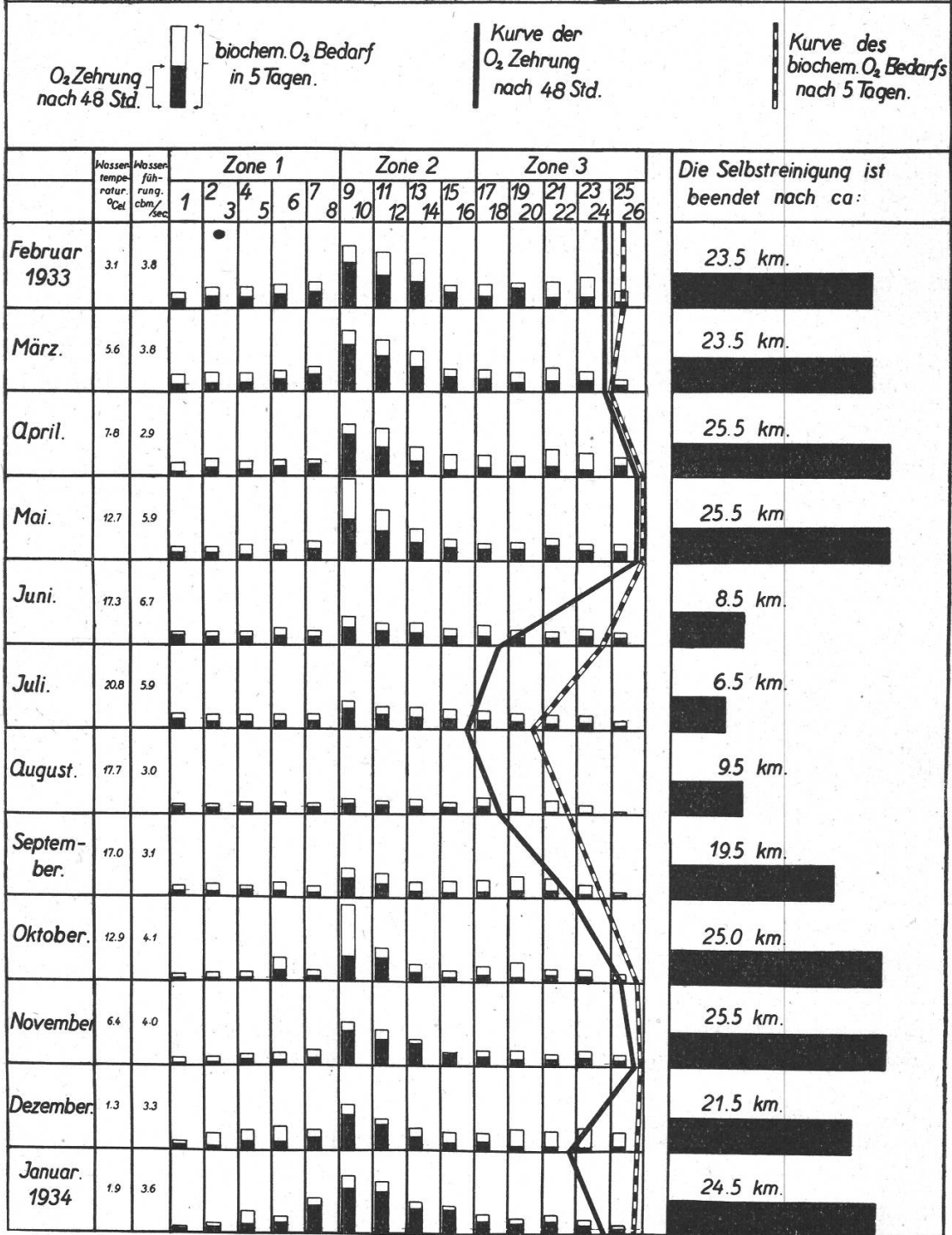


Abbildung 15.

ten Zone ausser durch Aufnahme an der Oberfläche und durch Pflanzen kein weiterer Sauerstoff z. B. durch Flußschwellen usw. künstlich in das Wasser eingeschlagen wird. Zur Ermittlung der Selbstreinigungskraft ist daher diese Strecke der Glatt als ideal anzusprechen.

Die beiden nächsten Tabellen 30 und 31 zeigen die absoluten Werte in mg/l, die sich in den einzelnen Monaten an den verschiedenen Probenahmestellen für die Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und den biochemischen Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen ergeben haben. In der graphischen Darstellung Abb. 15 sind die Zahlen für die Sauerstoffzehrungen besonders übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 30.

Absolute Sauerstoffzehrung in 48 Stunden, in mg/l, im Wasser der Glatt.
Monatsmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Probenahmestelle	Februar 1933	März 1933	April 1933	Mai 1933	Juni 1933	Juli 1933	August 1933	September 1933	Oktober 1933	November 1933	Dezember 1933	Januar 1934
1 l.	1,41	1,18	0,70	1,25	1,33	1,56	1,17	0,46	0,52	0,41	0,81	0,74
1 r.	1,41	1,18	0,70	1,25	1,33	1,56	1,17	0,46	0,52	0,41	0,81	0,74
2 l.	1,28	1,36	1,39	1,30	1,16	1,27	1,10	0,80	0,55	0,35	0,88	1,10
3 r.	2,35	1,65	1,29	1,16	1,34	1,14	0,82	0,74	0,41	0,78	0,41	1,06
4 l.	1,56	1,49	0,92	0,91	1,15	1,31	1,20	1,01	0,45	1,30	1,14	2,16
5 r.	1,88	1,47	1,24	1,14	1,29	1,04	0,90	1,18	0,61	0,61	1,81	0,95
6 l.	2,19	2,01	1,66	1,70	1,51	1,36	1,21	0,96	1,74	0,89	1,42	1,70
6 r.	2,19	2,01	1,66	1,70	1,51	1,36	1,21	0,96	1,74	0,89	1,42	1,70
7 l.	2,48	2,81	1,96	1,98	1,37	1,39	1,34	0,78	0,92	1,33	1,65	4,60
8 r.	2,59	2,71	1,97	1,72	1,27	1,35	1,00	0,84	0,81	1,12	2,51	4,49
9 l.	8,94	9,38	9,70	7,01	3,66	3,51	1,63	4,07	5,19	6,22	5,72	8,91
10 r.	5,16	5,52	3,39	6,07	2,01	3,05	1,57	2,16	2,86	4,84	5,44	5,87
11 l.	5,23	6,21	5,02	4,94	2,15	2,68	1,51	2,19	4,25	4,41	4,60	7,35
12 r.	4,88	5,21	4,56	4,11	2,14	2,30	1,30	2,22	3,54	3,84	3,51	6,28
13 l.	4,24	4,12	2,30	3,05	1,99	1,96	1,20	1,35	1,79	3,21	2,35	4,02
14 r.	4,02	4,01	2,69	2,61	2,02	2,09	1,24	0,93	1,43	2,88	1,93	3,86
15 l.	2,78	2,85	1,11	2,27	1,32	1,78	1,29	0,64	0,86	2,23	1,60	4,96
16 r.	2,34	1,97	1,08	2,11	1,24	1,82	0,97	0,98	0,64	1,40	0,88	2,85
17 l.	2,14	2,12	1,36	1,90	1,47	1,56	1,32	1,04	0,73	1,55	1,82	2,54
18 r.	1,66	1,88	1,38	1,71	1,44	1,55	1,10	0,99	1,41	1,55	1,21	1,72
19 l.	1,77	1,42	1,54	1,67	1,29	1,40	0,40	1,14	0,76	0,97	0,40	1,96
20 r.	1,44	1,62	1,69	1,94	1,23	1,31	0,21	1,34	0,76	1,37	1,20	1,44
21 l.	0,99	1,86	1,73	2,16	1,31	1,06	0,41	1,27	1,03	1,37	0,74	2,31
22 r.	1,99	1,71	1,41	2,73	1,07	1,21	0,11	1,40	1,25	1,08	0,84	1,70
23 l.	1,50	1,56	1,12	1,51	1,59	1,27	0,02	0,74	0,95	1,68	0,11	1,20
24 r.	1,50	1,87	1,05	1,73	1,39	1,31	0,48	0,66	0,83	1,27	1,35	1,86
25 l.	0,96	0,62	2,04	1,49	0,97	0,39	0,00	0,39	0,45	1,14	0,75	0,71
26 r.	1,13	1,60	1,46	1,41	1,50	0,99	0,00	1,08	0,78	0,95	0,98	0,90

Tabelle 31.

Absoluter biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen, in mg/l, im Wasser der Glatt.
 Monatsmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Probenahmestelle	Februar 1933	März 1933	April 1933	Mai 1933	Juni 1933	Juli 1933	August 1933	September 1933	Oktober 1933	November 1933	Dezember 1933	Januar 1934
1 l.	2,59	2,68	2,13	2,09	2,21	2,42	1,37	1,60	1,15	1,37	1,40	0,84
r.	2,59	2,68	2,13	2,09	2,21	2,42	1,37	1,60	1,15	1,37	1,40	0,84
2 l.	3,19	3,07	2,25	2,08	2,02	2,28	1,65	1,91	1,45	1,10	2,94	1,59
3 r.	3,87	3,26	3,17	2,07	2,43	2,29	1,67	2,17	1,39	1,73	2,76	1,60
4 l.	3,18	2,72	2,71	2,99	2,02	2,31	2,11	1,75	1,35	1,34	3,19	4,28
5 r.	3,61	3,19	1,95	1,91	2,23	2,09	1,76	2,14	1,43	2,43	3,42	3,20
6 l.	3,78	3,38	2,61	2,45	2,84	2,33	1,93	2,44	3,76	2,02	3,86	2,84
r.	3,78	3,38	2,61	2,45	2,84	2,33	1,93	2,44	3,76	2,02	3,86	2,84
7 l.	3,32	4,33	3,94	3,18	2,53	2,50	2,03	1,89	1,85	2,61	2,78	5,86
8 r.	4,84	3,51	3,44	3,02	2,04	2,22	1,46	1,96	1,83	2,41	3,54	5,67
9 l.	11,27	11,09	10,44	14,67	5,82	4,24	2,65	5,48	9,83	7,66	7,59	11,22
10 r.	8,23	8,13	5,69	11,55	3,37	4,69	2,03	3,98	14,59	6,11	7,18	7,41
11 l.	9,29	8,87	7,99	8,71	3,60	3,74	2,05	4,02	5,68	5,71	6,06	8,82
12 r.	8,42	7,38	6,93	7,31	3,63	3,53	2,06	3,89	5,28	5,76	4,12	8,08
13 l.	7,87	6,57	4,55	5,41	3,66	3,37	2,51	3,11	2,84	4,86	4,00	5,33
14 r.	7,54	6,33	4,92	4,85	3,56	3,51	2,13	2,34	2,93	3,41	3,19	5,06
15 l.	5,32	3,80	3,11	3,73	2,68	3,22	2,06	2,51	1,77	2,21	3,34	4,86
16 r.	4,47	3,45	3,84	3,26	2,73	3,14	1,51	2,97	1,88	2,12	2,93	4,38
17 l.	4,09	3,58	2,90	3,17	3,45	2,92	2,72	2,78	2,30	2,79	3,06	3,70
18 r.	3,33	3,39	3,69	2,55	3,25	2,94	2,30	2,79	2,78	2,36	2,96	2,87
19 l.	3,85	2,82	3,29	3,26	2,67	2,58	2,79	4,12	3,10	2,61	2,78	2,60
20 r.	3,92	3,34	3,16	2,97	2,47	2,57	2,90	2,75	3,33	2,48	4,36	2,66
21 l.	3,01	3,66	4,69	3,34	2,38	2,25	2,20	3,34	2,12	2,46	3,83	3,16
22 r.	5,19	4,04	4,20	4,09	2,23	2,56	2,13	3,18	2,26	1,34	2,91	3,12
23 l.	4,59	3,18	3,82	2,46	2,94	2,45	1,13	2,07	2,29	2,49	4,02	1,91
24 r.	5,01	3,21	3,72	3,11	2,55	2,44	1,73	2,13	2,06	2,47	3,78	2,96
25 l.	2,16	1,32	2,73	2,77	2,33	1,49	0,45	0,84	1,28	1,82	2,43	1,04
26 r.	2,97	2,44	3,30	2,97	2,11	1,64	0,38	1,04	1,76	1,88	3,76	1,83

Betrachten wir die Aufzeichnungen nach den drei Strecken oder Zonen in der Glatt und auch nach Monaten getrennt, so kann zunächst für die einzelnen Zonen folgendes festgestellt werden :

In der ersten Zohne, die wir auf Grund der Sauerstoffverhältnisse früher schon als gar nicht, oder nur gering verschmutzt angesehen haben, finden wir in fast allen Monaten doch immerhin eine kleine Erhöhung der Sauerstoffzehrung, ein Zeichen, dass abbaufähige Schmutzstoffe vorhanden sein müssen. Insbesondere steigt die Verunreinigung unterhalb der Probenahmestellen 6 und 7/8 immer am stärksten an. Aber auch nach dem Durchfließen der Gemeinde Dübendorf lässt sich, im Vergleich zum Seeausfluss, schon eine Zunahme der Ver-

unreinigung in der Glatt feststellen. Für die Verschmutzungszunahme unterhalb der Entnahmestellen 6 und 7/8 ist das Abwasser aus der Kläranlage von Zwicky und das häusliche Abwasser von Schwamendingen verantwortlich zu machen.

Ganz interessant ist es, zu verfolgen, dass die Glatt in dieser ersten Zone die eingeleiteten Abwasser in den einzelnen Monaten nicht immer in gleichem Umfange aufzuarbeiten vermag. In den Wintermonaten findet man z. B. an den Entnahmestellen 7/8 immer wesentlich höhere Zahlen für die Sauerstoffzehrung und den biochemischen Sauerstoffbedarf als im Sommer. Wenn auch im Sommer die Wasserführung in manchen Monaten höher ist, wodurch die Verdünnung der Schmutzwasser grösser und somit die Sauerstoffzehrung in der Wasserprobe kleiner werden muss, so ist die Zunahme der Wasserführung nicht allein für die günstigeren Verhältnisse verantwortlich zu machen, wie ein Vergleich der Monate August und September 1933 mit den Monaten Februar, März, Dezember 1933 und Januar 1934 zeigt. Während der Probenahmen war die Wasserführung der Glatt in diesen Monaten praktisch immer gleich, und zwar betrug sie im August-September 3,05 m³ in der Sekunde, und in den übrigen genannten Monaten stellte sie sich auf 3,82 m³/Sek. Gegenüber den beiden Sommermonaten war sie also noch höher und dabei war die Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden der Wasserproben in den Wintermonaten beträchtlich höher als im Sommer an den Entnahmestellen 7/8. Wir fanden folgende Zahlen :

Sauerstoffzehrung im Sommer . . .	0,99 mg/l	(Seeausfluss 0,81 mg/l)
»	» Winter . . .	2,98 » (» 1,03 »)

Für den biochemischen Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen ergaben sich am Ende der Zone folgende Werte :

Biochemischer Bedarf im Sommer .	1,84 mg/l	(Seeausfluss 1,48 mg/l)
»	» » Winter .	4,23 » (» 1,88 »)

Beide Untersuchungen zeigen, dass am Ende der ersten Zone die Werte, die eine organische Verschmutzung anzeigen, im Winter um etwa 2 mg/l höher liegen wie im Sommer, trotz gleicher Wasserführung. Die grössere Selbstreinigungskraft der Glatt auf dieser Strecke im Sommer muss daher zum wesentlichen von der Temperatur abhängen. In den zum Vergleich herangezogenen Sommermonaten betrug die Wassertemperatur der Glatt 17,35° C, während wir in den genannten Wintermonaten nur eine Wassertemperatur von 2,97° C hatten.

Zu Beginn der zweiten Zone findet man als Folge der Abwasser-einleitung aus dem Leutschenbach und von Wallisellen zunächst ein ausserordentlich starkes Ansteigen der Sauerstoffzehrungszahlen. Auf der linken Flußseite ist die Belastung entsprechend der grössern Abwassermenge und der höhern Konzentration desselben bedeutend grösser

als rechts. Bis Glattbrugg findet dann allerdings schon ein ziemlicher Ausgleich statt, so dass wir dann links und rechts gleiche Zehrungszahlen vorfanden. Während des Durchfliessens der zweiten Zone werden die leicht abbaufähigen Stoffe in der Glatt verhältnismässig schnell oxydiert und abgebaut, wie man aus den einzelnen Zehrungssäulen der graphischen Darstellung (s. Abb. 15) erkennen kann.

Am Ende dieser Zone, d. h. im Stau von Rümlang, ist die Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und der biochemische Sauerstoffbedarf in 5 Tagen, im Vergleich zum Anfang der Verschmutzungszone, nur noch verhältnismässig gering.

Interessant sind wieder die Zehrungswerte in den Sommer- und Wintermonaten gleich nach der Abwassereinleitung. Wir fanden im Sommer immer eine geringere Sauerstoffzehrung als im Winter, trotz gleicher Wasserführung der Glatt. Das beweist, dass die Selbstreinigungskraft der Glatt im Sommer wesentlich grösser ist als im Winter. Schon gleich nach dem Zufluss der Abwässer wird ein grosser Teil der leicht abbaufähigen Stoffe aufgearbeitet, wie aus der graphischen Darstellung 15 sehr gut ersichtlich ist. Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass die einfliessende Abwassermenge im Sommer und Winter praktisch die gleiche war.

In der dritten Zone stellten wir im allgemeinen eine weitere Abnahme der Sauerstoffzehrungen, soweit sie durch die beiden ausgeführten Untersuchungen gekennzeichnet wird, fest. Allerdings stiegen sie an einzelnen Entnahmestellen bisweilen auch wieder an. Für die erneute, aber verhältnismässig geringe Belastung der Glatt mit Abwasser sind die Einläufe aus den Gemeinden Oberglatt, Niederglatt, Nöschikon, Höri, Hochfelden und vor allen Dingen der Abwassereinlauf der Gemeinde Bülach verantwortlich zu machen. Auch der Abwassereinlauf in Glattfelden macht sich ungünstig bemerkbar. Es muss allerdings gesagt werden, dass die Belastung durch diese Abwasser bisher in keinem Fall so gross ist, wie etwa unterhalb des Leutschenbaches. Aber an manchen Tagen fanden wir doch, immer in der Mitte dieser Zone, ein Wasser vor, das schlechter war als am Ende der zweiten Zone, d. h. am Stau in Rümlang. Aus der Tabelle 30 und der graphischen Darstellung (siehe Abb. 15) sind die diesbezüglichen Zahlen in den einzelnen Monaten zu ersehen.

Die ermittelten Werte für die Sauerstoffzehrung erbringen den eindeutigen Beweis, dass die eingeleitete und zum Teil schon weit fortgeschrittene und sogar beendete Selbstreinigung der Glatt nach der Einleitung der Abwasser aus dem Leutschenbach und aus Wallisellen durch später noch hinzukommende Abwasser aus den obengenannten Gemeinden zum Teil gehemmt wird. Die Glatt muss demnach, zum Teil hintereinander, zum Teil nebeneinander, zwei Schmutzwasserwellen aufarbeiten, eine grössere und eine kleinere.

Einleitend haben wir schon darauf hingewiesen, dass die Selbstreinigung der Glatt dort als beendet angesehen werden kann, wo nach erfolgter Abwassereinleitung wieder derselbe Reinheitsgrad angetroffen wird, den sie beim Ausfluss aus dem Greifensee hatte. In der graphischen Darstellung sind die Sauerstoffzehrungszahlen getrennt nach Monaten und Probenahmestellen aufgetragen. Wir erkennen aus diesen Zahlen, dass der Ursprungszustand im Glattwasser in den einzelnen Monaten nicht immer an den gleichen Probenahmestellen wieder erreicht wurde. Im Winter ist die Selbstreinigung, gemessen an den Sauerstoffzehrungen erst oberhalb oder sogar unterhalb Glattfelden, d. h. kurz vor der Einmündung in den Rhein, beendet. Im Juni verschiebt sich dann das Ende der Selbstreinigung weiter flussaufwärts. Im Juli war sogar schon am Ende des Staus in Rümlang derselbe Reinheitsgrad wie beim Seeausfluss zu beobachten. Im allgemeinen kann man wohl sagen, dass im Sommer die Selbstreinigung der Glatt etwa bei Oberglatt beendet ist. In der graphischen Darstellung (s. Abb. 15) sind die Endpunkte der Selbstreinigung gemäss der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden in den einzelnen Monaten durch eine Kurve miteinander verbunden. Man erhält so ein gutes Bild darüber, welchen Schwankungen die Selbstreinigungskraft der Glatt im Sommer und Winter unterworfen ist. Noch viel eindeutiger wird die im Sommer und Winter verschiedene Selbstreinigungskraft vor Augen geführt, wenn man die Weglängen bzw. Fließstrecken vergleicht, welche die Glatt benötigt, um die mit dem Leutschenbach und dem Abwassergraben von Wallisellen eingeleiteten Schmutzstoffe zu verarbeiten. In der Tabelle 32 sind die zur Selbstreinigung benötigten Weglängen in Kilometern gleichzeitig mit den Angaben über Wasserführung und Wassertemperatur zusammengestellt.

Tabelle 32.

Fließstrecken der Glatt bis zur Beendigung der Selbstreinigung.

Monat	Wasser- temperatur °C	Wasser- führung m ³ /sek.	Die Selbst- reinigung ist beendet nach km
Februar 1933 . .	3,1	3,8	23,5
März » . .	5,6	3,8	23,5
April » . .	7,8	2,9	25,5
Mai » . .	12,7	5,9	25,5
Juni » . .	17,3	6,7	8,5
Juli » . .	20,8	5,9	6,5
August » . .	17,7	3,0	9,5
September » . .	17,0	3,1	19,5
Oktober » . .	12,9	4,1	25,0
November » . .	6,4	4,0	25,5
Dezember » . .	1,3	3,3	21,5
Januar 1934 . .	1,9	3,6	24,5

Die günstigsten Monate für die Selbstreinigung waren Juni, Juli und August. Dabei ist es ganz interessant, dass vom Mai bis zum Juni, bei einer Zunahme der Wassertemperatur von 5° C und bei einer leichten Zunahme der Wasserführung, die Strecke der Selbstreinigung auf etwa $\frac{1}{3}$ abgekürzt wurde. Im Juli war noch eine weitere Verkürzung der Reinigungsstrecke auf $\frac{1}{4}$ der im ungünstigsten Wintermonat benötigten Strecke zu beobachten, allerdings bei weiter erhöhter Temperatur, aber trotz abnehmender Verdünnung durch Reinwasser. Die Selbstreinigungskraft der Glatt ist demnach in den Sommermonaten etwa 3—4mal so gross als im Winter. Vom Oktober bis Mai, d. h. über den Herbst, Winter und Frühjahr, finden wir praktisch immer die gleichen Zahlen bezüglich der erforderlichen Fliesszeit, um die Selbstreinigung zu vollenden bzw. um alle Schmutzstoffe aufzuarbeiten. In der graphischen Darstellung (s. Abb. 15) sind diese interessanten Verhältnisse im Zusammenhang mit der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und dem biochemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen noch einmal aufgetragen worden. Deren Ergebnisse decken sich im allgemeinen mit den Sauerstoffuntersuchungen im Glattwasser, bei denen wir fanden, dass in den Wintermonaten nur sehr wenig von dem zur Verfügung stehenden Sauerstoff zur biologischen Selbstreinigung beansprucht wurde, wogegen in den Sommermonaten die Beanspruchung ziemlich hoch war, eben entsprechend der weitgehenden und fortschreitenden Selbstreinigung (s. Tabelle 31).

Die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 Tagen gibt als Ergänzung zur Bestimmung der Sauerstoffzehrung Aufschluss darüber, wieviel schwer abbaufähige Stoffe neben den leicht zersetzlichen Schmutzstoffen in einem Vorfluter vorhanden sind. Die Tabelle 31 zeigt zunächst die absoluten Werte des biochemischen Sauerstoffbedarfes nach Monaten und nach den einzelnen Probenahmestellen getrennt, während in der graphischen Darstellung (s. Abb. 15) das Verhältnis zur Sauerstoffzehrung dargestellt wird. Ganz allgemein ist zu sagen, dass der biochemische Sauerstoffbedarf höher liegt als die Sauerstoffzehrung des gleichen Wassers. Im übrigen aber erkennt man fast gesetzmässige Beziehungen zwischen den beiden Zahlengruppen, auf die wir später noch zurückkommen. In den Wintermonaten erreicht der biochemische Sauerstoffbedarf erst kurz vor der Einmündung in den Rhein wieder die Werte, die beim Ausfluss aus dem Greifensee vorhanden gewesen sind. Im Sommer ist dann aber, ganz analog der Sauerstoffzehrung, das Ende der Selbstreinigung, am biochemischen Sauerstoffbedarf gemessen, bedeutend weiter flussaufwärts verschoben. Auch beim biochemischen Sauerstoffbedarf haben wie die jeweiligen Punkte der beendeten Selbstreinigung, d. h. die Stellen, die einen gleichen biochemischen Sauerstoffbedarf aufwiesen wie der Seeausfluss, durch eine Linie miteinander verbunden, die auf der graphischen Darstellung zu erkennen sind. Aus

dieser Untersuchung ergibt sich wieder ganz eindeutig die grosse Verschiedenheit der Selbstreinigungskraft der Glatt im Sommer und im Winter. Besondere Einzelheiten aus dieser Untersuchung sind aus den verschiedenen Tabellen zu ersehen.

Tabelle 33.

Sauerstoffzehrung in 48 Stunden.

Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite mg/l	Rechte Seite mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	0,99	0,99
2/3	Austria	1,03	1,14
4/5	Neugut	1,16	1,14
6	Zwicky, unterhalb	1,53	1,53
7/8	Leutschenbach, oberhalb	1,77	1,71
9/10	Leutschenbach, unterhalb	6,06	3,19
11/12	Oberhauser Brücke	4,10	3,59
13/14	Glattbrugg, unterhalb	2,63	2,44
15/16	Rümlang	1,78	1,57
17/18	Oberglatt	1,61	1,49
19/20	Niederglatt	1,31	1,38
21/22	Hochfelden	1,43	1,47
23/24	Glattfelden, oberhalb	1,24	1,32
25/26	Glattfelden, unterhalb	0,89	1,10

Tabelle 34.

Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen.

Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite mg/l	Rechte Seite mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	1,93	1,93
2/3	Austria	2,09	2,34
4/5	Neugut	2,36	2,35
6	Zwicky, unterhalb	2,84	2,84
7/8	Leutschenbach, oberhalb	3,04	2,85
9/10	Leutschenbach, unterhalb	8,81	7,31
11/12	Oberhauser Brücke	6,18	5,58
13/14	Glattbrugg, unterhalb	4,55	4,16
15/16	Rümlang	3,21	3,09
17/18	Oberglatt	3,13	3,04
19/20	Niederglatt	2,97	2,83
21/22	Hochfelden	2,96	3,13
23/24	Glattfelden, oberhalb	2,77	2,86
25/26	Glattfelden, unterhalb	1,79	2,14

Zum Abschluss dieses Kapitels sei noch auf die Tabelle 33 und auf die graphische Darstellung (s. Abb. 16) verwiesen, in denen sowohl die Sauerstoffzehrung wie auch der biochemische Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen aus den Jahresmittelwerten für die einzelnen Probenahme-

stellen nach linkem und rechtem Ufer und ferner zur Ergänzung noch einmal der Sauerstoffgehalt in absoluten Zahlen angegeben sind. Da in dieser Darstellung die Längen maßstäblich eingetragen sind, kann man sofort den Zustand der Glatt an jeder beliebigen Stelle ablesen bzw. erkennen, welche Veränderung nach einer bestimmten Fließstrecke eingetreten ist. Es ist interessant, an Hand dieser Darstellung die zu- und abnehmenden Verschmutzungen in der Glatt zu verfolgen.

Vom Seeausfluss gerechnet, bemerkt man zunächst bei beiden Untersuchungen eine geringe Erhöhung der Verschmutzung, die dann nach der Einmündung des Leutschenbachs und des Brühlbaches plötzlich beträchtlich ansteigt, wobei die linke Flußseite wesentlich ungünstigere Zahlen aufweist als die rechte. Anschliessend macht sich dann bis zum Ende des Staues in Rümlang ein schnelles Abfallen der Sauerstoffzehrungswerte bemerkbar, und bis zur Einmündung in den Rhein klingt die Verschmutzung praktisch bis auf den Anfangswert beim Ausfluss aus dem See ab. Die Zahlenwerte zeigen im Jahresmittel sowohl für die Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden wie für den biochemischen Sauerstoffbedarf auf der rechten Seite bei Hochfelden noch einmal eine Erhöhung, die auf das von Bülach einfließende Abwasser zurückzuführen ist.

Schon bei der Besprechung des Sauerstoffgehaltes hatten wir darauf hingewiesen, dass bei stärkeren Regenfällen innerhalb des Einzugsgebiets der Glatt gegenüber den Jahresmittelwerten recht beträchtliche Verschiebungen eintreten können. Das gleiche gilt, da mit den Regenwässern beträchtliche Schmutzstoffmengen angeschwemmt werden, auch für die Sauerstoffzehrung und für den biochemischen Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen. Wie schon mehrfach angeführt, hatten wir am 13. Oktober 1933 im Einzugsgebiet von Wallisellen starken Regen, wodurch die Glatt unterhalb der Einmündung des Abwassergrabens von Wallisellen, des sogenannten Brühlbaches, stark belastet war. In der nachfolgenden Tabelle 35 sind die verschiedenen Werte und zum Vergleich auch die Jahresmittelwerte für die einzelnen Probenahmestellen aufgeführt.

Diese Zahlen zeigen gut, dass einfließende grössere Mengen Abwasser örtlich eine ausserordentlich hohe Verschmutzung des Glattwassers zur Folge haben können. Auf die Besprechung der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden, die wir hier nur der Vollständigkeit halber angeben, möchten wir verzichten, und zwar deswegen, weil aus Versehen unterlassen wurde, bei der Probenahmestelle Nr. 10 die für die Bestimmung der absoluten Zehrungszahl notwendige Verdünnung vorzunehmen. Aus der Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes ergibt sich, dass die Werte vor dem Einfließen der Abwässer (z. B. bei Probenahmestellen 7/8) sogar niedriger als die Jahresmittelwerte liegen. Am 13. Oktober bedeutet aber auch schon das mit dem Leut-

Belastung der Glatt durch eingeleitete Abwässer auf der Strecke: Greifensee - Einmündung in den Rhein.

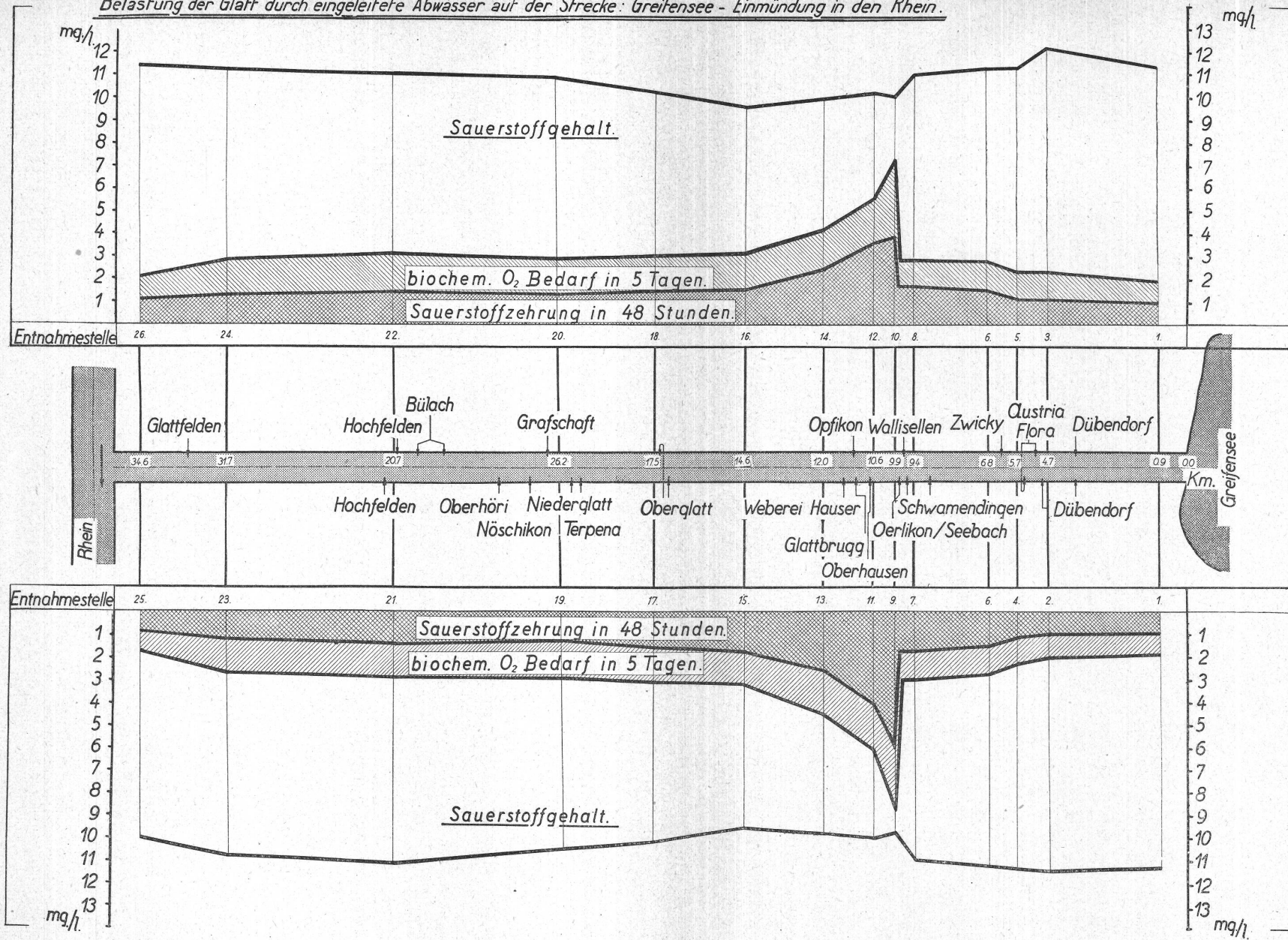


Abbildung 16.

Tabelle 35.

Sauerstoffzehrung und biochemischer Sauerstoffbedarf im Wasser der Glatt in mg/l.

Probenahme- stelle	Jahresmittelwerte für die Sauerstoffzehrung in 48 Stunden 1933—34		Jahresmittelwerte für den biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen 1933—34		Sauerstoffzehrung in 48 Stunden am 13. X. 33		Biochem. Sauerstoff- bedarf in 5 Tagen am 13. X. 33	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
1	0,99	0,99	1,93	1,93	0,47	0,47	1,07	1,07
2/3	1,03	1,14	2,09	2,34	0,40	0,12	1,30	1,31
4/5	1,16	1,14	2,36	2,35	0,32	0,52	0,91	1,52
6	1,53	1,53	2,84	2,84	1,61	1,61	2,92	2,92
7/8	1,77	1,71	3,04	2,85	1,23	0,86	2,06	1,86
9/10	6,06	3,19	8,81	7,31	5,76	mehr als 3,80	17,20	44,35
11/12	4,10	3,59	6,18	5,58	6,73	5,91	6,93	7,15
13/14	2,63	2,44	4,55	4,16	3,60	3,16	4,96	5,35

schenbach einflussende Abwasser eine wesentlich höhere Belastung als im Jahresmittel. Die Zahlen lauten hier :

17,20 mg/l biochemischen Sauerstoffbedarf am 13. Oktober 1933 statt 8,81 mg/l im Jahresmittel, also eine Erhöhung um etwa 100 %. Auf der rechten Seite, unterhalb der Einmündung des Brühlbaches, war am 13. Oktober 1933 eine ganz ausserordentliche Erhöhung des biochemischen Sauerstoffbedarfes festzustellen. Wir fanden hier 44,35 mg/l, also die 6—7fache Menge des Jahresmittels von 7,31 mg/l. Diese in absoluten Werten so starke Verschmutzung hatte sich auch schon bei der Ermittlung des Sauerstoffgehaltes an dieser Stelle am 13. Oktober 1933 bemerkbar gemacht. Wir verweisen hier auf die diesbezüglichen Ausführungen und Zahlenwerte. Bei der Besprechung der Sauerstoffverhältnisse erschien es auffallend, dass schon an den nächsten Probenahmestellen (11/12), etwa 0,7 km weiter unterhalb, ziemlich normale Sauerstoffverhältnisse vorhanden waren. Das gleiche gilt auch für den biochemischen Sauerstoffbedarf. An der nächsten Probenahmestelle, Oberhauser Brücke (11/12) fanden wir nämlich am 13. Oktober 1933 Werte, die gar nicht so sehr vom Jahresmittel für biochemischen Sauerstoffbedarf abweichen. Aus dieser Tatsache glauben wir den Schluss ziehen zu können, dass der besonders hohe biochemische Sauerstoffbedarf am 13. Oktober 1933 allein durch die vom Regen eingeschwemmten Schlammstoffe bedingt war, und dass die Menge der eigentlichen, gelösten organischen Abwasserstoffe nur gering war. Das Filterbild vom 13. Oktober 1933 (s. Tabelle 19) zeigt deutlich in den Filtrationszeiten, dass die Schlammstoffe sich zwischen den beiden Entnahmestellen, die hier in Frage kommen, abgesetzt hatten. Aus diesen Feststellungen ergibt sich weiterhin die Erkenntnis, dass die Wirkung plötzlicher starker Regengüsse im Einzugsgebiet der Glatt, die starke Schlammas-

sen mit sich bringen, augenblicklich wohl in der Glatt selbst auf die Einmündungsstelle und eine nur kurze Strecke unterhalb beschränkt bleibt. Alle Schlammstoffe setzen sich bei der im oberen Teil der Glatt vorhandenen Fliessgeschwindigkeit schnell zu Boden. Sie werden nicht auf eine längere Strecke abgetrieben, zerrieben und teilweise gelöst und können deswegen auch keine erhöhte Belastung der Glatt hervorrufen. Eine Veränderung kann allerdings dann eintreten, wenn innerhalb der hier in Frage kommenden Gemeinden Kanalisationsstränge mit nur geringem Gefälle verlegt werden, in denen sich regelmässig zersetzungsfähige Abwasserschlammstoffe ablagern, die bei Hochwasser fortgeschwemmt werden und in die Glatt einfließen. In solchen Fällen muss dann mit einer stärkeren Belastung der Glatt auch auf einer längeren Strecke unterhalb der Abwassereinmündung gerechnet werden, da das Hochwasser neben viel kolloidalen und gelösten Schmutzstoffen auch unter Umständen Schwefelwasserstoff enthalten kann.

10. Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfs in 20 Tagen.

Bei der Untersuchung der tatsächlichen Verschmutzung in der Glatt erscheint es uns von einigem Interesse, zu erfahren, wie sich an einzelnen Probenahmestellen die Verhältnisse gestalten würden, wenn zum Abbau bzw. zur Aufarbeitung der vorhandenen Schmutzstoffe lediglich der im Glattwasser gelöste Sauerstoff zur Verfügung stände, d. h. wenn weder aus der Luft an der Oberfläche, noch durch Assimilationstätigkeit von Pflanzen weitere Sauerstoffmengen in das Wasser in Lösung gebracht würden. Es ist anzunehmen, dass diese allerungünstigsten Verhältnisse in der Praxis nicht vorkommen werden, da ein Vorfluter immer oberflächlich, aber auch durch die Lebenstätigkeit von grünen Pflanzen zusätzlichen Sauerstoff aufnehmen kann. Aber die im folgenden zu besprechenden Untersuchungsergebnisse bringen doch einen Hinweis in der Richtung, welcher Zustand sich im Glattwasser herausbilden könnte, wenn die Glatt an dieser oder jener Entnahmestelle in einem mehr oder weniger hohen Stau gehalten würde, in dem höchstens noch eine oberflächliche Sauerstoffaufnahme stattfinden und infolge zu starker Verschlammung oder aus sonstigen Gründen praktisch keine Grünpflanzen mehr auftreten würden.

Um das für diese Fragestellung notwendige Zahlenmaterial zu bekommen, wurde an einzelnen besonders charakteristischen Stellen der Glatt im Januar 1934 die Bestimmung des 20tägigen biochemischen Sauerstoffbedarfs vorgenommen. Aus der Untersuchung vieler Wasserproben ist bekannt, dass innerhalb 20 Tagen die Mineralisierung der Abwasserschmutzstoffe praktisch beendet ist, falls ausreichend Sauerstoff vorhanden ist. In dieser Zeit werden alle abbaufähigen Stoffe zu sauer-

stoffsatten, nicht mehr zehrungsfähigen Substanzen umgewandelt. Bringt man in das System aber keinen Sauerstoff ein, dann kann sich, je nach der Höhe der Verschmutzung, nach Ablauf einer gewissen Zeit ein Zustand im Wasser herausbilden, bei dem in der Wasserprobe kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Falls der vorhanden gewesene Sauerstoff gerade zum Abbau ausgereicht hat, so bildet sich « schales » Wasser. Wenn aber kein Sauerstoff mehr, im Wasser dagegen noch abbaufähige Stoffe vorhanden sind, die sich nicht mehr *aerob*, sondern *anaerob* zersetzen, so entsteht ein fauliges Vorflutwasser, das für die Mehrzahl der Lebewesen giftig wirkt.

Als besonders charakteristische Probenahmestellen betrachten wir folgende :

Probenahmestelle Nr.	
1 Ausfluss aus dem Greifensee	} Zone 1
6 Zwicky, unterhalb	
11/12 Oberhauser Brücke	} Zone 2
15/16 Rümlang bei der « Carba »	
19/20 Strassenbrücke Niederglatt-Grafschaft	} Zone 3
25/26 Glattfelden, unterhalb	

An den einzelnen Probenahmestellen wurden jeweils 20 Wasserproben abgefüllt, bei 21° C aufbewahrt und dann von Tag zu Tag die Abnahme des Sauerstoffgehaltes festgestellt. In der nachfolgenden Tabelle 36 sind die einzelnen Zahlen übersichtlich zusammengestellt. Sie geben an, wieviel Prozent von dem ursprünglich vorhandenen Sauerstoff innerhalb der einzelnen Tage aufgebraucht wurde.

In der graphischen Darstellung (s. Abb. 17) sind die absoluten Sauerstoffwerte der einzelnen Probenahmestellen und Tage aufgetragen. Man erkennt an den einzelnen Probenahmestellen deutlich folgendes :

Beim Ausfluss aus dem Greifensee ist die Menge der sauerstoffzehrenden Stoffe nur gering. In 20 Tagen ging der Sauerstoffgehalt von 12,14 mg auf 8,75 mg, d. h. um 27,9 % zurück. An der Entnahmestelle Zwicky unterhalb stieg die Menge der sauerstoffzehrenden Stoffe im Glattwasser merklich : im Verlauf von 20 Tagen wurde eine Sauerstoffabnahme von 13,71 mg auf 8,54 mg, d. h. um 37,7 % beobachtet. Diese Zahlen halten sich aber noch in erträglichen Grenzen.

Wesentlich anders ist der Zustand des Glattwassers an der Entnahmestelle unterhalb des Leutschenbachs bei der Oberhauser Brücke. Die im Wasser vorhandene Menge an gelöstem Sauerstoff wird schon innerhalb 14 Tagen vollständig aufgebraucht. An dieser Stelle zeigt sich, wie übrigens schon früher dargetan wurde, in der Glatt ein sehr unstabiler Zustand. Würde man beispielsweise die Glatt an dieser Stelle aufstauen, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass sich hinsichtlich der Sauerstoffbilanz äusserst ungünstige und gefährliche Zustände herausbilden würden.

Tabelle 36.

Prozentuale Sauerstoffabnahme in 20 Tagen, bezogen auf den jeweiligen Anfangs-sauerstoffwert.

	Probenahmestellen					
	1	6	11/12	15/16	19/20	25/26
	Ausfluss aus dem Greifensee	Zwicky unterhalb	Oberhauser Brücke	Rümlang bei der Carba	Niederglatt-Grafschaft	Glattfelden unterhalb
Sauerstoffgehalt . . .	12,31 mg/l	13,71 mg/l	12,68 mg/l	11,92 mg/l	12,76 mg/l	12,35 mg/l
Prozentuale Abnahme nach dem						
1. Tage	5,9 %	10,9 %	39,4 %	19,0 %	8,4 %	3,7 %
2. »	6,3 %	11,3 %	41,6 %	20,5 %	11,0 %	3,8 %
3. »	8,4 %	—	56,5 %	21,2 %	14,6 %	8,7 %
4. »	8,7 %	16,9 %	60,4 %	25,2 %	17,3 %	—
5. »	—	16,9 %	66,9 %	33,0 %	17,6 %	11,9 %
6. »	—	—	—	—	—	—
7. »	10,8 %	—	77,4 %	—	23,2 %	12,7 %
8. »	10,7 %	17,6 %	77,9 %	—	—	18,8 %
9. »	—	—	—	—	—	—
10. »	17,0 %	22,2 %	81,8 %	34,8 %	25,7 %	19,6 %
11. »	—	—	—	—	—	—
12. »	—	26,6 %	83,3 %	43,0 %	37,4 %	20,9 %
13. »	17,6 %	30,4 %	87,3 %	46,7 %	40,5 %	24,2 %
14. »	19,7 %	34,7 %	94,5 %	51,8 %	41,7 %	25,5 %
15. »	22,2 %	—	100,0 %	52,2 %	—	26,6 %
16. »	22,8 %	34,7 %	—	63,7 %	49,6 %	—
17. »	25,3 %	—	—	66,5 %	—	26,7 %
18. »	25,1 %	—	—	—	—	—
19. »	—	35,8 %	—	67,3 %	50,6 %	27,9 %
20. »	27,9 %	37,7 %	—	74,1 %	51,3 %	28,3 %

An den weiter flussabwärts folgenden Probenahmestellen ergeben sich zunehmend bessere Verhältnisse, aber es ist immerhin noch eine reichlich starke Belastung durch oxydierbare Fremdstoffe vorhanden.

Innerhalb von 20 Tagen geht der Sauerstoffgehalt der Glatt bei Rümlang von 11,92 mg/l auf 2,72 mg/l, d. h. um 74,1 % zurück. Nach Ablauf der genannten Zeit zeigen sich somit in diesem Wasser Sauerstoffverhältnisse, die für den Fischbestand nicht als günstig anzusprechen wären.

In Niederglatt hat sich der Zustand des Wassers weiter gebessert. Die Abnahme des Sauerstoffgehaltes innerhalb von 20 Tagen beträgt 6,55 mg/l, d. h. 51,3 % des ursprünglichen Gehaltes. Auch diese Zahl liegt noch weit über derjenigen, die beim Ausfluss aus dem Greifensee konstatiert wurde.

Erst unterhalb Glattfelden ist die Belastung der Glatt derjenigen des Seeausflusses gleichzusetzen. In 20 Tagen nimmt der Sauerstoff-

Verlauf der Kurven des biochemischen Sauerstoffbedarfes
in 20 Tagen an verschiedenen Probenahmestellen in der Glatt.

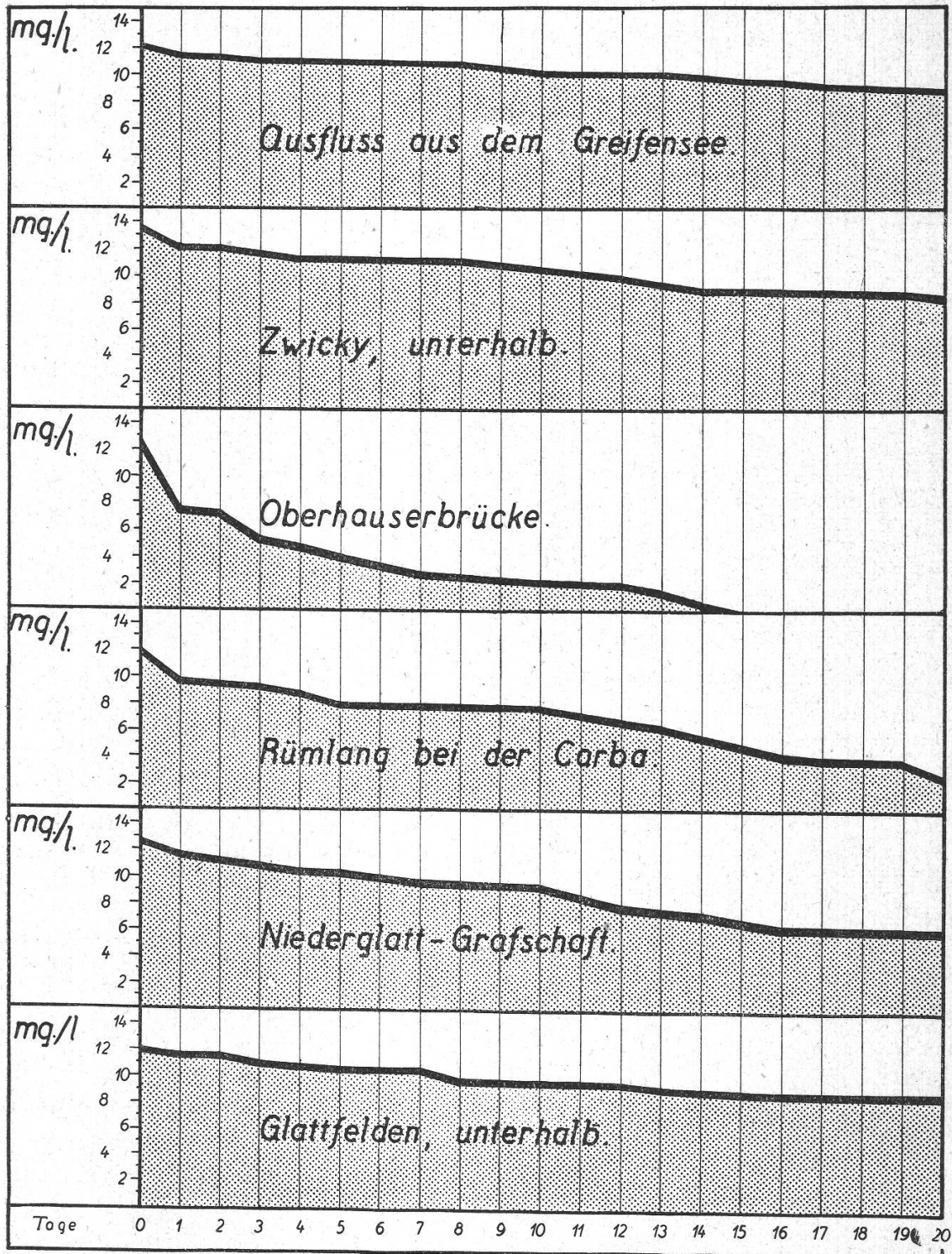


Abbildung 17.

gehalt von 12,35 mg/l auf 8,85 mg/l, d. h. um 28 % ab. Beim Ausfluss aus dem Greifensee ergab sich eine Abnahme von 27,9 %. Praktisch sind somit beide Wasserproben gleichzusetzen.

Auch diese Untersuchung bestätigt, dass im Winter die Selbstreinigung in der Glatt erst kurz vor der Einmündung in den Rhein beendet ist.

11. Bestimmung der Fäulnisfähigkeit und der relativen Haltbarkeit.

Die Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 20 Tagen hatte gezeigt, dass der im Glattwasser unterhalb der Einmündung des Leutschenbaches vorhandene Sauerstoff schon innerhalb von 14 Tagen vollkommen verbraucht war und sich anaerobe Zersetzungen, d. h. Fäulniserscheinungen in der Wasserprobe bemerkbar machten. So interessant es auch gewesen wäre, bei jeder Probenahme in allen Wasserproben den Verlauf der Sauerstoffzehrung bis zum Endpunkt zu verfolgen und kurvenmässig festzulegen, so war das leider aus Mangel an Zeit und an Untersuchungsmaterial (bei jeder Probenahme wären allein 540 Wasserproben für die Sauerstoffbestimmungen zu erheben gewesen) nicht möglich. In der Bestimmung der Fäulnisfähigkeit und der relativen Haltbarkeit hatten wir aber gewissermassen einen Ersatz für die obengenannte Untersuchung. Durch die Bestimmung der Fäulnisfähigkeit bei 37° C war es uns möglich, qualitativ die Reduktionserscheinungen zu beobachten, und durch die Bestimmung der relativen Haltbarkeit gelang es, die Intensität der Fäulniserscheinungen im Glattwasser schnell und einfach auf vergleichender Grundlage zu beurteilen.

Wie schon früher ausgeführt, war der Ausfluss aus dem Greifensee immer fäulnisunfähig und dementsprechend die relative Haltbarkeit 100 %. Dieser Zustand blieb in der Glatt bei allen Probenahmestellen erhalten, mit Ausnahme der beiden Stellen unterhalb der Einmündung des Leutschenbaches und des Brühlbaches. Hier war es besonders die linke Flußseite, die häufiger fäulnisfähiges Wasser mit einer relativen Haltbarkeit von unter 100 % führte. Auf der rechten Seite fanden wir im Laufe des Untersuchungsjahres nur zweimal ein Vorflutwasser, das nicht vollkommen stabil und fäulnisunfähig war, wie die Tabelle 37 zeigt.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass beide Untersuchungen, die Fäulnisfähigkeit und die relative Haltbarkeit, immer vollkommen übereinstimmende Werte ergaben.

Tabelle 37.

*Relative Haltbarkeit des Glattwassers an der Probenahmestelle
Leutschenbach, unterhalb.*

	Linke Seite	Rechte Seite
14. Februar 1933	95 ‰	100 ‰
4. März »	90 ‰	100 ‰
18. April «	92 ‰	100 ‰
1. Mai »	94 ‰	100 ‰
3. Mai »	96 ‰	100 ‰
11. Mai »	68 ‰	68 ‰
13. Oktober »	100 ‰	21 ‰

12. Bestimmung des Kaliumpermanganat-
verbrauchs.

Nachdem die Sauerstoffbilanz und die Verschmutzung der Glatt, gemessen an den Sauerstoffzehrungswerten, sehr eingehend besprochen wurden, ist es nicht erforderlich, die Ergebnisse der Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauches noch im einzelnen zu bewerten. Allgemein kann gesagt werden, dass in den Fällen, in denen eine hohe Sauerstoffzehrung gefunden wurde, der Permanganatverbrauch im Glattwasser ebenfalls hoch war. In der nachfolgenden Tabelle 38 sind die Jahresmittelwerte, getrennt nach Probenahmestellen, zusammengestellt. Man erkennt auch hier wieder den schnellen Anstieg der Werte nach der Abwassereinleitung aus dem Leutschenbach und dem Abwassergraben von Wallisellen.

Tabelle 38.

*Kaliumpermanganatverbrauch im Wasser der Glatt.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.*

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite mg/l	Rechte Seite mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	19,29	19,29
2/3	Austria	21,09	24,58
4/5	Neugut	22,52	24,58
6	Zwicky, unterhalb	23,05	23,05
7/8	Leutschenbach, oberhalb	22,54	34,05
9/10	Leutschenbach, unterhalb	32,78	27,42
11/12	Oberhauser Brücke	28,51	27,63
13/14	Glattbrugg, unterhalb	26,46	25,93
15/16	Rümlang	24,51	23,58
17/18	Oberglatt	22,99	22,80
19/20	Niederglatt	22,68	22,34
21/22	Hochfelden	22,36	22,01
23/24	Glattfelden, oberhalb	21,54	21,18
25/26	Glattfelden, unterhalb	20,94	20,74

In der graphischen Darstellung (s. Abb. 18) sind diese Werte übersichtlich aufgetragen. Man erkennt insbesondere, dass hinsichtlich des

Verbrauchs an Kaliumpermanganat im Jahresmittel in Glattfelden unterhalb die Anfangswerte des Ausflusses aus dem Greifensee nicht wieder ganz erreicht werden. Das braucht aber keineswegs zu bedeuten, dass das Wasser in der Glatt hier schlechter ist als beim Seeausfluss. In der Einleitung wurde schon darauf hingewiesen, dass bei der Bestimmung des Permanganatverbrauches alle durch Sauerstoff oxydierbaren Stoffe erfasst werden. Es ist also leicht möglich, dass an irgendeiner Stelle im Vorfluter Permanganatwerte erhalten werden, die unter Umständen eine starke Verunreinigung vortäuschen, sich in Wirklichkeit aber dadurch ergeben, dass Stoffe aufoxydiert wurden, die im Selbstreinigungsprozess eines Flusses gar keine Belastung bedeuten. Diese Situation scheint in Glattfelden unterhalb vorzuliegen, zumal diejenigen Untersuchungen, welche die biologisch abbaufähigen Stoffe anzeigten, ergeben haben, dass in Glattfelden unterhalb wieder der Reinheitsgrad des Seeausflusses erreicht ist.

13. Bestimmung des gebundenen Chlors.

Der Gehalt an gebundenem Chlor zeigt den Verlauf einer Abwasserwelle im Vorfluter an. Auch in der Glatt liess sich durch die Bestimmung des Chloridgehaltes der einzelnen Proben gut feststellen, wieweit die eingeleiteten Hauptabwassermengen aus dem Leutschenbach sich mit dem übrigen Wasser der Glatt vermischt. Unterhalb des Leutschenbaches ergab sich, wie aus der Tabelle 39 ersichtlich ist, zunächst eine starke Erhöhung des Kochsalzgehaltes im Glattwasser. Diese Erhöhung gleicht sich aber langsam wieder aus. Trotzdem findet man, wie ganz erklärlich ist, in der Glatt vor der Einmündung in den Rhein einen höheren Kochsalzgehalt als beim Ausfluss aus dem Greifensee. Für diese Erhöhung sind allein die einfließenden Abwasser verantwortlich zu machen.

In der graphischen Darstellung (s. Abb. 18) sind diese Jahresmittelwerte übersichtlich aufgetragen. Deutlich ist auch hier wieder der hohe Ausschlag unterhalb des Leutschenbachs, besonders auf der linken Seite, festzustellen.

14. Bestimmung des freien Ammoniaks.

Neben dem Sauerstoffgehalt ist die Stickstoffbilanz in einem Vorfluter von grosser Bedeutung. Besonders die Kenntnis des Gehalts an freiem Ammoniak, das in bestimmter Konzentration direkt als Fischgift wirken kann, ist wichtig. Unstabile, stickstoffhaltige organische Verbindungen und auch Ammoniak und Nitrite werden im Zuge der Selbstreinigung eines Flusses nach dem untenstehenden Zyklus in stabile Verbindungen umgewandelt :

Organische Stickstoffverbindungen : \rightarrow Ammoniak \rightarrow Nitrit \rightarrow Nitrat.

Belastung der Glatt durch eingeleitete Abwässer auf der Strecke: Greifensee - Einmündung in den Rhein.

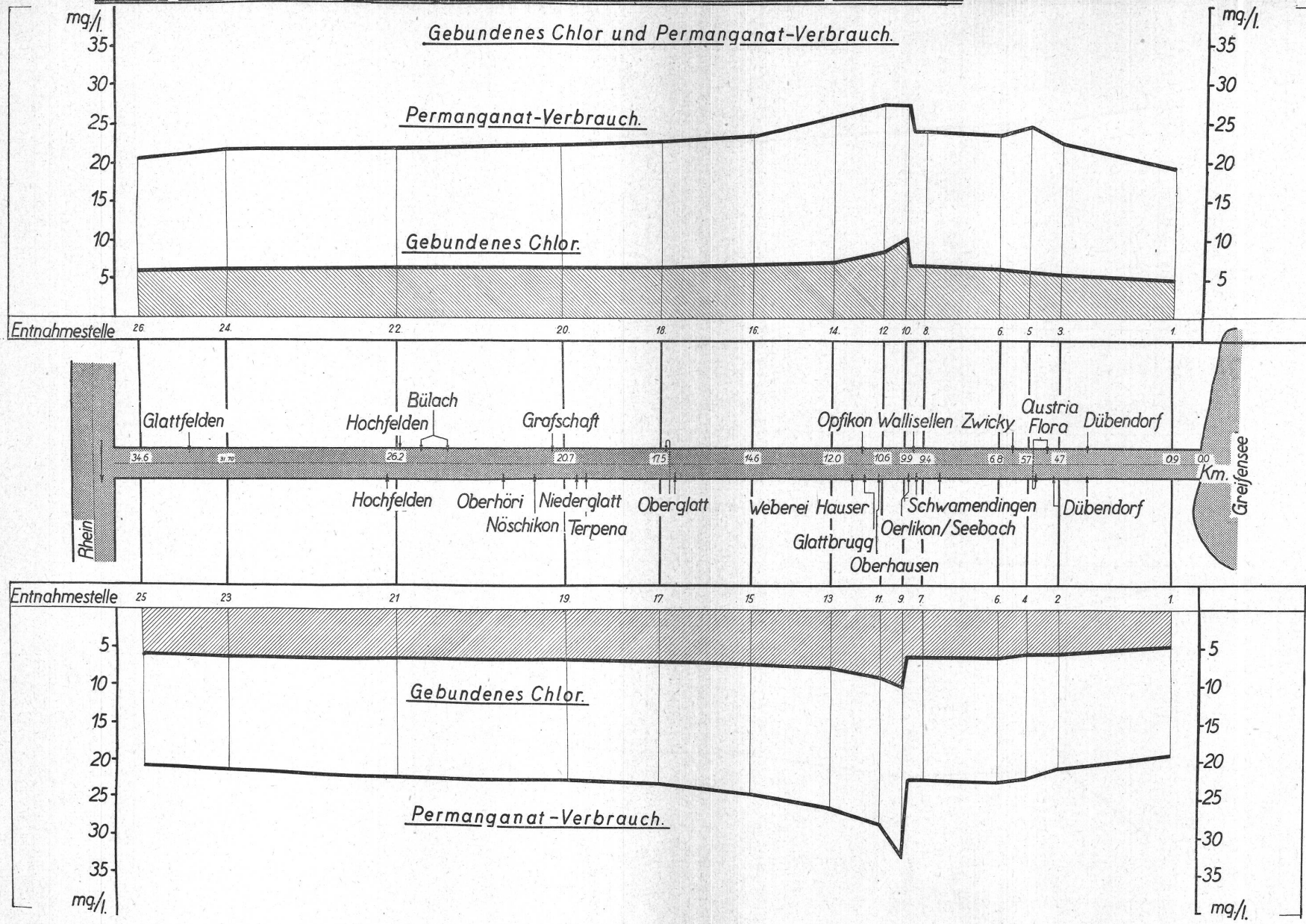


Abbildung 18.

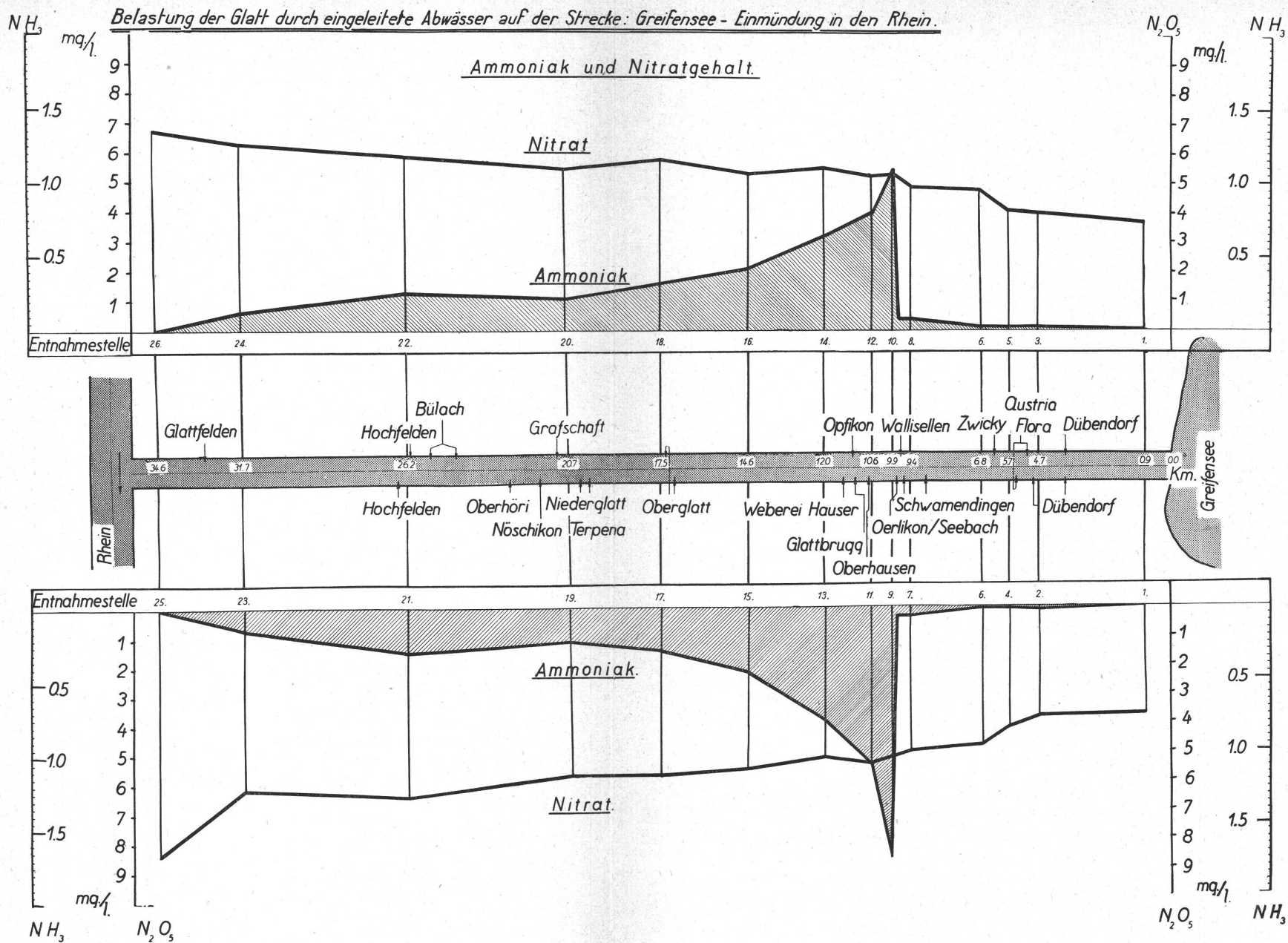


Abbildung 19.

Tabelle 39.

Gebundenes Chlor im Wasser der Glatt.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite mg/l	Rechte Seite mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	5,0	5,0
2/3	Austria	5,9	5,7
4/5	Neugut	5,9	6,1
6	Zwicky, unterhalb	6,5	6,0
7/8	Leutschenbach, oberhalb	6,4	7,0
9/10	Leutschenbach, unterhalb	10,3	10,4
11/12	Oberhauser Brücke	9,0	8,7
13/14	Glattbrugg, unterhalb	7,7	7,4
15/16	Rümlang	7,3	7,1
17/18	Oberglatt	6,9	6,7
19/20	Niederglatt	6,7	6,6
21/22	Hochfelden	6,6	6,6
23/24	Glattfelden, oberhalb	6,4	6,3
25/26	Glattfelden, unterhalb	6,1	6,0

Von diesen Stoffen kommen den Nitriten und besonders den Nitratverbindungen insofern eine erhöhte Bedeutung zu, als der in diesen Verbindungen gebundene und aufgespeicherte Sauerstoff zum Zwecke des Abbaues und der Oxydation organischer Verbindungen biochemisch verwertet wird, d. h. einen Teil des bei der Selbstreinigung benötigten Sauerstoffs liefert. In einem Vorfluter spielt neben dem in gelöster Form vorhandenen auch der chemisch gebundene Sauerstoff eine nicht unbedeutende Rolle.

Freies Ammoniak ist in einem Vorfluter bekanntlich ein sehr feines und empfindliches Reagens zur Erkennung von eingeleitetem Abwasser. Der Seeausfluss war praktisch immer frei von Ammoniak, mit einer einzigen Ausnahme am 26. September 1933, auf die aber schon hingewiesen wurde. An allen übrigen Entnahmestellen liessen sich kleinere oder grössere Mengen freien Ammoniaks nachweisen, wobei die Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb (9/10), wie schon bisher bei allen Untersuchungen, einen besonders deutlichen Ausschlag zeigte. Bis zur Einmündung in den Rhein war das Ammoniak, im Jahresmittel betrachtet, nicht vollkommen abgebaut. Bei der grössten Anzahl der Probeerhebungen liess sich allerdings in Glattfelden unterhalb kein Ammoniak mehr nachweisen. Wenn aber im Jahresmittel trotzdem noch bei gewissen Stellen Ammoniak, siehe Tabelle 40, aufgezeichnet werden muss, so liegt das daran, dass ja auch die Untersuchungen, die bei Regenwetter durchgeführt wurden, in die Jahresmittelwerte einbezogen werden mussten. Einzelheiten über die Höhe des vorhandenen Ammoniaks sind aus der Tabelle 40 und aus Abb. 19 zu ersehen.

Tabelle 40.

Freies Ammoniak im Wasser der Glatt.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Linke Seite mg/l	Rechte Seite mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	nicht nach- weisbar	nicht nach- weisbar
2/3	Austria	0,080	0,016
4/5	Neugut	0,009	0,009
6	Zwicky, unterhalb	0,016	0,016
7/8	Leutschenbach, oberhalb	0,073	0,081
9/10	Leutschenbach, unterhalb	1,727	1,100
11/12	Oberhauser Brücke	1,086	0,824
13/14	Glattbrugg, unterhalb	0,769	0,639
15/16	Rümlang	0,451	0,428
17/18	Oberglatt	0,295	0,326
19/20	Niederglatt	0,233	0,233
21/22	Hochfelden	0,310	0,265
23/24	Glattfelden, oberhalb	0,145	0,134
25/26	Glattfelden, unterhalb	0,014	0,014

15. Bestimmung der Nitrite.

Die biochemische Umwandlung des Ammoniaks in Nitrat erfolgt über die Nitritstufe. Wie aus der Tabelle 41 ersichtlich ist, fanden sich an den einzelnen Probenahmestellen mehr oder weniger, doch immerhin nur verhältnismässig geringe Mengen Nitrit vor.

16. Bestimmung der Nitrate.

Nitrate sind die Endprodukte der Oxydation organischer und anorganischer Stickstoffverbindungen während des Selbstreinigungsprozesses. Steigender Nitratgehalt in einem Fluss, nach der Einleitung von Abwasser, deutet auf fortschreitende Selbstreinigung hin. Die Tabelle 41 und die graphische Darstellung (s. Abb. 19) enthalten die im Jahresmittel gefundenen Nitratzahlen.

Man erkennt deutlich das langsame Ansteigen vom Seeausfluss bis zur Einmündung in den Rhein. Der plötzliche Anstieg bei der Probenahmestelle Glattfelden unterhalb ist nun allerdings nicht darauf zurückzuführen, dass im Vorfluter besonders viel Nitrat produziert wird, sondern lediglich darauf, dass das eindringende Grundwasser einen erhöhten Nitratgehalt hatte.

Die Beziehungen zwischen Ammoniak- und Nitratgehalt auf der Strecke Greifensee bis zur Einmündung in den Rhein sind in der Abb. 19 eingetragen. Man erkennt auch hier wieder, in welchem starkem Umfange sich die Abwasser aus dem Leutschenbach und dem Brühlbach bemerkbar machen. Gegenüber diesen Zuläufen treten alle übrigen Abwasser vollkommen in den Hintergrund.

Tabelle 41.

Nitrit- und Nitratgehalt im Wasser der Glatt.
Jahresmittelwerte an den einzelnen Probenahmestellen.

Nr.	Probenahmestelle	Nitritgehalt		Nitratgehalt	
		Links mg/l	Rechts mg/l	Links mg/l	Rechts mg/l
1	<i>Schwerzenbach</i>	0,001	0,001	3,7	3,7
2/3	<i>Austria</i>	0,012	0,009	3,8	4,0
4/5	<i>Neugut</i>	0,001	0,001	4,2	4,1
6	<i>Zwicky, unterhalb</i>	0,007	0,007	4,8	4,8
7/8	<i>Leutschenbach, oberhalb</i>	0,006	0,001	5,0	4,9
9/10	<i>Leutschenbach, unterhalb</i>	0,039	0,030	5,2	5,3
11/12	<i>Oberhauser Brücke</i>	0,020	0,022	5,4	5,2
13/14	<i>Glattbrugg, unterhalb</i>	0,019	0,013	5,2	5,5
15/16	<i>Rümlang</i>	0,033	0,039	5,6	5,3
17/18	<i>Oberglatt</i>	0,046	0,029	5,8	5,8
19/20	<i>Niederglatt</i>	0,042	0,039	5,8	5,4
21/22	<i>Hochfelden</i>	0,094	0,103	6,5	5,9
23/24	<i>Glattfelden, oberhalb</i>	0,035	0,026	6,2	6,3
25/26	<i>Glattfelden, unterhalb</i>	0,009	0,012	8,4	6,8

17. Bestimmung der gelösten Stoffe.

In früheren Jahren wurde auf die Ermittlung der Menge der gelösten Stoffe und ihrer Zusammensetzung aus anorganischen und organischen Bestandteilen bei Vorflutuntersuchungen besonders grosser Wert gelegt und aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen weitgehende Schlüsse auf den Grad der Verunreinigung und der Belastung durch eingeleitete Abwasser gezogen. Die Kenntnis dieser Werte ergibt in der Tat ein Bild über den absoluten Grad der Verunreinigung eines Vorfluters. Da aber die Bestimmung der Sauerstoffzehrung, des biochemischen Sauerstoffbedarfes in 5 und 20 Tagen und eventuell des Permanganatverbrauches ein bedeutend sichereres Urteil über die Qualitäten eines Vorflutwassers erlauben und da die Bestimmung der gelösten Stoffe und des Glührückstandes in jeder einzelnen Wasserprobe viel zu zeitraubend gewesen wäre, haben wir uns darauf beschränkt, die Menge der im Glattwasser vorhandenen gelösten Stoffe nur einige Male zu bestimmen. Die Untersuchungsergebnisse waren stets gleichlautend mit denjenigen aus den übrigen Bestimmungsmethoden.

Die Tabelle 42 zeigt zunächst die absoluten Mengen der gelösten Stoffe für die einzelnen Probenahmestellen. Ganz allgemein erkennt man eine Zunahme der gelösten Stoffe bis zur Probenahmestelle 13/14, der eine langsame Abnahme folgt. Gegenüber den Anfangswerten beim Ausfluss aus dem Greifensee zeigt sich bei der Einmündung in den Rhein noch eine Erhöhung von zirka 1 %.

Tabelle 42.

*Absolute und prozentuale Zunahme der gelösten Stoffe in der Glatt
im Vergleich zum Seeausfluss.*

Probenahmestelle	Linke Seite			Rechte Seite		
	Gelöste Stoffe mg/l	Zunahme		Gelöste Stoffe mg/l	Zunahme	
		in mg/l	in %		in mg/l	in %
1	229	0	0,0	229	0	0,0
2/3	248	19	8,2	240	11	4,8
4/5	252	23	10,0	247	18	7,8
6	254	25	10,9	254	25	10,9
7/8	257	28	12,2	251	22	9,6
9/10	273	44	19,2	270	41	17,9
11/12	262	33	14,4	262	33	14,4
13/14	277	48	20,9	266	37	16,1
15/16	257	28	12,2	265	36	15,7
17/18	264	35	15,2	264	35	15,2
19/20	258	29	12,6	263	33	14,4
21/22	248	19	8,2	250	21	9,1
23/24	241	12	5,2	236	7	3,0
25/26	232	3	1,3	231	2	0,8

18. Die Bestimmung des Glührückstandes und des Glühverlustes der gelösten Stoffe.

In der Tabelle 43 ist die prozentuale Zusammensetzung der gelösten Stoffe, soweit sie den Glühverlust (organische Stoffe) und den Glührückstand (mineralische Stoffe) betrifft, zusammengestellt.

Tabelle 43.

*Gelöste Stoffe im Wasser der Glatt und ihre Zusammensetzung bezüglich des
mineralischen und organischen Anteiles.*

Probenahmestelle	Linke Seite			Rechte Seite		
	Gelöste Stoffe in mg/l	Prozentuale Anteile		Gelöste Stoffe in mg/l	Prozentuale Anteile	
		miner.	organ.		miner.	organ.
		%	%		%	%
1	229	53,7	46,3	229	53,7	46,3
2/3	348	53,2	46,8	240	50,4	49,6
4/5	252	51,7	48,3	247	53,0	47,0
6	254	51,9	48,1	254	51,9	48,1
7/8	257	52,1	47,9	251	51,3	48,7
9/10	273	54,5	45,5	270	55,2	44,8
11/12	262	53,0	47,0	262	53,0	47,0
13/14	277	51,2	48,8	266	52,0	48,0
15/16	257	50,0	50,0	265	52,8	47,2
17/18	264	51,7	48,3	264	51,8	48,2
19/20	258	51,5	48,5	263	52,0	48,0
21/22	248	53,2	46,8	250	52,8	47,2
23/24	241	53,5	46,5	236	55,0	45,0
25/26	232	55,6	44,4	231	55,8	44,2

Die Unterschiede an den einzelnen Probenahmestellen sind so gering, dass wir auf eine Ausdeutung dieser Untersuchungsergebnisse verzichten. Wir zweifeln allerdings nicht, dass bei häufigerer Durchführung der Bestimmungen der gelösten Stoffe und der Ermittlung ihrer prozentualen Zusammensetzung sich Werte ergeben hätten, die genau wie alle die andern Untersuchungen, den Einfluss der eingeleiteten Abwässer dargelegt haben würden.

20. Bestimmung der Härte des Glattwassers.

Die Bestimmung der Härte an den einzelnen Probenahmestellen zeigte keine nennenswerten Unterschiede für das Wasser in der Glatt. Die Tabelle 44 enthält die Jahresmittelwerte in französischen Härtegraden.

Tabelle 44.
Französische Härtegrade im Wasser der Glatt.

Probenahmestelle	Linke Seite	Rechte Seite
1	20,75	20,75
2/3	20,75	21,00
4/5	22,00	21,50
6	22,25	22,25
7/8	22,50	22,50
9/10	23,75	23,75
11/12	23,00	22,50
13/14	22,70	22,50
15/16	22,25	22,75
17/18	23,25	22,75
19/20	23,00	22,50
21/22	22,50	23,00
23/24	23,50	23,25
25/26	23,75	23,50

Gegenüber dem Seeausfluss ist eine langsame, aber verhältnismässig geringe Zunahme festzustellen. Das Wasser muss als ziemlich hart angesprochen werden. Durch das zwischen den Probenahmestellen 23/24 und 25/26 eindringende Grundwasser wird die Härte des Glattwassers nur unbedeutend beeinflusst.

D. Ergebnisse der Untersuchungen des in der Glatt abgelagerten Schlammes.

Die Schlammproben wurden bei der Untersuchung der Glatt, soweit sich überhaupt Schlamm abgelagert hatte, an denselben Stellen entnommen wie die Wasserproben.

Da sich die Zusammensetzung eines Schlammes in einem Vorfluter, soweit sie chemisch feststellbar ist, falls nicht besondere Umstände eintreten, nicht so schnell ändert wie beispielsweise das fliessende Wasser, so erschien es uns zur Klärung der einzelnen Fragen nicht notwendig,

die eingehende chemische Untersuchung des Schlammes so häufig auszuführen wie etwa die Wasseruntersuchung.

Bei der Untersuchung von Schlammproben aus fließenden Gewässern muss man sich von vornherein darüber klar sein, dass ihre Zusammensetzung nicht identisch mit derjenigen des tatsächlich in den Vorfluter eingeflossenen Schlammes aus häuslichen Abwässern zu sein braucht. Die Zusammensetzung des Flußschlammes ist von vielen Faktoren abhängig, die sich in ihrer Auswirkung zum Teil addieren, zum Teil auch wieder abschwächen oder aufheben können. Schlamm aus häuslichem Abwasser, den man auch längere Zeit nach seiner ungestörten Ablagerung auf Grund des Haftwassers und des organischen Anteils der Trockensubstanz erkennen könnte, kommt bei gesteigerter Fließgeschwindigkeit des Wassers (Hochwasser) zum Teil wieder in Bewegung und verteilt sich über den ganzen Flusslauf. Die Zusammensetzung wird durch Sand und Lehmstoffe, die bei Regenwetter eingeschwemmt werden, ebenfalls weitgehend geändert, und zwar oft in einer Weise, dass die chemische Analyse Anlass zu Trugschlüssen geben könnte. Eine stark sandhaltige Schlammprobe konnte beispielsweise auf Grund der Bestimmung des Glühverlustes als harmlos angesprochen werden, während sie, wenn auch in relativ kleiner Menge, noch stark fäulnis- und gasungsfähige organische Stoffe enthält.

Da in bezug auf die Menge und die Verschmutzung der Abwasser durch Schlammstoffe im Laufe des Untersuchungsjahres keine wesentlichen Änderungen eintraten, wurde die eingehende chemische Schlammuntersuchung nur am 24. März und am 18. Dezember 1933 vorgenommen. Auf diese Weise konnte der Zustand des Glattschlammes nach Ablauf der Wintermonate und ferner nach den Sommer- und Herbstmonaten charakterisiert werden.

Im März wurde an allen Probenahmestellen von dem am Ufer der Glatt liegenden Schlamm Proben erhoben, mit Ausnahme der Stellen Niederglatt-Grafschaft rechtsseitig (Nr. 20) und Glattfelden unterhalb beidseitig (Nr. 25/26). Die während der vorhergehenden Monate vorhanden gewesene Wasserführung von 3—4 m³ pro Sekunde hatte nicht solche Wassergeschwindigkeiten in der Glatt im Gefolge, dass Schlammablagerungen fortgeschwemmt worden wären. An den drei genannten Entnahmestellen ist die Wassergeschwindigkeit bei Mittel- und selbst bei Niederwasser schon so gross, dass nur grobe und grösste Steine, aber kein Schlamm zur Ablagerung kommen können.

In der Zeit vom 25. März bis 18. Dezember 1933 führte die Glatt in den Monaten Mai, Juni, Juli und November an mehreren Tagen Hochwasser, bzw. höheres Wasser als normal. Wie aus der Abbildung 7 ersichtlich, fiel das grösste Hochwasser in den Monat Juni. Soweit es möglich war, wurde im Dezember der Schlamm an denselben Stellen entnommen wie im März. An den Probenahmestellen Nr. 15, 20, 21,

24, 25 und 26 lag kein Schlamm, während an allen übrigen Stellen auch im Dezember ausreichend Schlamm erhoben werden konnte.

1. Aussehen, Geruch und Reaktion des Schlammes.

Der Geruch und das Aussehen des Schlammes war an den einzelnen Stellen verschieden. Die beiden nachfolgenden Tabellen 45 und 46 geben Auskunft darüber.

Tabelle 45.

Aussehen und Geruch des Schlammes aus der Glatt am 24. März 1933.

Probenahmestelle	Aussehen des Schlammes		Geruch des Schlammes	
	linke Seite	rechte Seite	linke Seite	rechte Seite
1	stark sandig, grau-grün	stark sandig, grau-grün	erdig	erdig
2/3	sandig, grau-grün	sandig, grau-schwarz	erdig, faulig	erdig, faulig
4/5	sandig, grau-schwarz	sandig, grau-grün	erdig, faulig	erdig
6	sandig, grau-grün	sandig, grau-grün	erdig, faulig	erdig, faulig
7/8	sandig, grau-grün	sandig, grau-schwarz	erdig	erdig, faulig
9/10	schleimig, grau-schwarz	grau-schwarz	stark stinkend nach Schwelwasser, faulig	stinkend, faulig
11/12	grau-schwarz	grau-schwarz	faulig, schwach erdig	faulig, schwach erdig
13/14	sandig, grau-bräunlich	sandig, grau-grünlich	erdig, faulig	erdig
15/16	sandig, grau-braun	sandig, grau-schwärzlich	erdig, faulig	erdig, faulig
17/18	sandig, grau-schwärzlich	sandig, grau-schwärzlich	leicht faulig	leicht faulig
19/20	sandig, grau-schwarz	—	erdig, faulig	—
21/22	grau, sandig	grau, sandig	erdig	erdig
23/24	sandig, grau-braun	sandig, grau	erdig, faulig	erdig, faulig
25/26	—	—	—	—

Während an den Probenahmestellen Leutschenbach unterhalb und Oberhausen ein schleimiger, grauschwarzer und ziemlich stark stinkender Schlamm lag, bei dem besonders der Geruch nach Schwelwasser auffiel, waren alle übrigen Schlammproben ziemlich stark mit Sand durchsetzt und zeigten einen erdigen, hin und wieder fauligen Geruch, wie er einem normalen Flußschaum in der Regel eigentümlich ist.

Tabelle 46.

Aussehen und Geruch des Schlammes aus der Glatt am 18. Dezember 1933.

Proben- nahmestelle	Aussehen des Schlammes		Geruch des Schlammes	
	linke Seite	rechte Seite	linke Seite	rechte Seite
1	sandig, braun	sandig, braun	erdig	erdig
2/3	sandig, braun, mit Pflanzenresten	sandig, braun, mit Pflanzenresten	erdig	erdig
4/5	sandig, grau, viel grüne Pflanzenteile	sandig, grau, mit wenig Pflanzenteilen	stark nach Parfüm	erdig
6	sandig, grau, mit Pflanzenresten	sandig, grau, mit Pflanzenresten	leicht faulig, erdig	leicht faulig, erdig
7/8	sandig, grau, mit Blättern und Pflanzenresten	sandig, grau, mit Pflanzenresten	erdig	erdig
9/10	schwarz, mit Pflanzenresten	schwarz, mit Pflanzenresten	faulig, stinkend	faulig, stinkend
11/12	schwärzlich-grau, mit Pflanzenresten	schwarz, mit Pflanzenresten	schwach faulig	schwach faulig
13/14	schwärzlich-grau, mit Pflanzenresten	schwärzlich-grau, mit Pflanzenresten	schwach faulig	schwach faulig
15/16	—	grau-grün, mit Pflanzenteilen	—	schwach stinkend
17/18	braun-grau, stark sandig	braun-grau, stark sandig	erdig	erdig
19/20	braun-grau, sandig	—	erdig	—
21/22	—	grau-braun, mit Laub	—	erdig, muffig
23/24	grau-braun, mit Laub	—	erdig, muffig	—
25/26	—	—	—	—

Während der Schlamm im Frühjahr ein mehr homogenes Aussehen zeigte, konnten jetzt in den einzelnen Schlammproben Pflanzenreste, Blätter usw. erkannt werden. Wie im März, waren auch jetzt fast alle Schlammproben stark sandig. Besonders charakteristisch war der Schlamm unterhalb der schon oft genannten Hauptabwasser- und Schlammzuflüsse. Es fand sich auch hier wieder ein schwarzer, stinkender, zum Teil schleimiger Schlamm. Der Geruch der Schlammproben war ähnlich wie bei der Probenahme im März. Es sei hier noch darauf hingewiesen, dass unterhalb der Einleitungsstelle des Abwassers aus der chemischen Fabrik Flora, das ist etwa 100 Meter oberhalb der Probennahmestelle Neugut (4/5), der in der Glatt abgelagerte Schlamm einen starken Parfümgeruch angenommen hatte.

Die Reaktion sämtlicher Schlammproben an beiden Probenahmetagen war durchaus ähnlich. Sie lag zwischen neutral und ganz schwach sauer, die pH-Werte betragen 6,6—6,8.

2. Bestimmung des schlammeigenen Wassers.

Einleitend wurde schon darauf hingewiesen, dass man bei Schlammproben aus einem Vorfluter, der teilweise nur geringe Schlammablagerungen aufweist, wodurch der Schlamm nur mit Schwierigkeiten zwischen den Ufersteinen usw. zu entnehmen ist, auf die Bestimmung des Gesamtwassergehaltes keinen grossen Wert legen kann, da die Höhe des Wassergehaltes sehr von Zufälligkeiten abhängt, z. B. davon, wieviel Schlamm und wieviel an sich fremdes Wasser in das Probenahmefäss gelangt. Wir messen daher im allgemeinen der Bestimmung des sogenannten schlammeigenen Wassers, des Haftwassers, eine grössere Bedeutung bei und geben zunächst in der nachstehenden Tabelle 46 eine Zusammenstellung der einzelnen Werte, die bei den einzelnen Proben erhalten wurden.

Tabelle 47.

Schlammeigenes Wasser im Schlamm aus der Glatt.

Probenahmestelle Nr.	24. III. 1933		18. XII. 1933	
	links	rechts	links	rechts
	%	%	%	%
1	32,5	32,5	44,1	44,1
2/3	40,2	45,8	28,2	53,4
4/5	21,0	15,8	32,8	40,1
6	15,7	15,7	44,9	44,9
7/8	44,2	24,8	45,9	29,7
9/10	32,7	28,6	34,5	43,9
11/12	29,2	36,1	35,8	44,3
13/14	36,8	36,1	35,6	43,8
15/16	19,0	28,3	—	53,0
17/18	22,5	17,3	13,6	19,8
19/20	29,3	—	6,3	—
21/22	33,7	38,8	—	37,0
23/24	29,0	53,4	55,4	—
25/26	—	—	—	—

Es erheben sich somit beträchtliche Unterschiede nicht nur zwischen den Schlammproben an den einzelnen Probenahmestellen, sondern auch zwischen den korrespondierenden Proben an den beiden Erhebungstagen. Die Auswertung der Zahlen führt zu dem Ergebnis, dass die in der Einleitung an die Bestimmung des Haftwassers geknüpften Erwartungen nicht erfüllt werden. Man sollte z. B. erwarten, dass Schlammproben, die bei oder unterhalb von ungeklärten Abwassereinflüssen gefasst werden, infolge ihres erhöhten Gehaltes an kolloiden Schmutzstoffen mehr schlammeigenes Wasser enthalten als Schlamm, der von

oberhalb liegenden Stellen stammt. Aus der Tabelle lässt sich der exakte Beweis für diese Annahme nicht erbringen, sie zeigt, dass an Stellen, wo viel Haftwasser erwartet werden sollte (z. B. Probenahmestellen Nr. 9 und 10) weniger vorhanden ist als an Stellen, wo sich normalerweise kleine Werte ergeben sollten (Nr. 1, 2 und 3).

Im allgemeinen zeigt sich ferner, dass sich an Stellen mit hoher Fließgeschwindigkeit des Glattwassers infolge der stärkeren Ausschwemmung der feinen, kolloiden Schlamnteilchen wenig Haftwasser und dort, wo das Wasser leicht gestaut ist, mehr Haftwasser im Schlamm findet.

Erwähnenswert ist auch die Feststellung, dass im Dezember Schlamm, verursacht durch grösseren Gehalt an abgestorbenen Pflanzenteilen, Blättern usw. mehr schlammeigenes Wasser angetroffen wurde als im Frühjahr.

Ohne auf weitere Einzelheiten einzugehen, ist aus dieser Untersuchung der Schluss zu ziehen, dass die Bestimmung des Haftwassers im Schlamm eines Vorfluters nicht immer dieselben wünschenswerten Aufschlüsse über dessen Zusammensetzung, insbesondere auf dessen Gehalt an kolloiden, wasserbindenden Stoffen ergibt, wie sie bei der Untersuchung von Schlamm aus Kläranlagen und Schlammfaulbehältern stets erhalten werden. Damit soll die Bestimmung des Haftwassers in Schlammproben aus Vorflutern keineswegs abgelehnt werden, denn es können sich besondere Verhältnisse, z. B. Abtreiben und Ablagerung grösserer Mengen von Abwasserpilzen oder besonders charakteristischer Schlamme und dergleichen mehr ausbilden, bei denen gerade diese Bestimmung des schlammeigenen Wassers wertvolle Beurteilungsmomente liefert. Solche Verhältnisse liegen bei der Limmat vor und wir werden nicht verfehlen, sie in einer spätern Arbeit ausführlich zu behandeln.

3. Bestimmung des Glühverlustes.

Um die Verschlammungsverhältnisse und die Zusammensetzung des in der Glatt abgelagerten Schlammes weiter abzuklären, wurde in der Trockensubstanz der verschiedenen Schlammproben der mineralische und der organische Anteil bestimmt.

Beim Vergleich dieser Werte mit denjenigen, die bei der Bestimmung des Haftwassers (Tabelle 47) erhalten wurden, ergibt sich zwar eine sehr befriedigende Übereinstimmung, aber gerade deswegen ist es hier ebensowenig wie dort möglich, eindeutige Schlüsse über die Zusammensetzung und die Gefährlichkeit des abgelagerten Schlammes zu ziehen. Bei hohem Gehalt an schlammeigenem Wasser ist auch der Anteil an organischer Substanz in den Schlammproben hoch und umgekehrt. Im allgemeinen kann immerhin gesagt werden, dass die Zusammensetzung des im Glattbett liegenden Schlammes, bedingt durch die örtlichen Verhältnisse, mehr oder weniger gleichmässig ist und dass der Gehalt an organischen, fäulnisfähigen Stoffen nicht besonders hoch ist.

Tabelle 48.

Glührückstand und Glühverlust des Schlammes aus der Glatt.

Proben- nahme- stelle	24. III. 1933				18. XII. 1933			
	links		rechts		links		rechts	
	mineral.	organ.	mineral.	organ.	mineral.	organ.	mineral.	organ.
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	64,6	35,4	64,6	35,4	60,5	39,5	60,5	39,5
2/3	76,2	23,8	68,0	32,0	77,5	22,5	68,0	32,0
4/5	76,7	23,3	75,9	24,1	70,3	29,7	70,4	29,6
6	73,2	26,8	73,2	26,8	75,2	24,8	75,2	24,8
7/8	66,0	34,0	66,6	33,4	78,3	21,7	78,7	21,3
9/10	73,7	26,3	77,6	22,4	77,6	22,4	73,8	26,2
11/12	75,4	24,6	69,7	30,3	72,6	27,4	71,0	29,0
13/14	72,7	27,3	74,1	25,9	72,8	27,2	69,0	31,0
15/16	75,7	24,3	69,2	30,8	—	—	66,9	33,1
17/18	77,2	22,8	78,1	21,9	87,3	12,7	84,6	15,4
19/20	78,0	22,0	—	—	85,1	14,9	—	—
21/22	74,5	25,5	70,7	29,3	—	—	68,2	31,8
23/24	63,6	36,4	68,6	31,4	70,7	29,3	—	—
25/26	—	—	—	—	—	—	—	—

4. Bestimmung der Gasungsfähigkeit.

Die Bestimmung des mineralischen Anteils in der Trockensubstanz eines Vorfluterschlammes gibt an sich noch keinen Aufschluss darüber, ob der Schlamm bei geeigneten Temperaturverhältnissen nach der Ablagerung in gasende Zersetzung übergeht oder ob er auf dem Grunde des Flusses liegenbleibt und nur der allmählichen Mineralisation anheimfällt, die keinerlei Belastungen oder Schäden im Gefolge hat. Durch Beobachtung der Schlammproben bei einer für eine rege Bakterientätigkeit günstigen Temperatur erhält man hierüber Aufschluss. Es wurden jeweils 500 g Schlamm in luftdicht schliessenden Gefässen mit kalibrierten Auffangzylindern verbunden und während mehreren Monaten bei Zimmertemperatur (zirka 18—20°) stehen gelassen. Die erhaltenen Gasmengen lassen sich allerdings nicht absolut, sondern nur annähernd in Vergleich bringen, da die zum Versuch angesetzten Schlamm-Mengen zu gering sind, um Zufälligkeiten in der Zusammensetzung des meist inhomogenen Schlammes auszugleichen. Für die Zwecke unserer Untersuchung kam es ja auch nur darauf an, zu erkennen, an welchen Stellen der Glatt ein zur Gasbildung neigender Schlamm liegt, der an sich zu unerwünschten Erscheinungen führen kann. In zweiter Linie war es wertvoll, zu wissen, mit welcher Intensität sich das Gas bei optimaler Temperatur aus dem Schlamm entwickelt.

Um die aus den einzelnen Schlammproben entwickelten Gasmengen untereinander vergleichen zu können, wurden sie auf die in jeder Probe enthaltene Menge organischer Trockensubstanz bezogen. Die mittlere

Temperatur bei den im März erhobenen Proben betrug während des Versuches 19,4°; der Versuch dauerte 128 Tage. Bei den im Dezember erhobenen Proben wurde eine mittlere Temperatur von 18,0° während 129 Tagen innegehalten.

Tabelle 49.

Im Laboratoriumsversuch entstandene Gasmenge pro Gramm organischer Trockensubstanz aus dem Schlamm der Glatt.

Probenahmestelle Nr.	24. III. 1933		18. XII. 1933	
	links cm ³	rechts cm ³	links cm ³	rechts cm ³
1	5,3	5,3	0,9	0,9
2/3	2,0	20,3	3,6	0,5
4/5	12,5	1,8	0,0	5,9
6	3,8	3,8	3,5	3,5
7/8	0,6	18,3	0,0	0,0
9/10	36,1	23,6	2,9	11,3
11/12	0,9	38,5	1,3	30,1
13/14	5,9	6,0	21,9	1,2
15/16	3,7	10,5	—	42,6
17/18	7,6	23,4	0,2	1,3
19/20	19,2	—	0,0	—
21/22	1,9	15,6	—	5,9
23/24	4,7	9,5	1,8	—
25/26	—	—	—	—

Die Verschiedenheiten zwischen den im Frühjahr und den im Dezember gewonnenen Zahlenreihen machen eine getrennte Besprechung nötig.

a) Schlammproben vom 24. März 1933.

Der Schlamm beim Ausfluss aus dem Greifensee hatte bei den Bestimmungen des schlammeigenen Wassers und des organischen Anteiles in der Trockensubstanz verhältnismässig hohe Werte ergeben. Die Durchführung des Gasungsversuches zeigte aber, dass die organischen Stoffe nicht zur gasenden Zersetzung in grossem Umfange neigten, denn die je Gramm organische Trockensubstanz erzeugte Gasmenge ist mit 5,3 cm³ nur gering. In Dübendorf ergaben sich auf der rechten Seite, sowohl für den schlammeigenen Wassergehalt wie für den organischen Anteil in der Trockensubstanz, ebenfalls verhältnismässig hohe Werte. Der Gasungsversuch zeigt, dass die im Schlamm enthaltenen organischen Stoffe Gas entwickeln können. In Dübendorf liegen auf der rechten Seite mehrere Abwassereinläufe und zudem ist die Schlammprobe aus einem kleinen Stau, in dem sich leicht zersetzliche organische Schlammstoffe ablagern können, entnommen worden. Auf der linken Seite, wo die Glatt ziemlich schnell fliesst, enthält der Schlamm keine gasungsfähigen organischen Stoffe. Oberhalb den Hauptabwasserzuleitungsstellen, d. h. an den Probenahmestellen Leutschenbach oberhalb (7/8) lag

auf der rechten Seite ein Schlamm, der verhältnismässig viel Gas produzierte. Da oberhalb der Probenahmestelle nur unbedeutende Abwasser bzw. Schlamm-Mengen in die Glatt einfliessen, muss die Ablagerung des gasungsfähigen Schlammes mehr durch die örtlichen Verhältnisse bedingt sein. Die Probenahmestelle liegt nämlich an der Innenseite einer grösseren Kurve. Unterhalb des Leutschen- und des Brühlbaches liegt ein Schlamm, dessen Gehalt an organischen Stoffen sich relativ klein erwies, der aber leicht zu gasender Zersetzung neigt. Immerhin ist die Gasungsintensität nicht so gross, dass etwa Schlamm vom Grunde zur Oberfläche auftreiben könnte. Von den Probenahmestellen unterhalb der Hauptverschmutzung fällt diejenige an der Oberhauser Brücke auf der linken Seite bedeutend aus der Reihe heraus. Es ist nicht ganz erklärlich, warum hier ein Schlamm liegen soll, der praktisch überhaupt kein Gas produziert, während der Schlamm der rechten Seite sehr viel Gas liefert und auch an der vorhergehenden Probenahmestelle auf beiden Seiten ein Schlamm mit gasungsfähiger organischer Substanz abgelagert ist.

An den Probenahmestellen unterhalb der Oberhauser Brücke wurde ein Schlamm festgestellt, der sich hinsichtlich seiner Gasungsfähigkeit ziemlich gleichmässig verhielt. Lediglich in Oberglatt lag auf der rechten Seite und in Niederglatt auf der linken Seite ein Schlamm mit stärkerer Gasproduktion.

b) Schlammproben vom 18. Dezember 1933.

Gegenüber den Ergebnissen vom März 1933 ist zunächst allgemein eine geringere Gasproduktion aus den einzelnen Schlammproben zu beobachten. Bei allen im Frühjahr erhobenen Proben war eine mehr oder weniger grosse Menge Gas entwickelt worden, was jetzt nicht mehr durchweg der Fall war. Durch die sommerlichen Hochwasser sind zweifelsohne alle leicht zersetzlichen organischen Stoffe ausgewaschen und fortgeschwemmt worden.

Während im Frühjahr an verschiedenen Entnahmestellen vor der Einmündung der Hauptabwasser- und Schlamm-Mengen, d. h. oberhalb des Leutschen- und Brühlbaches, infolge des Einfliessens gewisser Schlamm-Mengen, die sich in kleineren Stauen ablagern konnten, noch immerhin eine verhältnismässig starke Gasproduktion vorhanden war, so ergab sich jetzt, nach dem Abfluss der verschiedenen Hochwasser der Sommermonate, an allen Probenahmestellen oberhalb des Leutschen- und des Brühlbaches keine oder nur eine unbedeutende Gasentwicklung aus dem Schlamm. Wenn sich auch unterhalb des Leutschen- und des Brühlbaches die miteingeflossenen häuslichen Schlammstoffe durch eine stärkere Gasproduktion sofort bemerkbar machten, analog den Ergebnissen vom März 1933, so ist trotzdem auffallend, dass jetzt je Gramm organische Trockensubstanz wesentlich weniger Gas als im Frühjahr ent-

wickelt wurde. Wie schon vorher angedeutet, müssen aus diesem Schlamm die leicht zersetzlichen und auch spezifisch leichten organischen Stoffe ebenfalls mehr oder weniger stark ausgewaschen und fortgeschwemmt worden sein. Dass tatsächlich eine Verlagerung des Schlammes aus der Glatt gegenüber dem Frühjahr in bezug auf gasungsfähige Stoffe stattgefunden hat, zeigt das Ergebnis der Probe aus dem

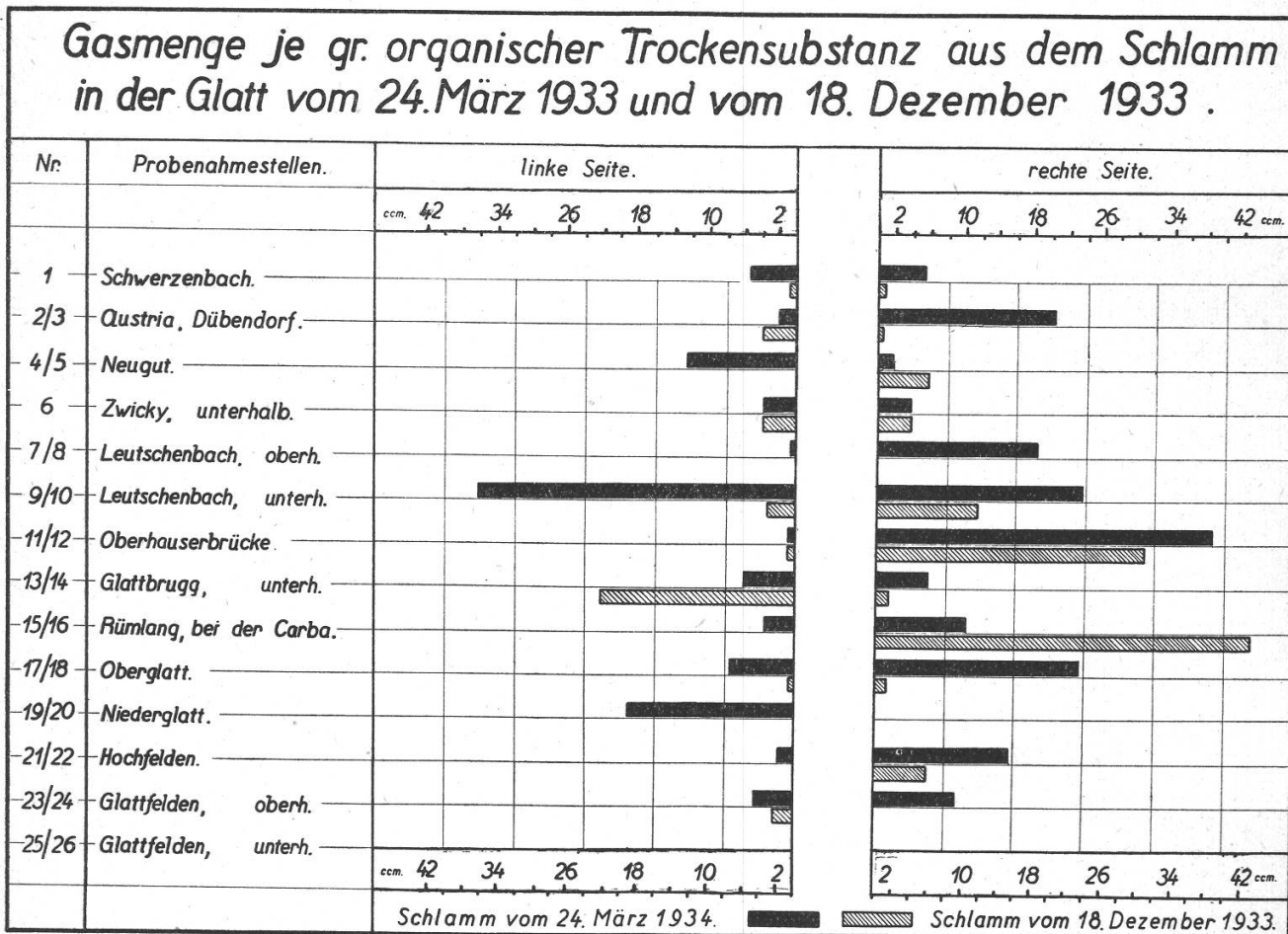


Abbildung 20.

Stau in Rümlang. Im Frühjahr 1933, d. h. nach einer längeren Niederwasser- bzw. Mittelwasserperiode, befand sich am Ende des Staus bei Rümlang, bei der Carba, ein Schlamm von folgender Zusammensetzung :

- Schlamm eigenes Wasser 23,6 %
- Organische Stoffe in der Trockensubstanz 27,6 %
- Gasmenge je Gramm organische Trockensubstanz 7,1 cm³ im Liter

Im Dezember 1933 hatte der Schlamm an der gleiche Stelle folgende Zusammensetzung :

- Schlamm eigenes Wasser 53,0 %
- Organische Stoffe in der Trockensubstanz 33,1 %
- Gasmenge je Gramm organische Trockensubstanz 42,6 cm³ im Liter

Die Anhäufung der organischen Stoffe im Stau in Rümlang hatte eine bedeutende Erhöhung des Haftwassers, des organischen Anteils in der Trockensubstanz und der je Gramm organischen Stoffe entwickelten Gasmenge zur Folge. Man sieht, dass alle drei Untersuchungen in guter Uebereinstimmung stehen.

Unterhalb des Staues in Rümlang ist dann der Schlamm der Glatt wieder weitgehend von organischen, gasungsfähigen Stoffen frei, ganz im Gegensatz zum Untersuchungsergebnis im März, bei dem auch unterhalb Rümlang noch teilweise eine leichtere Gasentwicklung aus einzelnen Schlämmen festgestellt wurde. In der Abb. 20 sind die Gas-mengen der einzelnen Schlämme für beide Probenahmen vergleichsweise aufgetragen. Man erkennt deutlich, dass zwischen dem im Frühjahr und Winter erhobenen Schlamm bezüglich der Gasentwicklung bedeutende Unterschiede bestehen, die einmal auf die Auswaschung der zersetzlichen organischen Stoffe zurückgeführt werden können, zum andern aber auch wohl dadurch bedingt sind, dass während der Sommermonate schon ein weitgehender biologischer Abbau der organischen Stoffe im Schlamm in der Glatt selbst stattgefunden hat.

Allgemein betrachtet, ergibt sich aus den beiden Schlammuntersuchungen im März und Dezember folgendes Bild: Der Menge nach ist die Verschlammung der Glatt noch erträglich. Grössere, besonders gefährliche Schlammablagerungen konnten an keiner Stelle, auch nicht in den verschiedenen Stauen, festgestellt werden. Mit Ausnahme des von den Probenahmestellen Leutschenbach unterhalb, Oberhauser Brücke und (im Dezember) Glattbrugg unterhalb stammenden Schlammes zeigten alle Schlammproben das Aussehen eines normalen Flußschlammes, wie er bei natürlicher Verschmutzung eines Vorfluters fast überall gefunden wird.

Die bei allen Schlammproben vorgenommenen Bestimmungen des schlammeigenen Wassers und des Glühverlustes ergaben keine eindeutig auswertbare Resultate, was nicht an der angewandten Methodik, sondern an den lokalen Verhältnissen in der Glatt liegt. Die Bestimmung der Gasungsfähigkeit der erhobenen Schlammproben ergab, dass im März nur auf einer Strecke von zirka 1 km, im Dezember auf einer etwa 5 km langen Strecke unterhalb der Hauptabwassereinflüsse ein deutlich gasungsfähiger und deshalb gefährlicher Schlamm liegt, wobei sich der Dezemberschlamm infolge seiner Verteilung auf eine grössere Strecke und infolge eines während der warmen Jahreszeit erhöhten biologischen Abbaus als weniger leicht zersetzlich erwies.

Die aus der chemischen Untersuchung des Glattwassers ermittelten drei Zonen der Glatt spiegeln sich auch im Ergebnis der Schlammuntersuchungen. Die Zone 1 ist wie die Zone 3 dadurch gekennzeichnet, dass nur an einigen wenigen Stellen ein Schlamm liegt, der verhältnismässig viel Gas produzieren kann. Die Zone 2 schrumpft allerdings während der

Wintermonate auf zirka 1 km zusammen, dehnt sich aber im Laufe der übrigen Monate wieder auf die Strecke Leutschenbach unterhalb—Rümlang Carba aus.

Wenn die Menge der in die Glatt eingeleiteten Schlammstoffe in Zukunft nicht weiter zunimmt, so kann angenommen werden, dass durch gelegentliche Hochwasser und durch den biologischen Abbau die im Laufe des Jahres in der Glatt ausgeschiedenen Schlammstoffe weitgehend entfernt oder mineralisiert werden. Diese Feststellung schliesst natürlich nicht aus, dass die unserer Ansicht nach erhebliche Gefahren in sich bergende Zone 2 (unterhalb der Einmündung des Leutschen- und des Brühlbaches) durch weitgehende mechanische Reinigung der eingeleiteten Abwässer saniert werden sollte.

E. Untersuchung der hauptsächlichsten Abwasserzuflüsse der Glatt.

Zum Abschluss des chemischen Teiles dieser Arbeit seien noch kurz die hauptsächlichsten Abwassereinläufe besprochen und die Ergebnisse dieser Untersuchungen mitgeteilt.

In der Abbildung 1 und auch in den einleitenden Ausführungen sind alle in die Glatt einmündenden Abwasserkanäle oder Abwassergraben aufgetragen bzw. aufgezählt worden. Bei den verschiedenen Beobachtungen stellte sich heraus, dass nicht alle Abwasserzuflüsse dauernd Schmutzwasser führen, sondern ein Teil nur gelegentlich Abwasser in die Glatt einbringt. Da zudem bei einem grossen Teil der Abwassereinläufe die Menge des Abwassers sehr gering ist und sich in der Glatt praktisch gar nicht auswirkt, haben wir auf die Untersuchung dieser Abwasser verzichtet und nur die hauptsächlichsten Zuflüsse einer etwas eingehenderen Kontrolle unterworfen. Es handelt sich dabei um die folgenden Zuläufe :

1. Abwassereinlauf von Dübendorf, der auf der linken Seite unterhalb der Strassenbrücke bei der « Austria » in die Glatt einmündet.
2. Abwassereinlauf bei der Probenahmestelle Leutschenbach oberhalb (7/8), der auf der linken Seite der Glatt, gleich unterhalb der Strassenbrücke, in die Glatt einfliesst.
3. Leutschenbach, der ausserordentlich stark mit Abwasser belastet ist und auf der linken Seite in die Glatt einmündet.
4. Brühlbach auf der rechten Seite, etwas unterhalb der Einmündung des Leutschenbachs. Dieser Bach enthält das Abwasser aus der Gemeinde Wallisellen.

Von den vier genannten und untersuchten Abwassereinläufen verursachen der Leutschenbach und der Brühlbach die hauptsächlichste Belastung der Glatt mit Abwasser. Gegenüber diesen beiden treten alle übrigen Zuflüsse vollkommen in den Hintergrund. Dazu ist noch zu sagen, dass das Abwasser aus dem Leutschenbach als dauernde Verschmutzungsquelle anzusehen ist, während der Brühlbach von Wallisellen eigentlich nur zu gewissen Tageszeiten und dann besonders bei

Regenwetter als Belastungsquelle der Glatt anzusehen ist. So oft es die Zeit erlaubte, sind von allen oben genannten Abwasserzuflüssen Dauer- und auch Stichproben erhoben und eingehend untersucht worden. Im Laufe des Untersuchungsjahres wurden je sieben Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse als Mittelwerte in der nachfolgenden Tabelle 50 zusammengestellt sind.

Tabelle 50.
Untersuchungsergebnisse der Abwassereinläufe in die Glatt.

	Abwassereinlauf in Dübendorf bei der „Austria“ links	Abwassereinlauf Leutschenbach, oberhalb links	Leutschenbach links	Brühlbach rechts
<i>Temperatur des Abwassers °C</i>	8,0—12,5	3,5—12,0	4,0—18,5	3,0—12,0
<i>Aussehen . .</i>	schwach trübe, mit wenig fei- nen Schwebes- toffen	schwach trübe, mit wenig fei- nen Schwebes- toffen. Oel- schlieren auf der Oberfläche	weisslich-grau, trübe mit Pilz- flocken und Schlammstoffen	grau, trüb, mit feinen Schwebes- toffen
<i>Geruch . . .</i>	nach Abwasser, bisweilen schwach faulig	ölig, nach Ab- wasser	stark nach Torf- schwelwasser	schwach nach Abwasser
<i>Reaktion . .</i>	neutral	neutral	schwach alkalisch	neutral
<i>Verbrauch an Kaliumper- manganat mg/l . . .</i>	125,1	130,7	220,2	140,2
<i>Gebundenes Chlor mg/l .</i>	27,8	21,4	32,0	33,5
<i>Absetzbare Stoffe nach 1 Stunde cm³/l</i>	0,16	0,40	1,22	0,51
<i>2 Std. cm³/l .</i>	0,16	0,42	1,41	0,55
<i>Biochem. O₂- Bedarf in 5 Tagen mg/l .</i>	55,8	75,0	81,6	28,8
<i>Stickstoff aus Ammoniak- verbindungen mg/l . . .</i>	16,10	16,10	16,10	10,5
<i>aus organ. Ver- bindungen mg/l . . .</i>	8,40	—	8,87	9,1
<i>Gelöster Sauer- stoff mg/l .</i>	5,34	4,20	3,77	2,78

Aus dieser Zusammenstellung erkennt man, dass der Zufluss bei der « Austria » in Dübendorf hauptsächlich durch gelöste und kolloidale Stoffe verunreinigt ist, die Menge der eigentlichen Schlammstoffe aber noch gering ist. Wie schon erwähnt, ist auch die Menge dieser Abwässer bei Trockenwetter nur gering, sie beträgt nur einige wenige Liter pro Sekunde.

Eine annähernd gleiche Verschmutzung mit gelösten und kolloidalen Stoffen, denen aber mehr Oelstoffe beigemischt waren, konnte bei dem Einlauf oberhalb des Leutschenbaches beobachtet werden. Die Menge der Schlammstoffe war bei diesem Zufluss zwar schon etwas erhöht, seine Wassermenge betrug schätzungsweise 5—10 Liter pro Sekunde und ist als gering zu taxieren.

Als besonders starke, ja als die Hauptverschmutzungsquelle müssen wir den Leutschenbach ansprechen. Die Menge der gelösten und kolloidalen Stoffe ist gegenüber den oben genannten Zuläufen wesentlich erhöht. Auch die Menge der Schlammstoffe ist beträchtlich. Auffallend war der immer vorhandene Geruch nach Schwelwasser, der sich, wie schon früher ausgeführt wurde, auch noch weit unterhalb der Einleitungsstelle, auf das gesamte Wasser der Glatt übertrug. Auch die Wassermenge ist gegenüber den übrigen Zuflüssen recht bedeutend. Nach Angabe des Tiefbauamtes der Stadt Zürich führt der Leutschenbach bei Trockenwetter eine Abwassermenge, die etwa zwischen 200—350 Liter pro Sekunde schwanken kann. Es sei noch bemerkt, dass augenblicklich im Leutschenbach vom Austritt aus dem geschlossenen Kanal bis zur Einmündung in die Glatt nur sehr wenig Gefälle vorhanden ist, so dass ein grosser Teil der Schlammstoffe sich auf dieser Bachstrecke ablagern und erst bei Hochwasser in die Glatt eingeschwemmt werden kann. Die durch unsere Untersuchungen festgestellte Verschlammung von etwa 1,5 cm³ absetzbare Stoffe pro Liter kann daher zu manchen Zeiten beträchtlich höher werden.

Bei Trockenwetter ist der Brühlbach, der den grössten Teil der Abwasser von Wallisellen enthält, nur verhältnismässig wenig verschmutzt und etwa demjenigen Einlauf gleichzusetzen, der oberhalb des Leutschenbaches auf der linken Seite in die Glatt einmündet. Die Wassermenge kann bei Trockenwetter auf 5—10 Liter pro Sekunde geschätzt werden. Auch dieser Bach hat nur ein verhältnismässig geringes Gefälle, bevor er in die Glatt einmündet und auch in ihm lagern sich recht beträchtliche Schlamm-Massen ab, die bei Regenwetter dann in die Glatt eingeschwemmt werden, wie die Untersuchungen im Glattwasser am 13. Oktober 1933 ergeben haben.

V. Bakteriologische und mikroskopisch-biologische Untersuchung.¹

A. Einleitung.

1. Bei der *bakteriologischen* Untersuchung des Flusswassers haben wir auf die Bestimmung der *Keimzahl* und die Ermittlung der *Traubenzucker vergärenden Bakterien* Wert gelegt. Die Bakterien spielen für die Selbstreinigung der Gewässer eine grosse Rolle. Sie beteiligen sich an der Umsetzung organischer Stoffe, so dass diese Umsetzungsprodukte höheren Lebewesen wieder direkt als Nahrung dienen können. Ferner bauen sie hochmolekulare Eiweissstoffe und auch andere organische Substanzen bis zu den einfachsten Verbindungen ab (Mineralisation). Solche organische Materialien abbauende Mikroben stellen das schärfste Reagens auf zersetzbare Schmutzstoffe dar. Die Häufigkeit ihres Vorkommens im Wasser lässt daher auf eine mehr oder weniger grosse Verschmutzung desselben schliessen. Die Zahl der in 1 cm³ Wasser nachweisbaren Bakterien nennt man die *Keimzahl*.

Da nun aber in der Natur Bakterien in grosser Menge überall vorhanden sind, wo organische Substanz zum Abbau gelangt, so könnte eine erhöhte Keimzahl in einem Gewässer auch auf natürliche Verunreinigung zurückzuführen sein. Als natürliche Verunreinigung kommt in erster Linie der Stoffumsatz des Gewässers in Betracht. Durch den Stoffwechsel von tierischen Organismen und durch den Zerfall abgestorbener Pflanzen und Tiere wird dem Gewässer ständig gelöste und ungelöste Substanz zugeführt. Diese Selbstverunreinigung wird von einem normalen Gewässer ohne weiteres durch den Selbstreinigungsprozess wieder wettgemacht. Zu der natürlichen Verunreinigung müssen wir aber auch die vom Land und von der Luft zugeführten zersetzungs-fähigen Stoffe (Laub, Staub, Organismen, usw.) zählen.

Um mittels der bakteriologischen Untersuchung den Nachweis für den Gehalt eines Vorfluters an *häuslichem Abwasser* (also einer künstlichen Verunreinigung) zu erbringen, leistet in Kombination mit der Keimzahlbestimmung die Methode *Freudenreich* gute Dienste. Sie beruht, ganz allgemein ausgedrückt, auf der Erkenntnis, dass Darmbakterien aus der Gruppe des *Bact. coli* bei 37° Traubenzucker unter Gasbildung und Trübung der Nährlösung zersetzen. Die praktische Erfahrung lehrt, dass die zuckervergärenden Bakterien in einem durch häusliches Abwasser belasteten Gewässer zahlreich vorkommen.

2. Bei der *biologischen Methode* der Wasserprüfung beurteilt man die Wasserbeschaffenheit sowohl aus der Art der einzelnen im Wasser vorkommenden pflanzlichen und tierischen Lebewesen, wie auch aus

¹ Die Untersuchungsmethoden sind im wesentlichen dieselben, wie sie für die Untersuchung der Limmat in der «Schweiz. Fischereizeitung» Nr. 6, 1933, beschrieben wurden.

dem biologischen Gesamtbilde. Die vorliegenden Untersuchungen verfolgen nicht den Zweck, eine Botanik oder Zoologie der Glatt zu schreiben. Wir behandeln nicht schlechthin die Organismen des Flusses nach systematischen, morphologischen oder physiologischen Gesichtspunkten, sondern im Mittelpunkt des Interesses steht die Erforschung des Verhältnisses der Lebewesen zu ihrer Umwelt, also ihre ökologische Stellung im Vorfluter. (Die biologische Wasseranalyse wurde von *W i l h e l m i* auch als ökologische Wasseranalyse bezeichnet.)

Als stark verändernde Umweltfaktoren kommen z. B. in Betracht die Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen durch häusliches Abwasser, Sauerstoffschwund durch Zersetzungs Vorgänge organischer Substanz usw. Auf solche, das Milieu umgestaltende Faktoren, reagieren aber nicht alle Pflanzen und Tiere gleich stark und eindeutig. Daher beschränkt sich die Untersuchung hauptsächlich auf diejenigen Organismen, die ökologisch charakteristisch sind und somit zur Beurteilung des Reinheitsgrades des Wassers herangezogen werden können. Andere Lebewesen, die keinen diagnostischen Wert besitzen, berücksichtigten wir nur dann, wenn sie durch verhältnismässig reichliches Vorkommen augenfällig in Erscheinung traten.

Die vorliegende Arbeit will also in erster Linie rein *praktischen* Zwecken dienen, d. h. *sie soll in Verbindung mit den chemischen Befunden die Intensität der Verschmutzung der Glatt durch Abwasser und den Verlauf ihrer Selbstreinigung ermitteln.*

B. Das fliessende Wasser.

1. Das Seston (das Absiebbare).

Das Seston wird gewonnen durch Absieben einer bestimmten Wassermenge durch das Planktonnetz mit einer Maschenweite von zirka $\frac{1}{15}$ mm. Den belebten Anteil (Bioseston) bildet das Plankton, den unbelebten (Abioseston) das Tripton (das Zerriebene). Diese « absiebbaren Schwebestoffe » geben einen Anhaltspunkt über die mechanische Reinheit des Wassers. Nach *K o l k w i t z*¹ kann man z. B. folgende Grenzwerte annehmen: Ein Trinkwasser ist als gut gereinigt (geklärt) anzusehen, wenn es pro m³ weniger als 1 cm³ absiebbare Schwebestoffe enthält. Abwasser ist mechanisch gut geklärt, wenn es pro m³ möglichst unter 100 cm³ Abgeseibtes aufweist. Plankton- bzw. Sestonmengen für 1 m³ Oberflächenwasser, die 4 cm³ betragen, bezeichnet man als sehr klein, solche mit 40 cm³ als mässig gross und solche mit 80 cm³ als gross. In der Tabelle 51 sind die (zentrifugierten!) als Jahresdurchschnitt der allmonatlich ermittelten Sestonmengen pro m³ Glattwasser an 4 verschiedenen Probenahmestellen ersichtlich.

¹ *K o l k w i t z*, R., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Fischer (Jena), S. 225.

Tabelle 51.
Sestonmengen an einigen Probenahmestellen
 (erhoben aus der Flussmitte).

	Probenahmestelle Nr.	cm ³ Seston pro m ³ Wasser
Seeausfluss	1	14,6
Oberhauser Brücke . .	11/12	33,8
Rümlang	15/16	17
Glattfelden, unterhalb .	25/26	13,2

Diese Zahlen sind in der Abbildung 21 graphisch dargestellt.

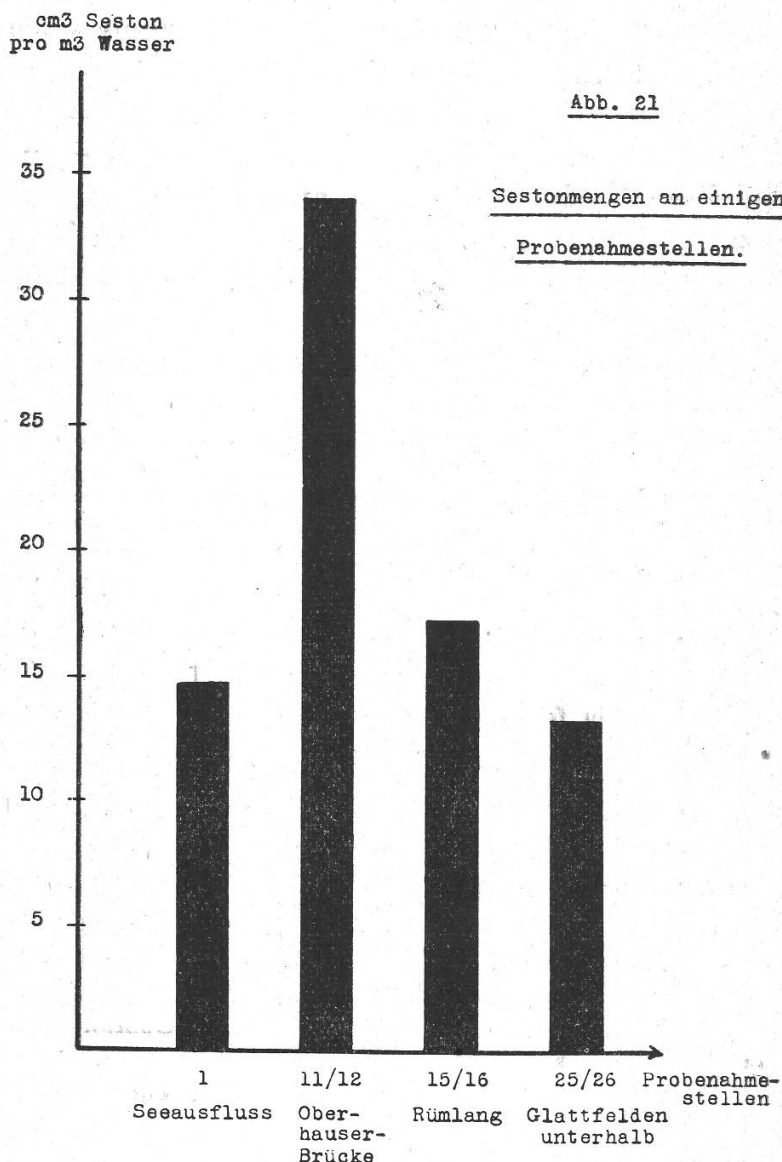


Abbildung 21.

Die Sestonmenge bei der ersten Probenahmestelle besteht hauptsächlich aus eigentlichem Plankton, das unmittelbar aus dem Greifensee stammt. Durch den Leutschenbach wird der Glatt am meisten Ab-

wasser zugeführt. Die bei der Brücke Oberhausen ermittelte Sestonmenge zeigt den Einfluss deutlich. Diese grosse Sestonmenge ist zum Teil auch der Wirkung des Schmutzbaches aus Wallisellen zuzuschreiben. Auf einer 4 km langen Strecke bis nach Rümlang und namentlich im dortigen Stau wird der grösste Teil der Schwebestoffe abgelagert. Unterhalb Glattfelden ist die Menge ungefähr gleich wie beim Auslauf aus dem See, nur bildet jetzt nicht mehr das Bioseston die Hauptmenge, sondern organischer Detritus.

a) Das Bioseston.

Der belebte Anteil des Sestons, *das Plankton*, spielt für die *biologisch-ökologische Beurteilung der Glatt praktisch keine Rolle*. Der Greifensee bildet das eigentliche « Planktonreservoir » für die Glatt, und die meisten Planktonorganismen können sich im Flusse nur vorübergehend am Leben erhalten. Tatsächlich sind vor der Einmündung der Glatt in den Rhein nur noch wenige Vertreter von Planktern, hauptsächlich Kieselalgen vorhanden, aber auch diese oft nur noch als Kümmerformen.

Das Plankton ist für die Selbstreinigung der Glatt ohne wesentliche Bedeutung.

Dominierend und sehr häufig traten im Verlauf des Untersuchungsjahres auf :

	Dominierend	Sehr häufig
1933		
Im Februar . .	Asterionella gracillima	Tabellaria fenestrata
» März . . .	»	»
» April . . .	Tabellaria fenestrata und Fragilaria crotonensis	
» Mai . . .	Tabellaria fenestrata var. aster.	Dinobryon
» Juni . . .	»	»
» Juli . . .	»	»
» August . .	»	»
» September .	Ceratium hirundinella (s. Abb. 22) ¹	
» Oktober . .	Asterionella gracillima	Tabellaria und Ceratium hirundinella
» November .	»	Tabellaria fenestrata Fragilaria crotonensis Gomphosphaeria lacustris ²
» Dezember .	»	Fragilaria crotonensis Tabellaria fenestrata Synedra delicat. (acus) Gomphosphaeria lacustris
1934		
Im Janura . .	Tabellaria fenestrata Asterionella gracillima (s. Abb. 23)	Fragilaria capucina Synedra species

¹ Abb. 22 und 23 befinden sich auf Tafel 6.

² Durch P.-D. Dr. O. Jaag, Zürich, bestimmt.

Tafel 6



Abbildung 22
Plankton mit vorwiegend *Ceratium hirundinella*

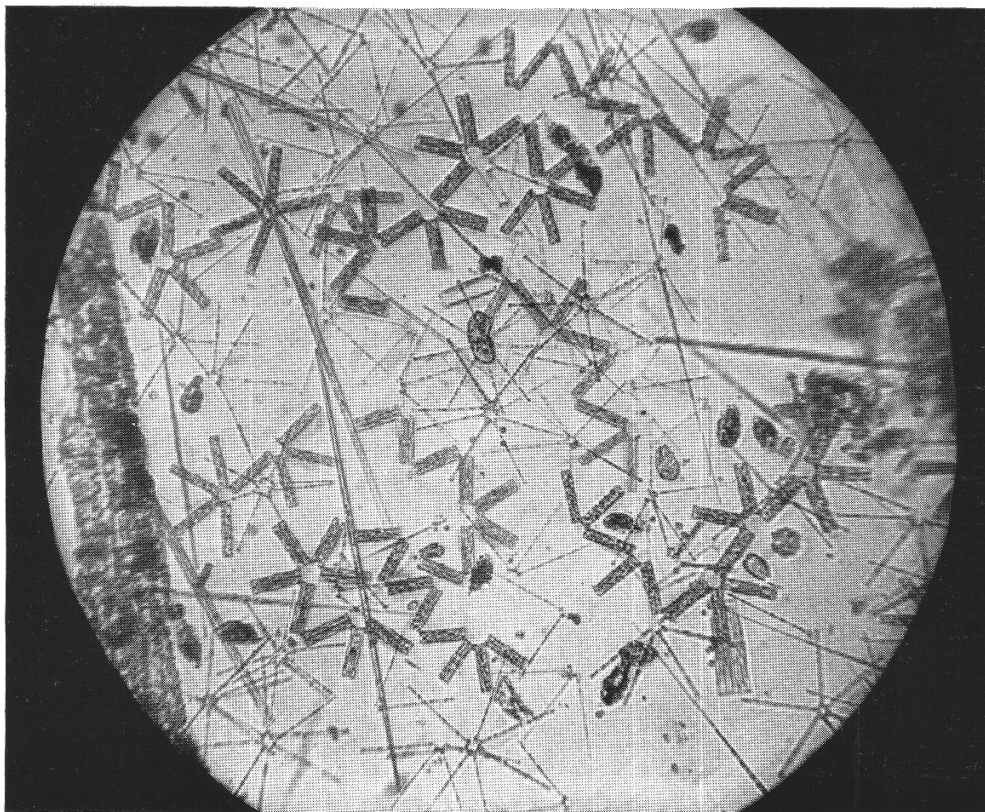


Abbildung 23
Plankton mit vorwiegend *Tabellaria fenestrata* und *Asterionella gracillima*

Tafel 7



Abbildung 26

Glatt unterhalb der Einmündung des Leutschenbaches. 15. September 1933, ca. 16 Uhr
Massenhafte Entwicklung von *Potamogeton natans* × *nodosus* und *Ranunculus fluitans*

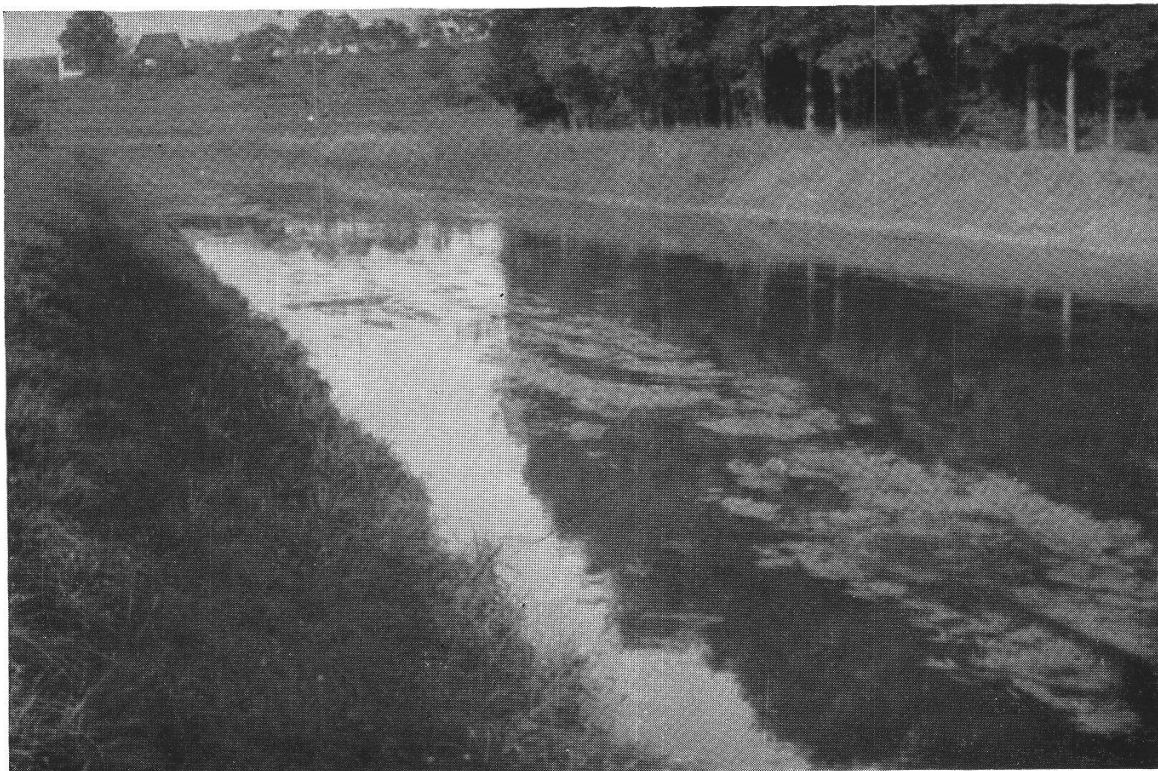


Abbildung 27

Glatt oberhalb Oberhausen. *Potamogeton natans* × *nodosus* und *Ranunculus fluitans*

Leica-Aufnahmen E. W.

Als weitere Planktonorganismen, die in grösserer Menge vorkamen, nennen wir :

Anabaena	Notholca longispina
Oscillatoria sp.	Anuraea cochlearis
Melosira	Anuraea aculeata
Diatoma vulgare	Asplanchna priodonta
Diatoma elongatum	Polyarthra platyptera
Tabellaria flocculosa	Colurella lepta
Cymatopleura	Nauplien
Nitzschia sp.	Cyclops
Closterium	Daphnia
Cosmarium	Bosmina longirostis
Staurastrum gracile	Diaptomus
Volvocales	
Pediastrum	

Erratisch traten im Plankton auf :

Sphaerotilus natans	Stigeoclonium
Cladotrix dichotoma	Cladophora
Zoogloea ramigera	
Oscillatoria limosa	Arcella vulgaris
Cocconeis pediculus	Chilodon cucullulus
Melosira varians	Colpidium colpoda
Synedra ulna	Euplotes charon
Navicula sp.	Vorticellen
Spirogyra	Acineta flava
Ulothrix	Nematoden
	kleine Chironomidenlarven

Dieses « Pseudo-Plankton » lässt nun bereits einen Rückschluss auf die Verunreinigung des Wassers zu. Da es aber aus der Ufer- und Bodenzone des Flusses stammt und sich von dort durch Losreissen in das freie Wasser « verirrt », besprechen wir seine diagnostische Bedeutung mit den übrigen Organismen des « Benthos ».

b) Die unbelebten Schwebestoffe (Abioseston).

Für die Beurteilung der Wasserbeschaffenheit ist es wichtig festzustellen, ob natürlicher Detritus oder künstlich dem Wasser zugeführte Verunreinigungsstoffe vorhanden sind. Der natürliche Detritus besteht aus organischen und anorganischen Stoffen. Es liessen sich im mikroskopischen Bild erkennen : Pflanzenfasern, Epidermiszellen, Holzreste, Teile von Planktonkrebsechen, Insektenreste, Vogelfederstrahlen und Gesteinsteilchen.

Ausser diesen durch natürliche Verunreinigung im Wasser vorkommenden Substanzen liessen sich aber auch solche nachweisen, die als spezifische Verunreinigungsindikatoren angesprochen werden müssen. Ihr Vorhandensein ist auf Verunreinigung des Flusses durch Abwasser zurückzuführen. Woll- und Baumwollfasern, auch Papierfasern liessen sich mit Ausnahme des Seeauslaufes an jeder Probenahmestelle gelegentlich feststellen. Kartoffelstärke kam schon vor den durch Abwasser stark belasteten Stellen vor, während die typischen, aus dem Darm stammenden,

durch Gallenfarbstoff gelb gefärbten Fleischmuskelfasern erst nach der Einmündung des Leutschenbaches nachweisbar waren. Aber schon bei Rümlang gelang der Nachweis dieses Fäkalindikators nicht mehr.

2. Die Keimzahlen.

Die Keimzählung wurde jeden Monat zweimal durchgeführt. Als Nährboden verwendeten wir Fleischextrakt-Pepton-Agar mit einem pH-Wert von 7,4—7,5. Gelatinenährböden ergeben im allgemeinen grössere Keimzahlen, doch wird dieser Vorteil durch das Auftreten von verflüssigenden Kolonien, namentlich durch das *Bact. fluorescens*, aufgehoben. Die Zählung erfolgte am fünften Tag.

Es gab eine Zeit, wo die Bedeutung der Keimzählung für Vorfluteruntersuchungen überschätzt wurde. Heute scheint man aber in das andere Extrem verfallen zu sein. Um zu einem brauchbaren Ergebnis zu gelangen, muss sich das endgültige Urteil auf möglichst viele Untersuchungsergebnisse stützen.

In der nachfolgenden Tabelle 52 sind die an den einzelnen Probenahmestellen gefundenen Keimzahlen im Jahresmittel eingetragen. Abbildung 24 veranschaulicht diese Verhältnisse in graphischer Darstellung. Schon bei Dübendorf lässt sich der Gehalt der Glatt an Abwasser mittelst der bakteriologischen Methode deutlich nachweisen, wobei die rechte Flußseite wesentlich stärker belastet erscheint als die linke. Der Einfluss des Leutschenbaches ist sehr deutlich sichtbar, indem die Keimzahl von zirka 10,000 plötzlich auf 150,000 ansteigt. Aber auch der Abwassereinlauf aus Wallisellen ist gut erkennbar. Bei der Oberhauser Brücke haben sich die beiden Abwasser mit dem Flusswasser offenbar schon gut vermischt, denn der Bakteriengehalt ist jetzt auf der linken Seite der Glatt wesentlich niedriger, hingegen auf der rechten Seite deutlich erhöht.

Tabelle 52.

Keimzahlen im Jahresmittel.

Probenahmestelle	Linke Flußseite	Rechte Flußseite
Seeausfluss	631	631
«Austria»	3648	9410
Neugut	6700	6300
Zwicky, unterhalb . . .	8460	8460
Leutschenbach, oberhalb	10900	9800
Leutschenbach, unterhalb	153800	60800
Oberhauser Brücke . . .	98100	78900
Glattbrugg, unterhalb . .	45800	38500
Rümlang	19073	22116
Oberglatt	22819	20233
Niederglatt	11970	11665
Hochfelden	12935	11275
Glattfelden, oberhalb . .	11010	10660
Glattfelden, unterhalb . .	5285	6638

Es erfolgt nun auf der kurzen Strecke bis Glattbrugg eine auffallend rasche Abnahme des Keimgehaltes. Im Stau bei Rümlang geht der Keimgehalt verglichen mit Glattbrugg um zirka 50% zurück, nimmt aber erst in Niederglatt wieder merklich ab, um dann bis vor Glattfelden ziemlich konstant zu bleiben. Der Zustand des Glattwassers bei der Einmündung des Flusses in den Rhein entspricht, nur nach der Keimzahl beurteilt, etwa dem Reinheitsgrad der Glatt bei der Probenahmestelle Neugut. Die Glatt hat also den beim Seeausfluss vorhandenen Reinheitsgrad 1 nicht mehr erreicht. Die übrigen Untersuchungen werden zeigen, ob man von einer vollständigen Selbstreinigung der Glatt sprechen kann oder nicht.

3. Die Traubenzucker vergärenden Bakterien. (Gasbildner.)

Bei diesem Untersuchungsverfahren werden Reagiergläser, die Traubenzuckerbouillon enthalten, mit verschiedenen Wassermengen 1, 0,1, 0,01 usw. cm^3 beschickt und zu 37° gestellt. Die kleinste in cm^3 angegebene Menge Wasser, welche noch Trübung und Gasbildung ergibt, bezeichnet man als Colititer. Weil nicht das *Bact. coli* im engeren Sinne bestimmt wird, ist die Bezeichnung Gastiter zutreffender. Der Gastiter 0,01 würde also bedeuten :

In $\frac{1}{100}$ cm^3 des untersuchten Wassers gelang es bei 37° Traubenzucker vergärende Bakterien nachzuweisen, in der dezimal folgenden Verdünnung $\frac{1}{1000}$ cm^3 hingegen nicht mehr. Oder mit andern Worten, in einem cm^3 des untersuchten Wassers waren *mindestens* 100, aber weniger als 1000 Gasbildner nachweisbar. Die reziproken Werte des Titers ergeben also die Minimalzahlen der im cm^3 Wasser nachweisbaren Gasbildner. Für den Nachweis der Belastung des Flusses mit häuslichem Abwasser und den Verlauf der Selbstreinigung auf der ganzen Flussstrecke geben solche Ergebnisse ein zuverlässiges Bild, wie aus der Tabelle 53 und Abbildung 25 ersichtlich ist.

Das Ergebnis der Ermittlung der Gasbildner zeigt eigentlich das wirklichere Bild von der Belastung des Flusses durch häusliches Abwasser, als dasjenige der Keimzahlbestimmung. Wie schon bemerkt, erfasst man mit der Bestimmung der Keimzahl auch Verunreinigungen allgemeiner Art, während diese Methode als spezifischer für den Nachweis von häuslichem Abwasser angesehen werden muss.

Die ermittelten Zahlen ergeben, dass die Glatt das Abwasser schon im Stau von Rümlang zum grossen Teil bewältigt hat. Sehen wir vom nochmaligen Ansteigen der Zahl der Gasbildner auf der linken Flußseite bei Oberglatt ab, so können wir sagen, dass der Zustand des Flusses bei Oberglatt, oder doch sicher bei Niederglatt, wieder demjenigen entspricht, wie er vor dem Einleiten der grossen Abwassermengen aus dem Leutschenbach und dem Schmutzgraben von Wallisellen war.

Tabelle 53.
Traubenzucker vergärende Bakterien bei 37°.
 (Gasbildner.)

Probenahmestelle	Jahresmittel per cm ³ Wasser	
	linke Flußseite	rechte Flußseite
Seeausfluss	17	17
«Austria»	231	318
Neugut	141	228
Zwicky, unterhalb	202	202
Leutschenbach, oberhalb	284	121
Leutschenbach, unterhalb	3400	1040
Oberhauser Brücke	2900	2395
Glattbrugg, unterhalb	1810	968
Rümlang	325	423
Oberglatt	690	233
Niederglatt	204	153
Hochfelden	205	201
Glattfelden, oberhalb	201	254
Glattfelden, unterhalb	24	156

Vergleichen wir hingegen die letzte Probenahmestelle, also kurz vor der Einmündung der Glatt in den Rhein, mit dem Zustand des Flusses bei der ersten Probenahmestelle, so ergibt sich auch hier die Schlussfolgerung, dass der Reinheitsgrad 1 des Seeausflusses *nicht* mehr erreicht wurde.

C. Die ruhenden Lebensbezirke.

Die zwei grossen ruhenden Lebensbezirke, das Ufer und der Grund, weisen einzelne enger begrenzte Lebensstätten oder Biotope auf. Als solche kommen in Betracht: Pflanzen, Steine, Pfähle usw. Die am Ufer und am Grunde des Flusses sich festsetzenden oder kriechenden Organismen fasst man ganz allgemein unter dem Begriff *Benthos* zusammen. Die Lebewesen der einzelnen Biotope unterteilt *Steinmann* weiter in: *Nereiden*, das sind Bewohner, die auf toten Substraten, vorwiegend auf Steinen, vorkommen (es gibt sessile und mobile Nereiden), ferner solche, die untergetauchte Pflanzen bewohnen, *Phytophile*, und die Tiere der Sand- und Schlammablagerungen, *Limicole*.

Je grösser ein Gewässer ist, um so leichter und klarer lassen sich die ursächlichen Beziehungen zwischen physikalischen und biologischen Verhältnissen erkennen. Die einzelnen Lebensbezirke und die sie bewohnenden Lebensgemeinschaften sind viel schärfer ausgeprägt bei Strömen und Seen, als in Flüssen und Bächen. Wir verzichten aus diesem Grunde auf eine Unterscheidung der Bewohner einzelner Lebensstätten und stellen der grossen Organismengruppe des *Benthos*, einschliesslich der höhern, bewurzelten Wasserpflanzen, die Schlammbewohner gegenüber. Zur Beurteilung des Verunreinigungszustandes der

Belastung der Glatt durch eingeleitete Abwässer auf der Strecke: Greifensee - Einmündung in den Rhein..

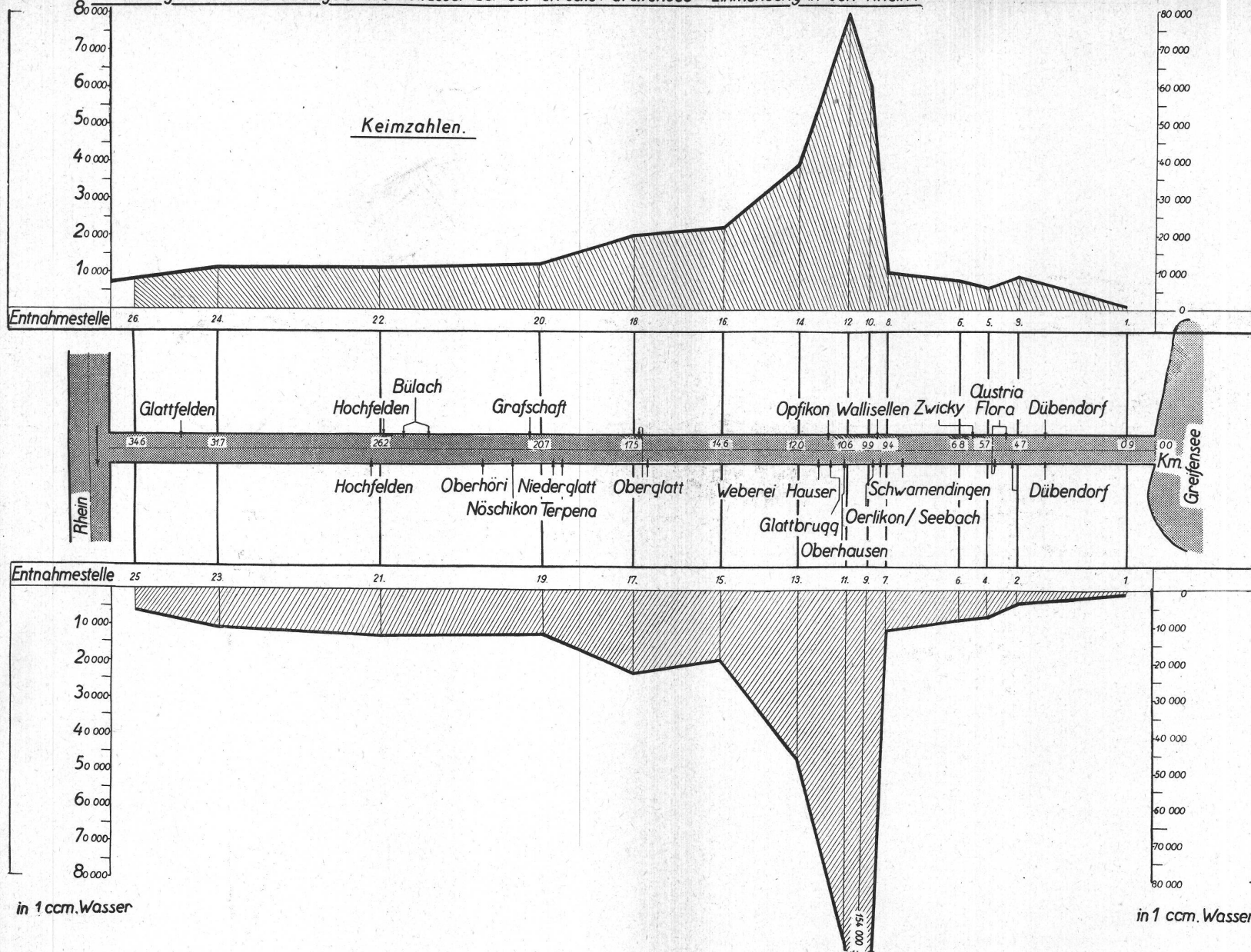


Abbildung 24.

Belastung der Glatt durch eingeleitete Abwässer auf der Strecke: Greifensee - Einmündung in den Rhein.

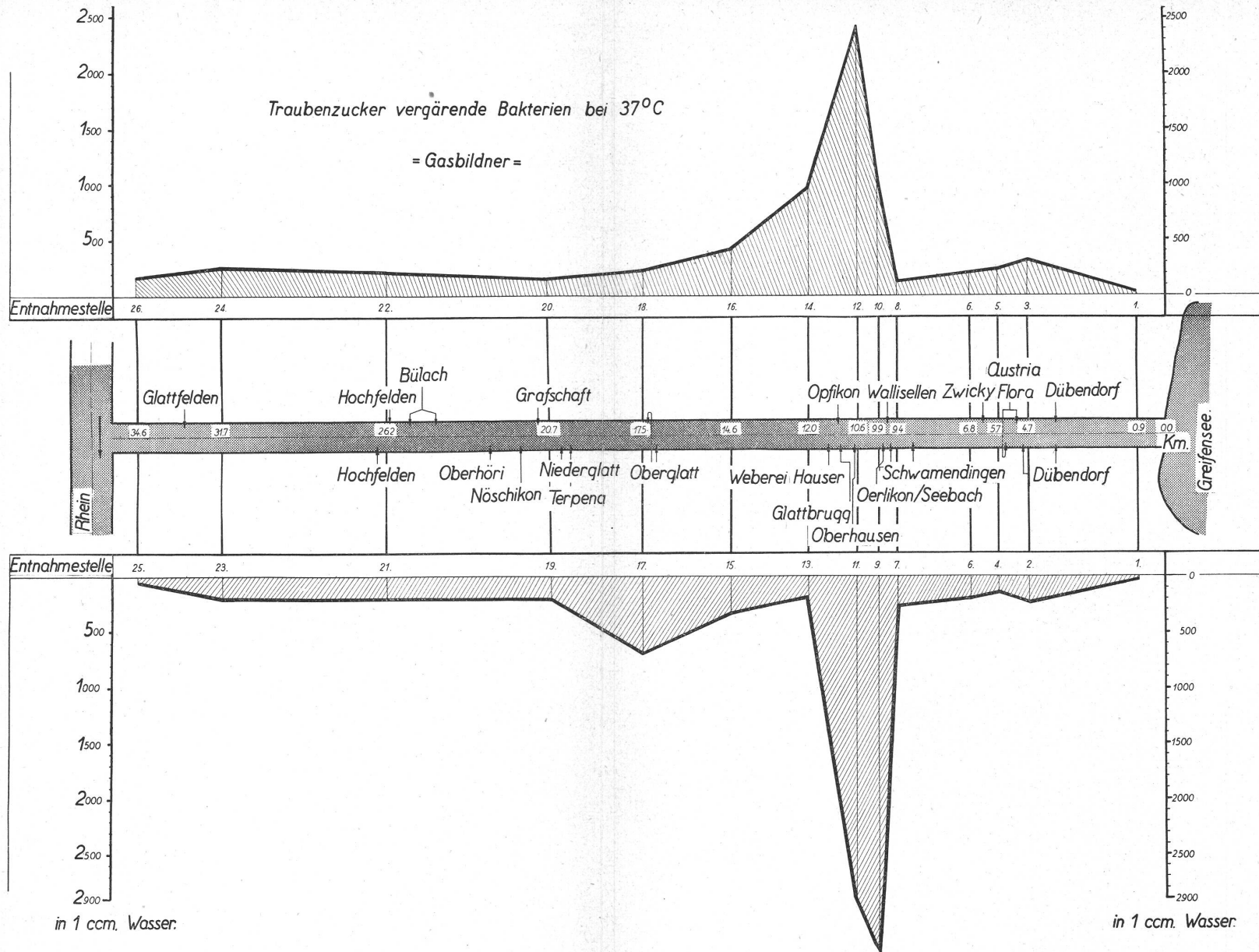


Abbildung 25.

Glatt werden sowohl die Lebensgemeinschaften als auch einzelne Organismen als Leitformen berücksichtigt. Bei der Heranziehung der Leitformen für die Urteilsbildung haben wir namentlich auf die Häufigkeit ihres Auftretens abgestellt. Von diagnostischem Wert sind namentlich jene Einzelorganismen, die sich durch ihr massenhaftes oder doch sehr häufiges Auftreten auszeichnen.

Die Lebensgemeinschaften geben gemeinsam mit den vorhandenen Leitformen ein Bild über den Verunreinigungszustand der einzelnen Probenahmestellen. Ausser der Artenzusammensetzung der Biozönose spielen auch der Organismenreichtum, das Vorherrschen einzelner Arten, wie überhaupt die allgemeinen Häufigkeitsverhältnisse in der Gemeinschaft eine Rolle. Stark verunreinigte Stellen weisen gewöhnlich eine gleichförmige, artenarme, dafür aber in den vorkommenden Arten sehr individuenreiche Lebensgemeinschaft auf.

Biologische Charakteristik der einzelnen Probenahmestellen.

Die Beschreibung der einzelnen Probenahmestellen erfasst den Gesamteindruck, wie er sich als Durchschnitt des ganzen Jahres ergibt. Dasselbe gilt auch für den Schlamm. Die Schilderung seiner Beschaffenheit gilt für alle während des Jahres gefassten Schlammproben. Starke Abweichungen in der Zusammensetzung wurden speziell hervorgehoben.

1. Strassenbrücke Fällanden—Schwerzenbach (Seeausfluss).

Benthos.

Oscillarien (Blaualgae)		Planaria lugubris (Strudelwurm)	
<i>Fragilaria capucina</i> massenhaft!		Limnaea ovata	} (Schnecken)
Tabellaria fenestrata	} (Kieselalgen)	Limnaea stagnalis	
» flocculosa		Bythia tentaculata	
Diatoma vulgare		Planorbis	
Melosira spec.		Potamanthus luteus häufig!	
Synedra delicatissima		(Eintagsfliegenlarve)	
Synedra ulna		Odontocerum albicorne	} (Köcherfliegenlarve)
Draparnaldia plumosa ¹	} (Grünalgen)	Stenophylax latipennis	
Cladophora glomerata			
Fontinalis antipyretica (Moos)			
Elodea canadensis (Wasserpest)			
Potamogeton crispus (Laichkraut)			
Myriophyllum spicatum (Tausendblatt)			

Schlamm: Meistens sandig bis sandig-lehmig. Normaler bis leicht fauliger Geruch. Durch ein Millimetersieb wenig absiebbar. Siebrückstand: Holz und Pflanzenreste, Molluskenfragmente, Fischkot. Organismen: Tubifex (Schlammwürmer), Sphaerium (Kugelmuschel) häufig! Vereinzelt Larven von Sialis flavilatera (Schlammfliege).

¹ Durch P. D. Dr. O. Jaag, Zürich, in freundlicher Weise bestimmt.

Charakteristisch: Im Winter färbten Kieselalgen das ganze Flussbett sowie Steine und Pflanzen intensiv braun. Die Kieselalge *Fragilaria capucina* machte mengenmässig den Hauptanteil aus. Obschon diese Alge als Planktonorganismus angesprochen werden muss, bedeckte sie doch in grossen Mengen alle Gegenstände, die im Wasser lagen. Sie wird von K o l k w i t z als oligosaprob bezeichnet. Im Frühling wurde die Braunfärbung durch intensiv grüne, festsitzende Rasen von *Draparnaldia plumosa* unterbrochen. Auch diese Alge wird zu den Oligosaprobien gerechnet. Der übrige Pflanzenbestand tritt auch im Sommer nicht sehr stark auf. Bei den tierischen Organismen war vor allem auffällig, dass der Flohkrebs *Gammarus pulex* nicht gefunden werden konnte, obschon er bei anderen Probenahmestellen geradezu in riesigen Mengen auftrat. Diese Probenahmestelle muss biologisch als ziemlich eintönig bezeichnet werden. Von den tierischen Organismen traten mit Ausnahme der Eintagsfliegenlarve *Potamanthus luteus* keine durch häufiges Vorkommen hervor. Das Vorkommen von Schlamm ist nur auf einige günstige Ablagerungsstellen beschränkt. Die organische, abbaufähige Substanz kann sich offenbar lokal teilweise so stark anhäufen, dass Tubificiden und auch die gegen Verunreinigung wenig empfindliche Kugelmuschel *Sphaerium* sich ansiedeln.

2/3. Dübendorf « Austria ».

Es wurden Proben auf der linken und rechten Flußseite gesondert entnommen. Auf eine getrennte Darstellung der biologischen Befunde bis zur Probenahmestelle « Leutschenbach unterhalb » wurde verzichtet, da ein wesentlicher Unterschied im Pflanzen- und Tierbestand nicht festgestellt werden konnte.

Benthos.

Oscillatoria limosa (Blualge)	Nematoden (Fadenwürmer)	
Diatomeen (Kieselalgen)	Planaria lugubris (Strudelwurm)	
Cladophora glomerata (Grünalge)	Bythinia tentaculata	} (Schnecken)
Elodea canadensis (Wasserpest)	Limnaea ovata	
Potamogeton crispus	Planorbis	} sehr häufig (Larven von
» lucens	Ectyurus	
» perfoliatus	Potamanthus luteus	
Glyceria fluitans (Süssgras)		} Eintags- fliegen)
Miriophyllum spicatum (Tausendblatt)	Agrion (Wasserjungferlarve)	
	Hydropsyche lepida	} häufig! (Köcherfliegenlarve)
	Rhyacophila vulgaris	
	Schnakenlarven	
	Kleine weisse und rote	} (Zuck- mücken)
	Chironomiden-Larven	

Schlamm: Grau bis dunkelgrau. Meistens sandig, sandig-lehmig. Geruch normal bis leicht faulig. Wenig absiebbar. Organismen: Fäden von Spirogyra und Cladophora; Tubifex, Herpobdella, Sphaerium, kleine

weisse und rote Chironomidenlarven. Unbelebtes : Pflanzenreste, Molluskenfragmente, Fischkot.

Charakteristik : Kieselalgen geben im Winter und im Frühling dem ganzen Flussbett die charakteristische Braunfärbung. Oft sind mit den Diatomeen auch Oscillatorien vergesellschaftet, die an sonnigen Frühlingstagen infolge Assimilations- und Gärtätigkeit gelegentlich als Oscillatorien-Diatomeen-« Fladen » an die Oberfläche aufsteigen. Der Bestand an höheren Pflanzen ist viel üppiger als bei der ersten Probenahmestelle. Unter den tierischen Organismen treten hauptsächlich die Eintagsfliegenlarve *Potamanthus luteus* und die Köcherfliegenlarve *Rhyacophila* hervor. Diese beiden tierischen Lebewesen sind als Leitformen nicht näher beschrieben. Wir zählen sie zu den schwach mesosaproben Organismen. Der Schlamm ist nicht besonders charakteristisch.

4/5. Strassenbrücke oberhalb Neugut.

Bei dieser Probenahmestelle ist unter der linken Flußseite die eigentliche Glatt zu verstehen, während als die rechte Seite der Kanal aufzufassen ist. Das eigentliche Flussbett der Glatt ist bedeutend intensiver mit grünen Pflanzen bewachsen und beherbergt auch viel mehr Organismen als der Kanal.

Benthos.

Cladotrix dichotoma (Fadenbakterie)	Planaria lugubris	} (Würmer)
Synedra ulna	Lumbriculus variegatus	
Tabellaria flocculosa } (Kieselalgen)	Herpobdella (Egel)	
Cladophora glomerata (Grünalge)	Limnaea ovata	} (Schnecken)
Fontinalis antipyretica (Quellmoos)	Bythinia tentaculata	
reichlich !	Ancylus	
Potamogeton crispus (Laichkraut)	Planorbis	
Glyceria fluitans (Süßgras)	Macrobiotus macronyx (Bärtierchen)	} (Köcherfliegenlarven)
Myriophyllum spicatum (Tausendblatt)	Ephemeridenlarven	
Ranunculus fluitans (Wasserhahnenfuss)	Rhyacophila vulgaris	
	Hydropsyche	
	Odontocerum albicorne	
	reichlich !	
	Schnakenlarven	
	Kleine weisse und rote Chironomidenlarven	
	Naucoris (Schwimmwanze) reichlich	

Schlamm : Meistens grau und sandig. Im Kanal zeitweise leicht fauliger Geruch und in der Glatt manchmal starker Parfümgeruch (chemische Fabrik « Flora »). Dieser Schlamm enthält wesentlich mehr feine Bestandteile, nämlich ungefähr 60% Absiebbares. Organismen : Herpobdella, Tubifex, Sphaerium, weisse Chironomidenlarven. Unbelebtes. Pflanzenreste, Molluskenfragmente, Fischkot.

Charakteristik : Die im Winter auffallende braune Färbung des ganzen Flussbettes war hier hauptsächlich durch die beiden Kieselalgen

Synedra ulna und Tabellaria flocculosa verursacht, während beim Seeausfluss Fragilaria capucina als Hauptursache erkannt wurde. Die eigentliche Glatt war hier sehr üppig mit Pflanzen bewachsen. Der Fluss führte meistens nur wenig Wasser und so konnten die Sonnenstrahlen sehr gut bis auf den Grund des Flussbettes gelangen, wo sie die Pflanzen zu starker Assimilationstätigkeit anregen. In grössern Beständen tritt erstmals der Wasserhahnenfuss Ranunculus fluitans auf. Als Zeichen schon etwas stärkerer Verschmutzung muss das Auftreten des Schlammegels Herpobdella (früher Nephelis vulgaris) gewertet werden. Er kommt aber nicht nur im Schlamm, sondern auch unter Steinen und an Pflanzen vor. Da aber sein Vorkommen noch keineswegs als häufig bezeichnet werden kann, tritt seine Bedeutung vorläufig noch in den Hintergrund. Die Schnecke Ancyclus konnte, obschon sie als Oligosaprobier angesprochen werden muss, merkwürdigerweise erst hier des öfters gefunden werden. Unter den Köcherfliegenlarven trat Odontocerum albicorne durch ihr häufiges Vorkommen hervor. Auch die Schwimmwanze Naucoris kam häufig vor.

6. Zwicky unterhalb.

Diese Probenahmestelle sollte den Einfluss der Färberei Zwicky auf das Glattwasser feststellen. Das eigentliche Flussbett der Glatt liegt hier fast trocken, während der Kanal sehr viel Wasser führt. Dieser Umstand erschwerte die biologische Untersuchung, da die Organismen auf und unter den Steinen im Kanal nicht gut gesammelt werden konnten. Zudem war das Wasser meistens dunkel gefärbt und liess ein gutes Erkennen des Grundes oft nicht zu.

An höheren Pflanzen traten bestandbildend auf : Fontinalis, Elodea und Myriophyllum spicatum. In dem an ihnen anhaftenden Detritus liessen sich hauptsächlich Diatomeen, Cladotrix dichotoma, Ciliaten und das Rädertier Callidina elegans nachweisen. Vereinzelt traten ferner noch der Wurm Lumbriculus variegatus und die Egel Herpobdella und Glossosiphonia, die Schnecken Limnaea ovata und Bythinia tentaculata auf. Zum erstenmal konnte in grösserer Menge die Wasserassel Asellus aquaticus gefunden werden.

Der sandige *Schlamm*, der meist ein grauschwarzes Aussehen und einen leicht fauligen Geruch aufwies, beherbergte Tubificiden und Chironomiden, ferner viele gröbere Pflanzenreste, organischen Detritus, Papier, Schneckenschalen, Köcherfliegengehäuse und Fischkot.

Charakteristik : Die zunehmende Verschmutzung der Glatt ist schon makroskopisch erkennbar. Der Verschmutzungszustand ist allerdings in Wirklichkeit nicht so schlimm, wie es bei äusserlicher Betrachtung den Anschein hat. Der schlechte Eindruck wird hauptsächlich durch den durch Farbwässer dunkel gefärbten Untergrund erweckt. Der sich stellenweise ablagernde Schlamm, sowie der an Pflanzen und sonstigen

festen Gegenständen haftende Detritus weisen allerdings keine gute Beschaffenheit auf. Im Detritus kam *Cladothrix dichotoma* zeitweise häufig vor und im Schlamm und namentlich an den höheren Pflanzen ist das Auftreten der Wasserassel als ein Zeichen leichter Verschmutzung anzusehen.

7/8. Leutschenbach oberhalb.

Diese Probenahmestelle ergibt den biologischen Zustand der Glatt, bevor sie durch die grossen Schmutzwässer von Oerlikon und Wallisellen belastet wird.

Benthos.

Cladothrix dichotoma (Fadenbakterie)	Vorticellen	} (Wimper- tierchen)
Oscillatoria limosa (Blaualge)	Colpidium colpoda	
Fragilaria capucina	Aspidisca lynceus	} (Egel)
Synedra ulna	Nematoden (Fadenwürmer)	
Cymatopleura	Herpobdella	} (Schnecken)
Nitzschia	Glossosiphonia	
Cladophora glomerata (Grünalge)	Limnaea ovata	} (Schnecken)
Fontinalis antipyretica (Quellmoos)	Bythinia tentaculata	
Elodea canadensis (Wasserpest)	Ancylus	
Myriophyllum spicatum (Tausendblatt)	Planorbis	
	Gammarus pulex (Flohkrebs)	
	Asellus aquaticus (Wasserassel)	
	Potamanthus luteus reichlich!	
	(Eintagsfliegenlarve)	
	Hydropsyche	} (Köcherflie- genlarven)
	Odontocerum albicorne	
	Trichoptera species	
	Simulium (Kriebelmücken)	
	Weisse und gelbe Chironomiden (Zuckmücken)	
	Wanzen	
	Naucoris	

Schlamm: Sandig bis erdig. Grau bis dunkelgrau. Meistens leicht fauliger Geruch. Organismen: Herpobdella, Tubifex, weisse und zeitweise reichlich rote Chironomiden, Sialis flavilatera. Unbelebtes: Gehäuse von Odontocerum. Kugelmuschel und Bythiniaschalen, Samenkörner, Pflanzenreste, Papierfetzen, Fischkot.

Charakteristik: Der an den Pflanzen anhaftende Detritus lässt bei mikroskopischer Betrachtung die typischen Fäden von *Cladothrix dichotoma* erkennen. Mit ihnen vergesellschaftet kommen Vorticellen, ferner *Colpidium colpoda*, *Aspidisca lynceus* und Nematoden vor. Diese Gesellschaft weist darauf hin, dass der Fluss hier doch schon wesentlicher verunreinigt ist als an der ersten Probenahmestelle. Von den höheren tierischen Organismen ist namentlich die Eintagsfliegenlarve *Potamanthus luteus* wieder stark vertreten. Diese Larve wurde schon auf der rechten Flußseite bei der « Austria » Dübendorf in grosser Menge gefunden. Die bakteriologische Untersuchung ergab dort deut-

lich eine stärkere Verschmutzung des Flusses durch Abwasser. Auch das stellenweise reichliche Vorkommen von roten Chironomidenlarven im Schlamm zwingt zu dem Schluss, dass die Glatt unmittelbar oberhalb der Einmündung der Hauptabwassermenge schon merklich verunreinigt ist, was aber erst mit feineren Methoden nachgewiesen werden kann.

9/10. Leutschenbach, unterhalb.

An dieser und an den zwei nächsten Probenahmestellen müssen wir die linke und rechte Flußseite gesondert beschreiben, da der Hauptabwasserstrom, der Leutschenbach, der auf der linken Seite der Glatt einmündet, das biologische Bild eine Strecke weit total verändert. Der viel kleinere Abwasserbach aus Wallisellen hat einen bedeutend geringeren umgestaltenden Einfluss auf den Vorfluter.

Linke Flußseite.

Benthos.

Sphaerotilus natans reichlich!
makroskopisch sichtbar!
Leptomitus lacteus (Abwasserpilze)
Cladophora glomerata (Grünalge)
Potamogeton natans × nodosus
massenhaft!
Glyceria fluitans
Myriophyllum spicatum (Tausendblatt)

Vorticelen	}	(Wimper- tierchen)
Paramaecien		
Colpidium colpoda		
Ciliaten species		
Nematoden (Fadenwürmer)		
Herpobdella (Egel)		
Limnaea ovata (Schlammschnecke)		
massenhaft!		
Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)		
Kleine weisse Chironomidenlarven		
reichlich!		

Schlamm: Schwarzbraun bis grauschwarz, fauliger Geruch, zeitweise Schwefelwasserstoffgeruch. Ungefähr 30 % absiebbar. Im Rückstand Pflanzenreste, Papierfetzen, Küchenabfälle. Organismen: Massenhaft Limnaea ovata. Sehr häufig Herpobdella, Haemopsis sanguisuga und Tubifex. Weniger häufig rote Chironomidenlarven.

Charakteristik: Diese Probenahmestelle weist eine viel gleichförmigere und artenarme, in den vorkommenden Arten aber sehr individuenreiche Lebensgemeinschaft auf als die bisherigen. Das äussere Aussehen des Flusses zeigt allerdings auf den ersten Blick, dass er stark mit Abwasser vermengt ist. Der an den Pflanzen und sonstigen Gegenständen haftende Detritus ist schleimig und unappetitlich. Das mikroskopische Bild ergibt nun die typischen Sphaerotilusfäden, an Stelle des früher gefundenen Cladotrix dichotoma. Gelegentlich konnte auch die Saprolegniacee Leptomitus lacteus gefunden werden. Der ganze Boden sowie die Steine waren ganz dicht von der Schnecke Limnaea ovata bedeckt. Obschon diese Schnecke als Ubiquist (nach Helfer Pantosaprobier) bezeichnet wird, so zeigt sie hier durch ihr massenhaftes Auftreten stark verschmutztes Wasser an. Der Egel Herpobdella weist bekanntlich bei reichlichem Auftreten ebenfalls auf verunreinigtes Wasser

hin. Der unechte Pferdeegel *Haemopsis sanguisuga* fühlte sich in dieser Zone auch besonders wohl. *Tubifex* tritt nun regelmässig und stellenweise in grösseren Anhäufungen auf. — Von den pflanzlichen Organismen ist das massenhafte Auftreten von *Potamogeton natans* L \times *nodosus* Poir. (s. Abb. 26—29¹) in grossen flutenden Büscheln auffällig. Diese Pflanze reagiert ganz deutlich auf die Verschmutzung durch das Abwasser des Leutschenbachs. Das Vorkommen von *Cladophora* beweist dem Laien, dass auch an stark verschmutzten Stellen gewisse Grünalgen existieren können. Eine Abwaspilzwucherung durch *Sphaerotilus* oder *Leptomitus* in grossem Ausmass findet nicht statt!

Rechte Flußseite.

Benthos.

Sphaerotilus natans makroskopisch sichtbar!	Paramaecien	} (Wimperinfusorien)
Fontinalis antipyretica	Chilodon cucullus	
Elodea canadensis	Colpidium colpoda	} (Egel)
Potamogeton perfoliatus	Herpobdella	
» natans \times nodosus	Glossosiphonia	} (Schnecken)
Myriophyllum spicatum	Limnaea ovata	
Polygonum amphibium	Bythinia tent.	} (Schnecken)
	Planorbis	
	Potamanthus luteus häufig!	
	Köcherfliegenlarven	

Schlamm: Grauschwarz bis schwarz. Fauliger Geruch, zeitweise Petrolgeruch. Etwa 30 % absiebbar. Rückstand: Pflanzenreste, Papier, Molluskenfragmente. Organismen: reichlich *Tubifex* und *Chironomus plumosus*. Weniger häufig *Limnaea ovata*, *Planorbis*, *Sphaerium*, *Bythinia*, *Herpobdella*, weisse Chironomiden.

Charakteristik: Diese Probenahmestelle ist vom Abwasser des Leutschenbachs wahrscheinlich noch gar nicht beeinflusst. Die Verschmutzung ist zum weitaus grössten Teil nur auf das zufließende Abwasser aus Wallisellen zurückzuführen. Der Verschmutzungsgrad ist wesentlich kleiner als auf der linken Flußseite. Absolut genommen ist er allerdings nicht gering, denn im Schlamm sind *Tubifex* und *Chironomus plumosus* vorwiegend vorhanden. An den Pflanzen liessen sich *Sphaerotilus* im Verein mit *Paramaecien*, *Chilodon cuc.* und gelegentlich auch *Colpidium colpoda* nachweisen. Das Vorkommen von *Glossosiphonia* und das häufige Auftreten von *Potamanthus luteus* lassen aber doch den Rückschluss zu, dass die Glatte durch das Abwasser aus Wallisellen weniger belastet wird als durch den Leutschenbach. Aus dieser Tatsache darf aber nicht etwa die Schlussfolgerung gezogen werden, dass das Abwasser aus Wallisellen weniger Schmutzstoffe enthält als dasjenige von Örlikon, sondern die Ursache liegt im Verdünnungsver-

¹ In freundlicher Weise bestimmt durch Herrn Dr. Walo Koch, Zürich. Die Abb. 26 und 27 befinden sich auf Tafel 7, die Abb. 28 und 29 auf Tafel 8.

hältnis Abwasser zu Vorfluter, das beim Walliseller Abwasser ein beträchtlich grösseres ist als bei demjenigen, welches der Leutschenbach zuführt.

11/12. Oberhauser Brücke.

Bei der Oberhauser Brücke haben sich die beiden Abwasser mit dem Vorfluter schon gut vermischt, so dass sowohl auf der linken wie auf der rechten Flußseite mit dem Einfluss beider Abwässer zu rechnen ist.

Benthos.

Sphaerotilus natans makroskopisch sichtbar	Carchesium polyp.	}	(Infusorien)
Cladophora glomerata	Colpidium colpoda		
Fontinalis	Lionotus fasciola		
Elodea canadensis	Euplotes charon		
Potamogeton natans × nodosus massenhaft !	Stylonychia mytilus	}	(Schnecken)
Potamogeton perfoliatus	Herpobdella (Egel)		
Ranunculus fluitans	Limnaea ovata	}	(Köcherfliegenlarven)
	Planorbis		
	Ancylus		
	Asellus aquaticus (Assel)		
	Potamanthus (Eintagsfliegenlarve)		
	Hydropsyche	}	(Köcherfliegenlarven)
	Rhyacophila		
	Trichopteren sp.		

Schlamm : Dunkel, faulig, ölig. Viel organisches Material, Molluskenfragmente. Organismen : Massenhaft Limnaea ovata, sehr reichlich Haemopsis sanguisuga und Sphaerium. Weniger häufig Tubifex und Herpobdella.

Charakteristik : Das biologische Bild ist ganz ähnlich demjenigen der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb, linke Seite. Ausser dem massenhaften Auftreten von Limnaea ovata ist hier die Kugelmuschel Sphaerium stark vertreten, die von Kolkwitz als *a m* bezeichnet wird. Auch bei Betrachtung der mikroskopischen Lebewelt kann keineswegs von einer Abnahme des Verschmutzungsgrades gesprochen werden.

13/14. Glatbrug unterhalb Teppichfabrik Hauser.

Linke Flußseite.

Benthos.

- Sphaerotilus natans nur noch mikroskopisch nachweisbar !
- Planaria lugubris (Strudelwurm)
- Herpobdella sehr reichlich !
- Limnaea ovata reichlich ! (Schlammschnecke)
- Asellus aquaticus (Wasserassel)
- Calopteryxlarve (Wasserjungferlarve)

Höhere Pflanzen.

- Elodea canadensis
- Fontinalis antipyretica
- Glyceria fluitans

Schlamm : Grau, zeitweise braun, leicht faulig, Organismen: massenhaft Tubifex, sehr viel Herpobdella. Ferner kamen vor, Limnaea ovata, Sphaerium, kleine rote Chironomidenlarven.

Charakteristik : Die linke Flußseite ist immer noch stark verschmutzt. Eine beginnende Besserung kann durch den Umstand wahrgenommen werden, dass Sphaerotilus nicht mehr makroskopisch sichtbar auftritt. Auch vorkommende Strudelwürmer und Libellenlarven deuten auf eine beginnende Besserung hin.

Rechte Flußseite.

Benthos.

Sphaerotilus	mikroskopisch nachweisbar	
Herpobdella		} (Egel)
Haemopsis sanguisuga		
Glossosiphonia	reichlich!	} (Schnecken)
Limnaea ovata	reichlich!	
Bythinia tentaculata		
Gammarus pulex	(Flohkrebs)	
Hydropsyche		} (Köcherfliegenlarven)
Odontocerum albicorne		
Elodea canadensis	(Wasserpest)	
Potamogeton perfoliatus		} (Laichkräuter)
»	crispus	
»	natans × nodosus	
Glyceria fluitans		
Ranunculus fluitans	(Wasserhahnenfuss)	
Myriophyllum spicatum	(Tausendblatt)	

Schlamm : Wie linke Flußseite.

Charakteristik : Die rechte Flußseite lässt doch schon deutlich die zunehmende Selbstreinigung erkennen. Obschon namentlich der Schlamm noch auf eine verhältnismässig starke Verschmutzung schliessen lässt, weisen doch eine Reihe von Merkmalen auf eine Besserung hin. Die Schnecke Limnaea ovata ist zwar immer noch reichlich vorhanden, sie geht aber an Zahl doch sehr stark zurück. Der Egel Herpobdella tritt gegenüber Glossosiphonia ebenfalls zurück. Es erscheint der erste Gammarus, der allerdings auch vor dem Einlauf des Leutschenbachs (wahrscheinlich aus physikalischen Gründen) nur selten gefunden werden konnte. Der fast ausschliessliche Pflanzenbestand von Potamogeton fluitans hat sich stark gelichtet, es treten auch noch andere Potamogetonarten auf.

15/16. Rümlang bei der « Carba ».

Die Glatt wird bei der « Carba »-Fabrik gestaut.

Benthos.

- Sphaerotilus mikroskopisch!
- Fontinalis
- Planaria lugubris (Strudelwurm)

Herpobdella	}	(Egel)
Haemopsis sang.		
Glossosiphonia		
Limnaea ovata	}	(Schnecken)
Planorbis		
Bythinia tentaculata		
Gammarus reichlich!		
Asellus aquaticus	}	(Köcherfliegenlarven)
Hydropsyche		
Trichoptera sp.		
Elodea canadensis		
Potamogeton lutens		
» natans	×	nodosus nur noch spärlich vorhanden

Schlamm: Graubraun bis grauschwarz, fauliger Geruch, viel absiebbar (zirka 80 %). Siebrückstand: Holz, Pflanzenreste, Samenkörner, Schneckenschalen. Organismen: Reichlich Tubifex, Herpobdella, Limnaea ovata, Sphaerium, rote Chironomidenlarven.

Charakteristik: Die Verschmutzungsanzeiger treten zahlenmässig nicht mehr hervor. Gammarus überwiegt zahlenmässig die anderen Organismen. Potamogeton fluitans tritt nur noch spärlich auf. Stellenweise erscheinen schöne Fontinaliswiesen. Die Beschaffenheit des Schlammes ist immer noch schlecht. Wir befinden uns im Hauptabbaugebiet, was deutlich aus der starken Zunahme der Feinheit des Schlammes hervorgeht. Das durch ein Millimetersieb Absiebbare beträgt zirka 80 % gegenüber 30—50 % bei den früheren Probenahmestellen.

17/18. Oberglatt, gedeckte Brücke.

Benthos.		
Sphaerotilusfäden mikroskopisch nachweisbar		Chilodon cuc.
Fragilaria capucina	} (Kieselalgen)	Lionotus fasc.
Navicula sp.		Vorticellen
Cladophora glomerata (Grünalge)		Euplotes charon
Fontinalis antipyretica (Moos)		Callidina elegans (Rädertier)
Elodea canadensis (Wasserpest)		Dendrocoelum lacteum
Potamogeton perfoliatus	} (Laichkräuter)	Herpobdella
» crispus		Glossosiphonia
» natans		Haemopsis sang.
» nodosus		Bythinia tentaculata
Glyceria fluitans		Ancylus sehr häufig!
Myriophyllum spicatum (Tausendblatt)		Sphaerium
Lemna (Wasserlinse) in stagnierendem Wasser		Planorbis
		Gammarus massenhaft!
		Hydropsyche reichlich!
		Trichoptera sp.

Schlamm: Grau bis dunkelgrau, sandig, leichter bis stärker fauliger Geruch. Viel Absiebbares. Organismen: *Tubifex* reichlich, *Sphaerium*, *Limnaea ovata* spärlich, rote Chironomidenlarven.

Charakteristik: Der an den Pflanzen und an festen Gegenständen anhaftende Detritus weist immer noch eine wesentliche Verschmutzung

auf. Bei den höheren tierischen Organismen hingegen macht sich die fortschreitende Selbstreinigung deutlich bemerkbar. *Limnaea ovata* tritt nur noch spärlich auf, dafür gelangt *Ancylus* zu starker Entwicklung. *Gammarus* zeigt Massenvorkommen, so dass man ihn bisweilen in einem Gefäss in grosser Menge aus dem Wasser schöpfen konnte.

Der Schlamm zeigt immer noch reichliche Mengen *Tubifex* und auch die Kugelmuschel ist ziemlich häufig vorhanden. Er kann noch nicht als normaler Flußschlamm bezeichnet werden.

19/20. Strassenbrücke Niederglatt-Grafschaft.

Benthos.

Sphaerotilusfäden mikroskopisch nachweisbar	Carchesium polyp.	} (Wimper- tierchen)
Fontinalis	Lionotus fasciola	
Elodea canadensis	Euplotes charon	} (Strudel- würmer)
Ranunculus fluitans reichlich!	Stylonychia	
Myriophyllum spicatum	Dendrocoelum lact.	} (Egel)
	Planaria lugubris	
	Glossosiphonia	} (Schnecken)
	Herpobdella	
	Haemopsis sang.	
	Limnaea ovata	} (Schnecken)
	Bythinia tentac.	
	Planorbis	
	Gammarus reichlich!	
	Asellus aquaticus	
	Ephemerella ignita (Eintagsfliegenlarve)	
	Hydropsyche	} (Köcherfliegenlarve)
	Rhyacophila	
	Weisse Chironomiden	sehr reichlich!

Schlamm: An dieser Probenahmestelle liegt nur sehr wenig Schlamm. Wo er sich anhäufen kann, ist seine Beschaffenheit nicht schlecht. Die Farbe ist braun, Konsistenz sandig, Geruch normal; zirka 60 % absiebbar, Siebrückstand besteht hauptsächlich aus Molluskenfragmenten. An Organismen sind nur einige Tubificiden und die Kugelmuschel *Sphaerium* vorhanden.

Charakteristik: Obschon der Fluss von blossem Auge gesehen einen durchaus günstigen Eindruck erweckt und auch der spärlich vorhandene Schlamm bereits als normaler Flußschlamm angesprochen werden kann, zeigt das mikroskopische Bild der namentlich den Pflanzen anhaftenden feinen Schlammstoffe eine Lebensgemeinschaft, die noch Abwassercharakter besitzt. In diesem Material fühlen sich offenbar die kleinen weissen Chironomidenlarven sehr wohl, denn sie kommen in grösserer Menge an den Pflanzen vor. Fasst man das ganze « Benthos » ins Auge, so kann man doch deutliche Anzeichen der fortgeschrittenen Selbstreinigung wahrnehmen. Die Planarien werden häufiger, auch Eintagsfliegen- und Köcherfliegenlarven beleben den Flussboden. An Zahl überwiegt *Gammarus* die anderen tierischen Organismen.

21/22. Strassenbrücke Hochfelden.

Benthos.

Sphaerotilusfäden noch vereinzelt mikroskopisch wahrnehmbar	Dendrocoelum lact.	} (Strudelwürmer)
Nitzschia sp.	Planaria lugubris	
Amphora sp.	Herpobdella	} (Egel)
Cladophora glomerata (Grünalgen)	Glossosiphonia	
Fontinalis antipyr. (Moos)	Limnaea ovata	} (Schnecken)
Elodea canadensis	Ancylus	
Glyceria fluitans	Planorbis	
Ranunculus fluitans	Gammarus	
Myriophyllum spicatum	Ephemerella ignita (Eintagsfliege)	
	Hydropsyche	} (Larven von Köcherfliegen)
	Stenophylax	
	Libellen Imagines	

Schlamm : Dunkelbraun bis grau, Geruch manchmal leicht faulig. Organismen : Tubifex, Herpobdella, Chironomiden, Sphaerium.

Charakteristik : Die mikroskopische Lebewelt im Detritus hat sich wesentlich geändert. Sphaerotilus ist nur noch vereinzelt wahrzunehmen. An Stelle der Ciliaten und Rotatorien treten immer mehr Kieselalgen. Der Schlamm lässt allerdings immer noch die Belastung des Flusses durch Abwasser erkennen.

23/24. Glattfelden oberhalb.

An dieser Probenahmestelle ist die Glatt wiederum ein wenig gestaut.

Benthos.

Sphaerotilus mikroskopisch vereinzelt feststellbar	Lionotus fasc.	} (Wimpertierchen)
Diatomeenarten	Euplotes charon	
Synedra ulna	Rotifer actinurus (Rädertierchen)	
Closterium	Nematoden (Fadenwürmer)	
Fontinalis	Herpobdella	} (Egel)
Elodea canadensis	Glossosiphonia	
Potamogeton crispus	Ancylus	} (Schnecken)
» perfoliatus	Planorbis	
Ranunculus fluitans	Bythinia tent.	
Myriophyllum spicatum	Asellus aquaticus (Assel)	
	Gammarus pulex (Flohkrebs)	
	Ectyurus	} (Larven von Eintagsfliegen)
	Ephemerella ignita	
	Perla cephalotes (Steinfliege)	
	Callopteryx	} Libellenlarven)
	Libellula	
	Hydropsyche	
	Köcherfliegenlarven	
	Gerris reichlich ! (Wasserschneider)	

Schlamm : Grau bis dunkelgrau; leicht fauliger Geruch; 70—90 % absiebbar. Enthält als Rückstand fast ausschliesslich Pflanzenreste. Organismen : Herpobdella, Tubifex, weisse und kleine rote Chironomiden, einige grosse Exemplare von Chironomus plumosus.

Charakteristik: Das Auftreten der Eintagsfliegenlarve *Ectyurus*, ferner der Larve der Uferfliege *Perla*, sowie der Wasserjungferlarven *Calopteryx* und *Libellula* ist ein deutliches Zeichen der zunehmenden Selbstreinigung des Flusses.

Auch der Schlamm ist jetzt wesentlich besser geworden. Es konnten im Siebrückstand keine Bestandteile gefunden werden, die auf ihre Herkunft aus Abwasser hätten schliessen lassen. Die Chironomiden und Tubificiden sind nur noch vereinzelt vorhanden. Dieser Schlamm weicht von der Beschaffenheit desjenigen der ersten Probenahmestelle nicht mehr stark ab.

25/26. Glattfelden unterhalb.

Wie auf Seite 299 beschrieben wurde, erhält die Glatt auf der linken Flußseite verschiedene kleinere Zuflüsse von sauberem Grundwasser, das im Winter eine wesentlich höhere Temperatur aufweist als das Flusswasser. Dieses Grundwasser machte sich augenfällig dadurch bemerkbar, dass an seinen Eintrittsstellen in den Fluss die Brunnenkresse *Nasturtium* und der aufgerichtete *Merk*, *Sium erectum*, in dichten Beständen zum Wachstum gelangten.

Benthos.

Sphaerotilusfäden vereinzelt mikroskopisch noch nachweisbar	<i>Planaria lugubris</i>	} (Strudelwürmer)
<i>Melosira varians</i> und andere Diatomeen	<i>Dendrocoelum lact.</i>	
<i>Fontinalis</i> sehr reichlich!	<i>Herpobdella</i>	} (Egel)
<i>Ranunculus fluitans</i>	<i>Glossosiphonia</i>	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Limnaea ovata</i> vereinzelt!	} (Schnecken)
<i>Nasturtium</i>	<i>Planorbis</i>	
<i>Sium erectum</i> ¹	<i>Bythinia tent.</i>	
	<i>Gammarus</i>	
	<i>Asellus aquaticus</i> reichlich!	
	<i>Macrobotus macronyx</i> (Bärtierchen)	
	<i>Ectyurus</i>	} (Eintagsfliegenlarven)
	<i>Ephemerella ignita</i>	
	<i>Ephemeriden</i> sp.	
	<i>Perla</i> (Uferfliege)	
	<i>Hydropsyche</i>	} (Köcherfliegenlarve)
	<i>Rhyacophila</i>	
	<i>Stenophylax lat.</i>	
	<i>Trichoptera</i> sp.	

Schlamm: An dieser Probenahmestelle konnte das ganze Jahr hindurch kein Schlamm gefunden werden.

Charakteristik: Betrachten wie die biologische Beschaffenheit der Glatt an dieser letzten Probenahmestelle, also kurz vor ihrer Einmündung in den Rhein, so fällt auf den ersten Blick auf, dass der Organismenbestand hier wesentlich vielseitiger ist als beim Auslauf aus dem

¹ Durch Dr. Walo Koch, Zürich, bestimmt.

See. Die ganze Lebensgemeinschaft entspricht im Gesamtbild derjenigen eines nur schwach verunreinigten Gewässers.

Schlussfolgerung für die biologische Untersuchung.

Auf Grund der biologischen Untersuchung kann das Urteil ausgesprochen werden, dass die Glatt durch die natürliche Selbstreinigung auf ihrer ganzen Fließstrecke die ihr zugeführten Abwassermengen, nach praktischen Gesichtspunkten beurteilt, verarbeitet hat. Während die mikroskopischen Abwasserorganismen ihren Platz noch hartnäckig bis Niederglatt behaupten können, kann man doch bei der Betrachtung der gesamten Lebensgemeinschaft den Reinheitsgrad des Flusses bei Niederglatt demjenigen bei der Probenahmestelle Leutschenbach oberhalb gleichsetzen. Bei der letzten Probenahmestelle ist das biologische Gesamtbild der Glatt sogar noch günstiger als beim Auslauf aus dem See. Während nach der viel empfindlicheren Methode der bakteriologischen Untersuchung beurteilt, die Glatt bei der letzten Probenahmestelle ihren Anfangsreinheitszustand nicht mehr erreicht hat, ergibt die biologische Methode ein günstigeres Bild vom Endzustand der Glatt.

D. Biologische Besonderheiten der Glatt.

1. Pflanzliche Organismen.

Sphaerotilus natans und *Cladotrix dichotoma*. Obschon man heute eine scharfe Trennung zwischen diesen beiden Organismen nicht mehr vornehmen will, war es bei der Glatt doch ganz typisch, dass vor dem Einleiten des Abwassers aus dem Leutschenbach nur die verzweigte Form *Cladotrix dichotoma* auftrat. Bemerkenswert ist aber auch, dass später, aber bis zur letzten Probenahmestelle, die typische *Sphaerotilus*-form erhalten blieb.

Von blossem Auge feststellbar war *Sphaerotilus* nur auf der Flussstrecke Leutschenbach unterhalb bis etwa oberhalb Glattbrugg. Bei der Probenahmestelle Glattbrugg unterhalb konnte diese Fadenbakterie (auch « Abwasserpilz » genannt) nur noch mikroskopisch nachgewiesen werden. Ein grösseres Piltreiben trat in der Glatt nicht auf.

Leptomitus lacteus, dieser eigentliche Abwasserpilz, wurde nur einzelt gefunden.

Potamogeton natans × *nodosus*. Dieses Laichkraut tritt hauptsächlich mit *Ranunculus fluitans* vergesellschaftet unmittelbar beim Einlauf des Leutschenbaches massenhaft auf (siehe (Abb. 24—27). Im Stau von Rümlang, aber auch unterhalb des Staus, bei wieder rasch fliessendem Wasser, ist es nur noch spärlich vorhanden, so dass der Einfluss des Abwassers auf das Wachstum dieser Pflanze deutlich in Erscheinung tritt. Diese beiden Pflanzen bilden die Hauptursache der starken

Verkrautung der Glatt auf dieser Strecke, so dass es notwendig ist, alljährlich eine Säuberung des Flussbettes durch Abmähen der grossen flutenden Pflanzen vorzunehmen.

Nasturtium und *Sium erectum* treten an seichten Stellen im untersten Teil der Glatt in grösseren Beständen auf, und zwar infolge des eindringenden Grundwassers (siehe Seite 299).

2. Tierische Organismen.

a) Würmer und Egel.

Planaria lugubris und *Dendrocoelum lacteum*. Diese beiden Strudelwürmer konnten in der Glatt verhältnismässig häufig gefunden werden. Während *Planaria lugubris* an jeder Probenahmestelle, mit Ausnahme von Leutschenbach unterhalb und Oberhauser Brücke (den am stärksten verschmutzten Stellen), auftrat, fand sich *Dendrocoelum lact.* erst von Oberglatt an vor.

Tubifex. Dieser Schlammröhrenwurm kann nur da in grossen Mengen auftreten, wo genügend Schlamm vorhanden ist. Er bevorzugt mit Vorliebe organische Schlammبانke, wie sie in der Glatt nur unterhalb des Leutschenbaches vorkommen.

Herpobdella trat erst bei der Probenahmestelle 13/14, Glattbrugg unterhalb, sehr reichlich auf, also nicht im Hauptverschmutzungsgebiet, sondern unmittelbar daran anschliessend.

Haemopsis sanguisuga (unechter Pferdeegel). Dieser von Kolkwitz und Marsson in ihrem Saprobiersystem zu den β -Mesosaprobien eingereihte Egel, trat in der Glatt auffallenderweise in der am stärksten verschmutzten Flußstrecke auf. Von Steinmann und Surbeck¹ wurde er unter 20 untersuchten Gewässern nur in einem kleinen Wiesenbächlein bei Neuallschwil und in der Worblen bei Worblaufen nachgewiesen.

b) Moostiere (Bryozoen).

konnten in der Glatt nicht festgestellt werden, während sie in der Limmat häufig anzutreffen sind.

c) Schnecken und Muscheln.

Ancylus fluviatilis (Mützenschnecke). Diese Schnecke konnte namentlich bei der Probenahmestelle Oberglatt in grosser Menge gefunden werden. Unmittelbar unterhalb des Einlaufs des Leutschenbachs trat sie nicht auf, hingegen schon zirka 800 m flussabwärts, bei der Oberhauser Brücke.

Limnaea ovata. Bei der Probenahmestelle Leutschenbach unterhalb und Oberhauser Brücke trat diese Schnecke massenhaft auf. Der ganze

¹ Steinmann, P. und Surbeck, G., Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fliessender Gewässer. Bern 1918.

Flussboden war dicht bedeckt von grossen, gut ausgebildeten Exemplaren.

d) Krebse.

Gammarus pulex (Flohkrebs) kam bei der Probenahmestelle Oberglatt in solch riesigen Mengen vor, dass man ihn zu Hunderten direkt aus dem Wasser schöpfen konnte. Das erste Vorkommen in grösserer Zahl konnte unmittelbar unterhalb des Ueberfallwehrs in Rümlang festgestellt werden. Eine direkte Ursache für dieses Massenaufreten von *Gammarus* konnte nicht ermittelt werden, da die chemische Beschaffenheit des Wassers an dieser Stelle nicht besonders ausgeprägt ist. Da vor der Einmündung des Leutschenbachs *Gammarus* nur spärlich vorkommt, sind wahrscheinlich physikalische Faktoren für sein Fehlen oder Massenaufreten ausschlaggebend.

e) Eintagsfliegenlarven (Ephemeriden).

Potamanthus luteus zeigte in der Glatt ein interessantes Verhalten. Diese Eintagsfliegenlarve konnte nur im obern Teil der Glatt gefunden werden, und zwar ungefähr bis zum Beginn des Staues in Rümlang. Im Stau selbst, aber auch unterhalb des Staues war sie nicht mehr festzustellen. Sie scheute auch das verschmutzte Wasser unterhalb des Leutschenbachzulaufes nicht, kam aber auch an weniger verunreinigten Stellen vor.

Ein ähnliches Verhalten, aber im umgekehrten Sinne, zeigte die Larve von *Ephemerella ignita*. Sie trat nur im untern Teil der Glatt auf, wo *Potamanthus* nicht vorkam, hingegen fehlte sie im obern Teil des Flusses bis Oberglatt.

f) Köcherfliegenlarven (Trichopteren).

In den wenig verschmutzten Zonen waren hauptsächlich *Odontocerum albicorne* und *Rhyacophila* neben *Hydropsyche* vorhanden. An den stark verschmutzten Stellen war nur *Hydropsyche* zu finden.

g) Mückenlarven.

Chironomiden (Zuckmücken). Von diagnostischem Wert sind namentlich die roten Zuckmückenlarven *Chironomus plumosus*. An wenig verschmutzten Stellen traten die *Chironomiden* und die *Tubificiden* ungefähr in gleichen Mengen auf. An stark verschmutzten Stellen aber herrschte *Tubifex* vor. Es ist dies eine oft zu beobachtende Erscheinung. *Chironomus plumosus* trat aber auch im allgemeinen in der Glatt nicht häufig auf. Grössere, schön ausgebildete Formen waren überhaupt nur an einer einzigen Probenahmestelle zu finden, und zwar bei Leutschenbach unterhalb, rechte Flußseite. Als Ursache ist das Fehlen grösserer Schlammablagerungen in der Glatt anzusehen.

VI. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

Bei der Untersuchung des Glattwassers und des in der Glatt abgelagerten Schlammes haben sich deutlich 3 *Zonen* mit einem ganz verschiedenen Belastungsgrad, als Folge der eingeleiteten Abwasser, ergeben. Diese Zonen verteilen sich auf den Lauf der Glatt folgendermassen :

Zone 1: Vom Ausfluss aus dem Greifensee bis kurz vor der Probenahmestelle 9/10, bei der Einmündung des Leutschenbaches. Diese Zone in der Glatt hat eine Länge von etwa 9,5 km.

Zone 2: Von der Einmündung des Leutschenbaches bis zum Ende des Staues in Rümlang bei der Fabrik « Carba ». Diese Zone ist ungefähr 5 km lang.

Zone 3: Vom Unterwasser des Staues in Rümlang bis zur Einmündung in den Rhein beim Kraftwerk Eglisau. Diese Glattzone ist etwa 21 km lang.

Es empfiehlt sich, die Ergebnisse der Untersuchungen vorerst für jede Zone gesondert zu betrachten, um die tatsächlichen Verhältnisse zusammenfassend möglichst klar und eindeutig darstellen zu können.

A. Betrachtungen zur Zone 1.

Innerhalb der ersten Zone findet man sehr verschiedenste, allerdings kleinere Abwassereinflüsse, die sowohl aus Gemeindekanalisationen wie aus Industriebetrieben stammen. Den Hauptteil an eingeleitetem häuslichen Abwasser liefert zweifelsohne die Gemeinde Dübendorf. Von der Wiedervereinigung der beiden Glattarme oberhalb der Strassenbrücke Dübendorf-Gfenn bis unterhalb der Strassenbrücke bei der « Austria » sind 20 Abwassereinflüsse festzustellen. Diese Einflüsse sind zum Teil Hausentwässerungen, die direkt in die Glatt einmünden, zum andern Teil sind es grössere oder kleinere Kanalisationseinflüsse. Man kann wohl annehmen, dass innerhalb der Gemeinde Dübendorf die Glatt beidseitig in gleichem Umfange mit Abwasser belastet wird. Weitere Abwasserproduzenten sind in dieser Zone die Zigarettenfabrik « Austria », die chemische Fabrik « Flora » und die Seidenspinnerei Zwicky. Ausserdem muss die Glatt am Ende der ersten Zone noch einen Teil der Abwässer aus der Gemeinde Schwamendingen aufnehmen.

An und für sich bedeuten aber alle diese Abwasser, besonders diejenigen, die rein häuslicher Natur sind, keine starke Belastung der Glatt, da in der ganzen Zone starke Trübungen oder Verschmutzungen durch Abwasserschlammstoffe im allgemeinen nicht auftreten. Es sei aber bemerkt, dass Oelschlieren, die wahrscheinlich aus den verschiedenen Garagen oder auch aus Industrieunternehmen abgelaufen sein können, recht oft auf der Oberfläche des Glattwassers festzustellen

waren. Nun hielten sich allerdings diese Schmutzstoffe immerhin in erträglichen Grenzen. Unangenehmer für das Aussehen wirkte sich bisweilen das Farbwasser aus, das von der Spinnerei Zwicky in die Glatt abgeleitet wird. Die Verfärbung durch dieses Abwasser konnte recht häufig bis weit über die erste Zone in der Glatt hinaus beobachtet werden. Der eigentümliche Geruch, der dem Abwasser aus der chemischen Fabrik « Flora » anhaftet, verteilte sich im allgemeinen nicht sehr stark im Glattwasser.

Die chemischen, bakteriologischen und biologischen Untersuchungen ergaben in dieser Zone eine verhältnismässig geringe Belastung. Eingangs dieser Arbeit haben wir für das Glattwasser beim Ausfluss aus dem Greifensee den Reinheitsgrad 1 angenommen und darauf hingewiesen, dass die Selbstreinigung der Glatt erst dann als beendet angesprochen werden kann, wenn unterhalb der Abwassereinleitungen dieser Reinheitsgrad wieder erreicht wird. Gleichzeitig wurde aber auch bemerkt, dass vom praktischen Standpunkt aus ein Gewässer eventuell wieder als sauber angesprochen werden kann, obschon es den anfänglichen Reinheitsgrad noch nicht wieder erreicht hat. Im Jahresmittel zeigten nun aber alle Untersuchungen, dass innerhalb der ersten Zone die Wasserqualität sich verschlechtert und der Fluss bis zum Ende dieser Zone nicht in der Lage ist, die ihm zugeflossenen Schmutz- und Abwasserstoffe vollkommen zu verarbeiten.

Einige besonders charakteristische Untersuchungsergebnisse sollen diese Feststellungen noch erhärten.

Im Jahresmittel hat das Wasser der Glatt beim Ausfluss aus dem Greifensee einen Sauerstoffgehalt von 11,33 mg/l. Am Ende der ersten Zone ist diese Menge auf 10,99 mg/l vermindert. Die Menge des im Glattwasser gelösten Sauerstoffes verringert sich in dieser Zone somit im Jahresmittel um 0,34 mg/l, bzw. um 3,0 %. Die Betrachtung der Sauerstoffverhältnisse in den einzelnen Monaten ergibt nun allerdings ein vom Jahresmittel wesentlich abweichendes Bild. In den Monaten März—September 1933 fanden wir gegenüber dem Jahresmittel eine mehr oder weniger starke Abnahme des im Wasser gelösten Sauerstoffes in der ersten Zone. Vom Oktober 1933 bis Januar 1934 und auch im Februar 1933, d. h. also in den Wintermonaten, nahm der Sauerstoffgehalt in der ersten Zone zu. Im Frühjahr und Sommer muss man also von einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes in dem Sinne sprechen, dass die Selbstreinigung, d. h. der Abbau der eingeleiteten Abwasser und Schmutzstoffe unter Sauerstoffverbrauch schneller fortschreitet, als Sauerstoff von der Oberfläche oder durch Assimilation vorhandener grüner Pflanzen aufgenommen werden kann. In den Wintermonaten geht der Abbau der eingeleiteten Schmutzstoffe gar nicht oder nur langsam vor sich und deswegen kann sich das Glattwasser beim Durchfliessen der 1. Zone weiter mit Sauerstoff anreichern. Immerhin ist

zu sagen, dass die Sauerstoffverminderung in den Sommermonaten nicht so stark war, dass Anlass zu Befürchtungen gegeben wäre; denn in den genannten Monaten lag die Sauerstoffsättigung immer noch über 100 %.

Dass aber hinsichtlich der quantitativen Verschmutzung in der ersten Zone gegenüber dem Seeausfluss eine Erhöhung eingetreten ist, zeigen am besten die aus der Bestimmung der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden sich ergebenden Werte, die bekanntlich mit der Menge der an einer bestimmten Stelle des Vorfluters vorhandenen, leicht abbaufähigen, organischen Stoffe in engstem Zusammenhang stehen.

Beim Ausfluss aus dem Greifensee hat das Glattwasser im Jahresmittel eine Sauerstoffzehrung von 0,99 mg/l. Am Ende der 1. Zone ist dieser Wert um 0,75 mg/l auf 1,74 mg/l angestiegen. Daraus geht hervor, dass diese Zone als mit Abwasser belastet angesprochen werden muss. Allerdings zeigt sich nun in den einzelnen Monaten ein recht verschiedenes Bild, das den Schluss zulässt, dass nicht während des ganzen Jahres von einer übermässigen Belastung der Glatt mit Abwasser auf dieser Fließstrecke gesprochen werden kann.

Tabelle 54.

Veränderungen in der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden vom Anfang bis zum Ende der ersten Zone in der Glatt.

Monat	Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden in mg/l		Zunahme mg/l	Abnahme mg/l	Wasserführung in der Glatt m ³ /sek.	Temperatur im Glattwasser ° C.
	zu Anfang der Zone	am Ende der Zone				
Febr. 1933	1,41	2,53	1,12		3,8	2,7
März »	1,18	2,76	1,58		3,8	5,3
April »	0,70	1,96	1,26		2,9	7,5
Mai »	1,25	1,85	0,60		5,9	12,6
Juni »	1,33	1,32		0,01	6,7	17,4
Juli »	1,56	1,37		0,19	5,9	21,2
Aug. »	1,17	1,17		0,00	3,0	18,4
Sept. »	0,46	0,81	0,35		3,1	17,4
Okt. »	0,52	0,86	0,34		4,1	13,4
Nov. »	0,41	1,22	0,81		4,0	6,5
Dez. »	0,81	2,08	1,27		3,3	1,2
Jan. 1934	0,74	4,54	3,80		3,6	1,8

Man erkennt aus der Tabelle, dass die Glatt auf Grund der im wesentlichen durch die Wasserführung und die Wassertemperatur gegebenen Selbstreinigungskraft in der Lage war, in drei Monaten des Jahres die leicht abbaufähigen Stoffe bis zum Ende der ersten Zone vollkommen abzubauen, so dass vor der Einmündung des Leutschenbaches ein Wasser vorliegt, das in bezug auf Sauerstoffzehrung besser ist als beim Ausfluss aus dem Greifensee. In den übrigen 9 Monaten

reichte aber die Selbstreinigungskraft nicht aus, um die zugeführten Schmutzstoffe zu verarbeiten. Diese Schwankungen im Selbstreinigungsvermögen traten auch bei den übrigen von uns ausgeführten Untersuchungen zutage.

Aus den bakteriologischen Untersuchungen ergibt sich eine vom Seeausfluss bis zum Ende der Zone 1 ständig zunehmende Belastung des Glattwassers. Die Keimzahl stieg im Jahresmittel auf das 16fache, die Zahl der Abwasser anzeigenden Gasbildner auf das 12fache.

Der innerhalb der ersten Zone abgelagerte Schlamm ist praktisch als gewöhnlicher normaler Flußschlamm anzusprechen. Wenn hier und dort ein Schlamm zur Ablagerung kommt, der zu stärker gasender Zersetzung neigt, so ist diese Verschlammung ganz örtlicher Natur und nicht als beängstigend anzusehen. Zudem werden die in den Wintermonaten abgelagerten Schlammstoffe von den sommerlichen Hochwassern durch Auswaschung sehr stark von ihren zersetzlichen Stoffen befreit, wie die Schlammuntersuchungen im einzelnen gezeigt haben.

Die erste Zone kann dahin charakterisiert werden, dass die Glatt die ihr gegenwärtig zugeführten Abwasser und Abwasserschmutzstoffe praktisch genügend zu verarbeiten vermag, wenn die Wasserführung nicht unter 3 m³/Sek. sinkt und die Wassertemperatur über 17° C liegt. Sinkt die Wassermenge oder die Temperatur unter diese genannten Zahlen, so vermindert sich die Selbstreinigungskraft so weit, dass die Abwasser innerhalb dieser Zone nicht mehr in ganz befriedigender Weise abgebaut werden. Will man die Zone 1 während des ganzen Jahres sauber halten, so ist eine mehr oder weniger weitgehende Klärung aller einfließenden Abwasser nicht zu umgehen. Uns scheinen die Belastungszahlen aber im Augenblick noch nicht so gross, dass sofort an eine Reinigung der Abwasser herangetreten werden müsste. Wir möchten aber nicht versäumen, darauf hinzuweisen, dass sich bei fortschreitendem Ausbau der Kanalisation und bei vermehrter Abwasserzuleitung durch die Gemeinde Dübendorf eine Reinigung dieser Abwasser nicht umgehen lässt, wenn die Glatt innerhalb der ersten Zone in einem erträglichen Zustand erhalten werden soll. Zur Verbesserung der augenblicklichen Verhältnisse halten wir es auch für angebracht, dass die Farbwasser aus der Kläranlage der Spinnerei Zwicky in einer Weise behandelt werden, dass die starken Verfärbungen im Wasser der Glatt nicht mehr auftreten. Dabei sei aber darauf hingewiesen, dass die vollkommene Reinigung und Entfärbung dieser Abwasser nicht etwa durch solche Mittel erfolgen darf, die Schäden für den Fischstand der Glatt zur Folge haben.

B. Betrachtungen zur Zone 2.

Die Zone 2 der Glatt ist durch eine sehr starke Belastung mit Abwasser gekennzeichnet. Gleich zu Beginn dieser Zone befindet sich auf der linken Seite der Leutschenbach und auf der rechten Seite der Brühlbach, die aus den verschiedenen Glattalgemeinden grössere Abwassermengen führen. Es handelt sich hier, wie schon mehrfach erwähnt, hauptsächlich um die Abwasser aus den Gemeinden Zürich und Wallisellen. Gegenüber diesen Abwassern, die zum allergrössten Teil mit dem Leutschenbach und dem Brühlbach in die Glatt einfliessen, treten die übrigen, innerhalb dieser Zone liegenden Abwasserzuflüsse aus den Gemeinden Oberhausen, Opfikon und Glattbrugg vollkommen in den Hintergrund. Lediglich das Farbwasser aus der Teppichfabrik Hauser in Glattbrugg, bisweilen aber auch noch das Abwasser der Seidenspinnerei Zwicky, vermögen dem Glattwasser noch eine charakteristische Färbung zu verleihen, welche die gewöhnliche, durch Abwasser verursachte Trübung recht häufig übertönt.

Nicht nur aus dem Aussehen, sondern noch viel mehr aus den chemischen, bakteriologischen und biologischen Untersuchungen ergibt sich ganz eindeutig, dass sich die Glatt innerhalb der Zone 2, wenigstens zu Beginn derselben, in einem stark verunreinigten Zustand befindet. Es würde in dieser abschliessenden Zusammenfassung zu weit führen alle Untersuchungsergebnisse nochmals zu beleuchten. Wir beschränken uns daher auf eine Ausdeutung der Ergebnisse der Sauerstoffbestimmungen, der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden und der bakteriologischen Befunde.

Zu Beginn der zweiten Zone hatte das Wasser der Glatt im Jahresmittel einen Sauerstoffgehalt von 9,88 mg/l, der bis zum Ende der Zone auf 9,54 mg/l herunterging. Beim Ausfluss aus dem Greifensee betrug der Sauerstoffgehalt noch 11,33 mg/l. Aus diesen Zahlen ergeben sich folgende Verminderungen :

Vom Seeausfluss bis zum Beginn der zweiten Zone um	1,45 mg/l	=	12,8 %
» » » » Ende » » » »	1,79 »	=	15,8 %
innerhalb der zweiten Zone Abnahme um	0,34 »	=	3 %

Der sprunghafte Abfall des Sauerstoffgehaltes, welcher bei Beginn der 2. Zone durch das Einfliessen des Leutschen- und des Brühlbaches bewirkt wird, beträgt 1,11 mg/l. Interessant ist nun die Feststellung, dass im weiteren Verlauf der 2. Zone der Sauerstoffgehalt nur noch um den verhältnismässig geringen Betrag von 3 % abnimmt. Man sollte, auf Grund der ziemlich starken Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen, eigentlich eine sehr starke Verminderung des Sauerstoffgehaltes erwarten, zumal die Glatt infolge des Stauens bei Rümlang ziemlich langsam fliesst, wodurch eine starke Sauerstoffzehrung besonders begünstigt wird.

Die Ursache des überraschend geringen Sauerstoffschwundes erblicken wir in der reichlichen Sauerstoffproduktion durch den auf dieser Fließstrecke besonders üppigen Bewuchs an grünen Wasserpflanzen. Im Interesse der Erhaltung einer günstigen Sauerstoffbilanz und einer dadurch gestärkten und vermehrten Selbstreinigungskraft auf dieser Strecke der Glatt wäre es günstig, die sich entwickelnden Pflanzen frühestens im Herbst zu entfernen. Grössere Abstürze, durch welche Luft noch mechanisch in das Glattwasser eingeschlagen werden konnte, sind nicht vorhanden. Zur Verdeutlichung unseres Befundes seien, wie bei Zone 1, die bei der Bestimmung der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden ermittelten Werte herausgehoben.

Zu Beginn der Zone 2 zeigte sich im Jahresmittel eine Sauerstoffzehrung von 4,62 mg/l, am Ende dieser Zone noch eine solche von 1,68 mg/l. Im Vergleich zum Ausfluss aus dem Greifensee, wo sich die Zehrung auf 0,99 mg/l beläuft, bedeutet diese Zahl doch schon eine recht beträchtliche Erhöhung. Vom Ausfluss aus dem Greifensee bis zum Beginn der Zone 2 stellt sich die Erhöhung auf 3,63 mg/l und bis zum Ende der Zone auf 0,69 mg/l. Gestützt auf diese Werte wäre die Belastung des Flusses am Ende der 2. Zone etwa derjenigen gleichzusetzen wie am Ende der 1. Zone. Gegenüber den Jahresmittelwerten zeigten sich in den einzelnen Monaten auch hier wieder beträchtliche Abweichungen.

Tabelle 55.

Veränderungen in der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden vom Seeausfluss bis zum Anfang und Ende der zweiten Zone in der Glatt.

Monat	Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden in mg/l			Abnahme oder Zunahme in mg/l vom Seeabfluss bis	
	beim See- ausfluss	Anfang der Zone 2	Ende der Zone 2	Anfang von Zone 2	Ende von Zone 2
Februar 1933 . .	1,41	7,05	2,56	+ 5,65	+ 1,15
März » . .	1,18	7,45	2,41	+ 6,27	+ 1,23
April » . .	0,70	6,54	1,09	+ 5,84	+ 0,39
Mai » . .	1,25	6,54	2,19	+ 5,29	+ 0,94
Juni » . .	1,33	2,83	1,28	+ 1,50	— 0,05
Juli » . .	1,56	3,28	1,80	+ 1,72	+ 0,24
August » . .	1,17	1,60	1,13	+ 0,43	+ 0,04
September » . .	0,46	3,11	0,81	+ 2,65	+ 0,35
Oktober » . .	0,52	4,02	0,75	+ 3,50	+ 0,23
November » . .	0,41	5,53	1,81	+ 5,12	+ 1,40
Dezember » . .	0,81	5,58	1,24	+ 4,77	+ 0,43
Januar 1934 . .	0,74	7,39	3,90	+ 6,65	+ 3,16

In der 2. Zone zeigen sich somit ganz analoge Verhältnisse wie in der ersten. Auch hier fand sich in den Monaten Juni bis August zu Beginn der Zone die niedrigste Sauerstoffzehrung, während sie am

Tafel 8



Abbildung 28

Glatt bei Punkt 427.2, Einmündung eines kleinen Grabens aus dem Ried oberhalb Oberhausen. Starke Entwicklung von *Potamogeton natans*. 15. Sept. 1933, ca. 16 Uhr

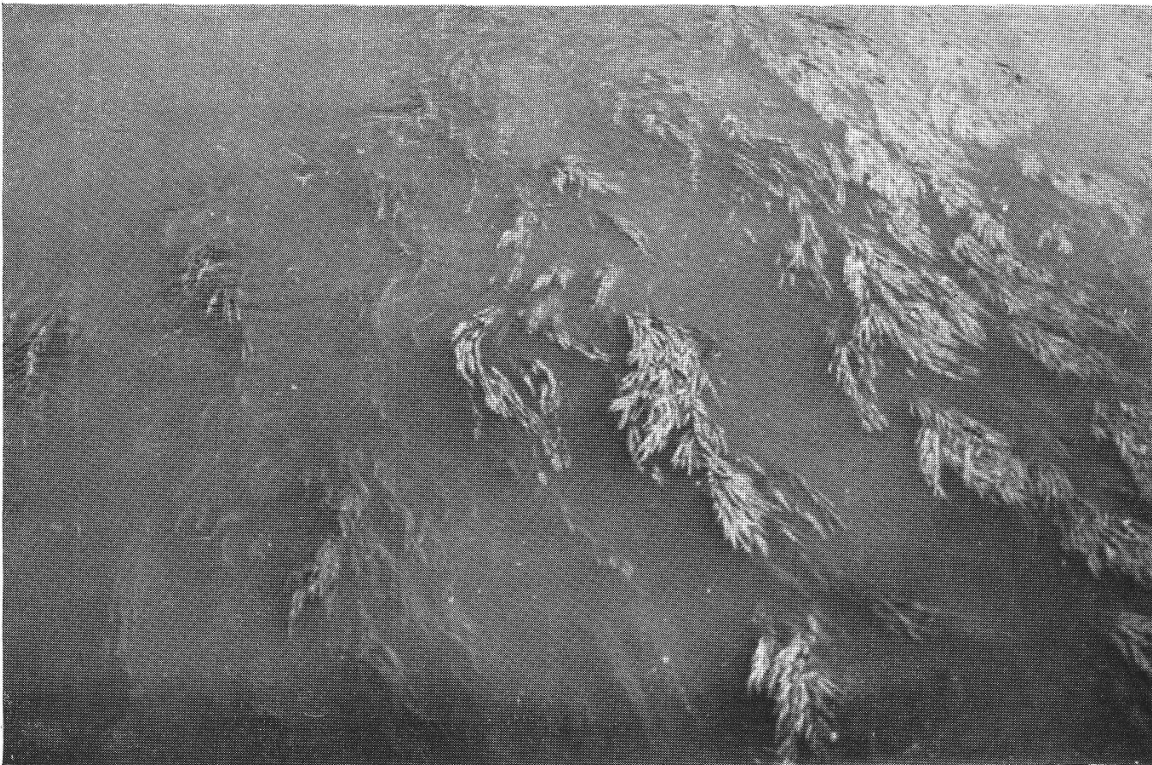


Abbildung 29

Potamogeton natans × *nodosus* in der Glatt. Aufnahmen von der Brücke Oberhausen-Opfikon aus. 15. September 1933, ca. 16 Uhr

Leica-Aufnahmen E. W.

Tafel 9



Abbildung 30

Glatt unmittelbar unterhalb der Einmündung des Leutschenbaches
15. September 1933, ca. 16 Uhr

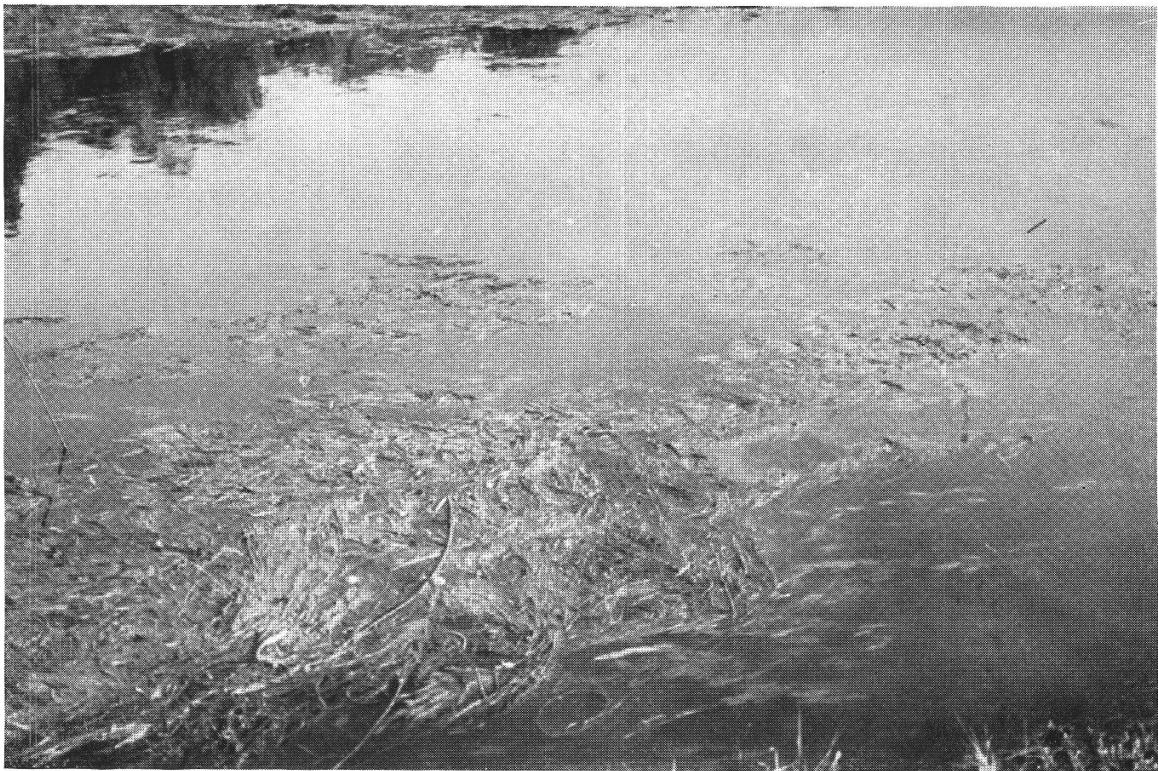


Abbildung 31

Glatt einige 100 m unterhalb der Einmündung des Leutschenbaches
15. Sept. 1933, ca. 16 Uhr. Massenhafte Entwicklung des *Potamogeton natans* \times *nodosus*
Anschwemmung von Schlamm im Potamogeton-Bestand

Leica-Aufnahmen E. W.

Ende der Zone im Monat Juni sogar noch günstiger als beim Seeausfluss ist. Auch die Monate Juli und August zeigten sehr günstige Ergebnisse, die den Schluss zulassen, dass in diesen Monaten die leichter abbaufähigen Stoffe fast vollkommen verarbeitet sind. Die Wintermonate ergaben sowohl für den Anfang wie für das Ende der Zone 2 wesentlich ungünstigere Zahlen.

Die bakteriologische Beschaffenheit der 2. Zone als Ganzes ist, verglichen mit derjenigen der 1. Zone, bedeutend schlechter. Immerhin ist es auffallend, dass nach anfänglich sehr starker Erhöhung die Keimzahl und die Zahl der Gasbildner am Ende dieser Zone gegenüber dem Ende der 1. Zone nur das Doppelte betrug.

Der in dieser Zone zur Ablagerung gekommene Schlamm hat, soweit es sich um den Anfang der Zone handelt, keine günstige Zusammensetzung. Er ist stark schleimig, hat einen faulig stinkenden Geruch und enthält viel Stoffe, die zur gasenden Zersetzung neigen. Die auftretenden Hochwasser pflegen einen Teil dieser Schlammstoffe, besonders die leicht zersetzlichen, bis an das Ende der zweiten Zone abzuspielen, wo sie dann in dem vorhandenen Stau erneut zur Ablagerung kommen.

Zusammenfassend charakterisiert sich die Zone 2 wie folgt :

Die zu Anfang der Zone einfließenden Abwässer bedeuten für die Glatt eine beträchtliche Belastung, so dass einige Kilometer unterhalb eine ausgesprochene Abwasserzone besteht. Dies drückt sich sowohl in der eigentlichen Verunreinigung des Glattwassers, wie in dem zur Ablagerung kommenden Schlamm aus. Der jetzt in dieser Zone befindliche Stau von Rümlang wirkt gleichsam als mechanische wie als biologische Kläranlage; denn die mit dem Abwasser einfließenden Schlammstoffe kommen in diesem Stau praktisch vollkommen zur Ablagerung und die im Wasser gelösten Schmutzstoffe werden, wenigstens in den Sommermonaten, weitgehend auf natürlichem Wege abgebaut, ohne dass ernstliche Schäden in der Glatt aufzutreten pflegen. Da der ausreichende Abbau aller Schmutzstoffe aber nur auf sehr wenige Monate im Jahr beschränkt bleibt und sehr von Wasserführung und Wassertemperatur abhängig ist und eine weitere Ausdehnung der ausgesprochenen Abwasserzone auf den untern Teil der Glatt vermieden werden muss, so lässt sich eine Reinigung der Abwässer, die jetzt mit dem Leutschen und dem Brühlbach in die Glatt gelangen, in absehbarer Zeit nicht mehr umgehen, zumal zu erwarten ist, dass die Menge und die Konzentration dieser Abwässer mit fortschreitender Besiedelung und dem Ausbau der Kanalisationen schnell zunehmen wird und die Selbstreinigungskraft in dieser Zone dann erschöpft ist.

Unsere Untersuchungen haben vorläufig nicht die Notwendigkeit einer biologischen Reinigung dieser Abwässer ergeben. Eine gute

mechanische Entschlammung dürfte zunächst ausreichend sein. Der gemeinsamen Reinigung aller in diesem Gebiet einflussenden Abwasser, die im Zuge der Glattabsenkung geplant ist, muss unbedingt zugestimmt werden. Es wäre aus abwassertechnischen Gründen falsch, für jede dieser Gemeinden eine besondere Kläranlage errichten zu wollen. Dabei ist allerdings die Forderung zu stellen, dass gleichzeitig mit der Absenkung des Glattwasserspiegels die mechanische Reinigungsanlage erstellt werden muss; denn mit dem Verschwinden des Staues in Rümlang verschwindet auch die Möglichkeit, dass die einflussenden Schlammstoffe zur Ablagerung kommen. Ein Abtreiben von Abwasserschlammstoffen in die untere Fließstrecke der Glatt soll und muss vermieden werden, da hier nicht mehr mit Sicherheit eine restlose Aufarbeitung der Abwassereinläufe aus den Gemeinden Bülach und Glattfelden sind Stellen in der Glatt stattfinden, an denen sie zu sehr unerwünschten Belästigungen führen können.

Zum Schutze der Glatt und in Vorbereitung einer eventuell später vorzunehmenden biologischen Reinigung der Abwasser dieses Einzugsgebietes muss schon heute darauf gedrungen werden, dass die Schwelwässer aus der Maschinenfabrik Örlikon wie auch andere gefährliche industrielle und gewerbliche Abwasser entweder der Kanalisation ganz ferngehalten oder vor ihrer Ableitung weitgehend gereinigt werden.

Um auch in dieser Zone eine Verfärbung des Glattwassers zu verhüten, wären die Farbabwasser der Teppichfabrik Hauser in Glattbrugg in ähnlicher Weise wie diejenigen der Seidenspinnerei Zwicky zu behandeln und unschädlich zu machen.

C. Betrachtungen zur Zone 3.

Im Vergleich zur 2. Zone muss die Zone 3 in der Glatt wieder als nur wenig mit Abwasser belastet angesprochen werden. Mit Ausnahme der Abwassereinläufe aus den Gemeinden Bülach und Glattfelden sind alle übrigen Abwasserzuflüsse, der Zahl nach etwa 20, von untergeordneter Bedeutung. Es handelt sich vielfach um Hausentwässerungen oder Strassenkanalisationen, die gelegentlich auch etwas Abwasser führen.

Die gesamten Untersuchungen zeigen eine gut fortschreitende Reinigung des Glattwassers innerhalb der Zone 3. Aus der grossen Reihe der durchgeführten Untersuchungen greifen wir wieder die Ergebnisse der Sauerstoffuntersuchungen, der Sauerstoffzehrungen nach 48 Stunden und die bakteriologischen Ergebnisse heraus, um den Vergleich zum Ausfluss aus dem Greifensee vorzunehmen.

Da an der letzten Probenahmestelle der Sauerstoffgehalt im Glattwasser von Faktoren beeinflusst wird, die mit einer Belastung mit Abwasser in keinem Zusammenhang stehen (siehe Ausführungen über

Temperaturmessungen am 13. Januar 1934 zwischen den Probenahmestellen 23/24 und 25/26) verlegen wir für die Betrachtung der Sauerstoffverhältnisse das Ende der Zone 3 an die Probenahmestelle 23/24, die etwa 4,5 km vor der Einmündung der Glatt in den Rhein liegt.

Am Anfang von Zone 3 hatte das Glattwasser im Mittel einen Sauerstoffgehalt von 10,19 mg/l und an dem vorverlegten Ende dieser Zone betrug der Gehalt 11,00 mg/l. Im Vergleich zum Seeausfluss ergeben sich folgende Beziehungen :

Vom Seeausfluss bis zum Beginn der Zone 3 Abnahme um 1,14 mg/l = 10,0 %
 » » » » Ende » » 3 » » 0,33 » = 2,9 %
 innerhalb der 3. Zone Zunahme um 0,81 mg/l.

Im Jahresmittel werden am Ende von Zone 3 die Sauerstoffwerte des Seeausflusses fast wieder erreicht. Von diesem Mittelwert weichen die in den einzelnen Monaten erhaltenen Sauerstoffzahlen insofern noch in günstigem Sinne ab, als in den Monaten Februar, Oktober, November und Dezember 1933 und im Januar 1934 am Ende von Zone 3 im Glattwasser mehr Sauerstoff sich in Lösung befand als beim Ausfluss aus dem Greifensee. Dies deckt sich vollkommen mit den in der 1. Zone gemachten Feststellungen, denn auch hier reicherte sich das Wasser in den Wintermonaten mit Sauerstoff an, während im Frühjahr und Sommer eine mehr oder weniger starke Verminderung eintrat. In der dritten Zone geht also im Sommer ein immerhin noch merklicher Abbau organischer Stoffe unter Sauerstoffverbrauch vor sich, der durch Aufnahme von Luft-, bzw. Assimilationssauerstoff nicht mehr vollkommen gedeckt werden konnte.

Tabelle 56.

Veränderungen in der Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden vom Seeausfluss bis zum Anfang und Ende der dritten Zone in der Glatt.

Monat	Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden in mg/l			Abnahme oder Zunahme in mg/l vom Seeabfluss bis	
	beim See- ausfluss	Anfang der Zone 3	Ende der Zone 3	Anfang von Zone 3	Ende von Zone 3
Februar 1933 . .	1,41	2,90	1,04	+ 0,49	— 0,37
März » . .	1,18	2,00	1,11	+ 0,82	— 0,07
April » . .	0,70	1,37	1,75	+ 0,67	+ 1,05
Mai » . .	1,25	1,80	1,45	+ 0,55	+ 0,20
Juni » . .	1,33	1,45	1,23	+ 0,12	— 0,10
Juli » . .	1,56	1,55	0,69	— 0,01	— 0,87
August » . .	1,17	1,21	0,00	+ 0,04	— 1,17
September » . .	0,46	1,01	0,74	+ 0,55	+ 0,27
Oktober » . .	0,52	1,07	0,61	+ 0,55	+ 0,09
November » . .	0,41	1,55	1,04	+ 1,14	+ 0,63
Dezember » . .	0,80	1,51	0,86	+ 0,71	+ 0,06
Januar 1934 . .	0,74	2,13	0,80	+ 1,39	+ 0,06

Ueber die am Anfang und am Ende der Zone 3 noch vorhandene Verschmutzung der Glatt geben unter anderen die Sauerstoffzehrungswerte Auskunft. Für diese Betrachtungen verlegen wir das Ende der Zone wieder an die letzte Probenahmestelle unterhalb Glattfelden (25/26).

Zu Beginn der Zone 3 weist das Wasser der Glatt im Jahresmittel eine Sauerstoffzehrung von 1,55 mg/l auf, die am Ende der Zone auf 0,99 mg/l, d. h. auf den Wert beim Ausfluss aus dem Greifensee zurückgegangen ist. Von diesem Gesichtspunkte aus musste die Selbstreinigung der Glatt als beendet betrachtet werden.

Die Zahlen der einzelnen Monate geben einen noch besseren Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass hauptsächlich die Sommermonate ein günstiges Ergebnis für das Ende der 3. Zone liefern. Gleichzeitig ist festzustellen, dass in den Monaten Juni, Juli und August sich zu Anfang der 3. Zone im Vergleich zum Seeausfluss ausserordentlich günstige Verhältnisse herausgebildet haben.

Aus Tabelle 56 ist ersichtlich, dass hauptsächlich die Sommer-Schlüsse. Hervorgehoben seien noch die bakteriologischen Befunde.

Tabelle 57.

Keimzahlen und Gasbildner.

	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	Keimzahlen	Gasbildner	Keimzahlen	Gasbildner	Keimzahlen	Gasbildner
Anfang .	630	17	10300	200	20600	370
Ende . .	10300	200	20600	370	6000	90
Zunahme	ca. 1500 %	ca. 1100 %	ca. 100 %	ca. 100 %	—	—
Abnahme	—	—	—	—	ca. 70 %	ca. 75 %

Innerhalb der dritten Zone war im Jahresmittel eine Abnahme von zirka 70 % des Bakteriengehaltes und eine solche von 75 % der Zahl der Gasbildner vorhanden. Vergleicht man aber den Endzustand der dritten Zone mit dem Anfangszustand der ersten Zone, so gelangt man zu dem Ergebnis, dass in der Glatt der Reinheitszustand 1, also der Reinheitsgrad des Glattwassers beim Ausfluss aus dem Greifensee nicht wieder erreicht wurde.

Die Verschlammung der Glatt war innerhalb der dritten Zone infolge des starken Gefälles noch geringer als in Zone 1. Dort wo noch Schlammablagerungen möglich sind, können sie als ungefährlich bezeichnet werden.

Auf Grund der verschiedenen Untersuchungen charakterisiert sich Zone 3 folgendermassen :

Die Zone 3 ist mehr als doppelt so lang wie die erste Zone. Die dadurch bedingte und trotz des stärkeren Gefälles längere Fliesszeit macht sich auch im Selbstreinigungsvermögen stark bemerkbar. Die 3. Zone vermag die aus der 2. Zone zugeleiteten Schmutzstoffe samt den Abwässern, die ihr selbst noch zufließen, in den Sommermonaten restlos soweit zu verarbeiten, dass der Zustand des Glattwassers am Ende der Zone häufig auf eine bessere Wasserqualität schliessen lässt als beim Ausfluss aus dem Greifensee. Im Winter reicht allerdings die Selbstreinigungskraft nicht ganz aus, um bis zur letzten Probenahmestelle alle Schmutzstoffe vollkommen zu verarbeiten. Aber auch in diesen Monaten ist die Belastung gegenüber dem Seeausfluss so gering, dass man praktisch von einer Aufarbeitung der belastenden Stoffe während des ganzen Jahres sprechen kann.

Durch diese Feststellung ist zunächst eindeutig klargestellt, dass momentan eine Klärung der einfliessenden Abwasser innerhalb der dritten Zone nicht notwendig erscheint. Diese Tatsache mag für die Hauptabwasserproduzenten in der 3. Zone der Glatt von wesentlicher Bedeutung sein. Wir betonen aber ausdrücklich, dass die günstigen Verhältnisse, die sich im Untersuchungsjahre vorfanden, schnell eine Aenderung erfahren können, wenn beispielsweise innerhalb der verschiedenen Gemeinden, welche in diese Zone der Glatt entwässern, mit fortschreitendem Ausbau der Kanalisationen mehr Abwasser zur Ableitung kommt. Dann wird sich, besonders in der Gemeinde Bülach, zum mindesten eine mechanische Reinigung der Abwasser nicht mehr umgehen lassen, um eine übermässige Belastung der Glatt im Stau bei Hochfelden zu vermeiden. Die mit der Tieferlegung des Glattbettes in Aussicht genommene Aufhebung des Staues bei Rümlang wird sich ebenfalls in ungünstiger Weise bemerkbar machen, da dann eine Verlängerung der Zone 2 auf Kosten der Zone 3 eintreten wird. Dies kann nur vermieden werden, wenn gleichzeitig mit der Tieferlegung der Glatt in der Gegend von Oberhausen-Glattbrugg eine zentrale Kläranlage errichtet wird.

Die übrigen innerhalb der 3. Zone liegenden kleineren Abwasserzuflüsse haben, wie die Untersuchung zeigte, keine wesentliche Bedeutung für die Belastung der Glatt, wenn sie auch gelegentlich zu unerwünschten örtlichen Verunreinigungen führen können. Damit soll aber keineswegs der Beibehaltung oder Vermehrung dieser Abwasserzuflüsse das Wort geredet werden, sondern wir würden es im Interesse der Reinhaltung und der Erhaltung der Selbstreinigungskraft der Glatt begrüssen, wenn aus den Abwasserzuläufen zum mindesten die Jauche, die in verschiedenen Gemeinden, besonders innerhalb der Gemeinde Oberglatt, recht häufig zum Abfluss kommt, ferngehalten würde. Selbst-

verständlich gilt auch für diese Zone, dass gefährliche industrielle Abwasser, wie sie früher etwa von der chemischen Fabrik Terpena produziert wurden, einer Spezialreinigung unterworfen werden müssen, bevor sie dem Vorfluter übergeben werden können.

VII. Schlussfolgerungen.

1. Die vorliegenden Untersuchungen stellen unseres Wissens einen erstmaligen Versuch dar, durch vereinte Anwendung chemischer, bakteriologischer und biologischer Untersuchungsmethoden ein Gesamtbild über die Qualität eines Flusswassers auf einer längeren Fließstrecke und über den Zeitraum eines Jahres zu gewinnen. Es ist unseres Erachtens ohne weiteres möglich, unter Zugrundelegung der im vorstehenden niedergelegten Ergebnisse in einem späteren Zeitpunkt alle im einen oder andern Sinne eintretenden Veränderungen der Wasserqualität nicht nur mehr gefühlsmässig, sondern direkt durch vergleichbares Zahlenmaterial zu erkennen und zu belegen.
2. Die chemischen, bakteriologischen und biologischen Untersuchungen haben ergeben, dass die Glatt im Jahresmittel die ihr zugeführten Abwasser bis zur Einmündung in den Rhein nicht vollauf zu verarbeiten vermag. In den Sommermonaten hingegen hat sich gezeigt, dass bezüglich des Sauerstoffgehaltes, der Sauerstoffzehrung und des biochemischen Sauerstoffbedarfs der Fluss im untersten Teil häufig günstigere Verhältnisse aufwies als sogar beim Auslauf aus dem See.

Die Glatt besitzt ein ausgesprochen starkes Selbstreinigungsvermögen. Wenn auch bei der Einmündung der Glatt in den Rhein der Anfangsreinheitsgrad 1 im Jahresmittel theoretisch nicht erreicht wurde, so ist doch zu sagen, dass die Wasserbeschaffenheit vom Seeausfluss bis zur Einmündung des Leutschen- und Brühlbaches (Zone 1) und vom Unterwasser des Staues in Rümlang bis zur Einmündung in den Rhein (Zone 3) für sich allein betrachtet im jetzigen Zustand zu keinen Befürchtungen Anlass gibt. Sie wird sich aber bei vermehrtem Zufluss von ungereinigtem Abwasser sehr rasch verschlechtern, so dass sich schliesslich unhaltbare Zustände herausbilden werden.

3. Die eingangs unserer Arbeit erwähnten Klagen der Glattalbevölkerung sind nach den Ergebnissen dieser einjährigen Untersuchung der Glatt zum Teil als gerechtfertigt, zum Teil als übertrieben zu bezeichnen, und zwar aus folgenden Gründen:
 - a) Seit Beginn der Untersuchung wurden in der Glatt nur sehr vereinzelt und lokal wahrscheinlich durch gewerbliche und

industrielle Abwasser bedingte Fischsterben in geringem Umfange beobachtet. Aus der Untersuchung hat sich ergeben, dass im übrigen der Sauerstoffgehalt der Glatt auch für empfindliche Fische während des ganzen Jahres genügend hoch ist.

- b) Das Baden in der Glatt ist ohne weiteres möglich auf den Strecken vom Seeausfluss bis zur Einmündung des Leutschen- und des Brühlbaches (mit Ausnahme einer kleinen Strecke unterhalb von Dübendorf) und von unterhalb Rümlang bis zur Einmündung der Glatt in den Rhein. Dagegen ist das Baden sozusagen vollständig verunmöglicht auf der Strecke von der Einmündung des Leutschen- und des Brühlbaches bis zur Fabrik « Carba » bei Rümlang.
 - c) Seit Beginn der Untersuchung sind keine Klagen über das Auftreten von Ekzemen bei badenden Kindern oder über Vieherkrankungen mehr laut geworden. Es ist wahrscheinlich, dass die Ursache dieser Erscheinungen seither dahingefallen ist. Solche Erscheinungen werden auch nicht mehr auftreten, wenn insbesondere der gründlichen Reinigung der industriellen und gewerblichen Abwasser, die als Ursache in Frage kommen, alle Aufmerksamkeit geschenkt wird.
 - d) Die Verkrautung und Verschlammung der Glatt ist insbesondere auf der Strecke von der Einmündung des Leutschen- und Brühlbaches bis zu Beginn des Stauens in Rümlang recht stark und auch die eingeleiteten Abwasser- und Schlammstoffe bieten einen durchaus unästhetischen, hässlichen Anblick.
4. Dringend notwendig ist die Sanierung der Flußstrecke unterhalb der Einmündung des Leutschen- und des Brühlbaches. Hier muss so bald wie möglich, spätestens mit der geplanten Tieferlegung der Glatt, eine zentrale Kläranlage erstellt werden, in welcher vorläufig die mechanische Reinigung sämtlicher von der linken Flußseite her mit dem Leutschenbach, eventuell auch der von rechts mit dem Brühlbach eingeleiteten Abwasser erfolgen kann. Wenn spätere Untersuchungen ergeben sollten, dass die mechanische Klärung dieser Abwasser nicht genügt, müsste noch eine biologische Klärung an die mechanische angeschlossen werden. Es wäre gut, diesen Eventualfall schon heute bei der Auswahl des Platzes für die künftige Kläranlage zu berücksichtigen.

Eine weitere Aufgabe, die wesentlich zur Sanierung beitragen wird, ist die sorgfältige Fernhaltung aller Jauchezuflüsse von nicht ummauerten Miststöcken und von Ueberläufen aus Jauchegruben.

Für eine nahe Zukunft ist die Errichtung von Kläranlagen für die Gemeinden Dübendorf und Bülach ins Auge zu fassen. Die

Verhältnisse sind im gegenwärtigen Zeitpunkt gerade noch erträglich, sie werden sich aber bei vermehrtem Zufluss von ungereinigtem Abwasser in einer Weise verschlechtern, dass die vorläufig noch erfreulich grosse Selbstreinigungskraft der Glatt immer mehr geschwächt wird und sich schliesslich ebenso unhaltbare Zustände herausbilden werden, wie sie jetzt unterhalb der Einmündung des Leutschen- und des Brühlbaches anzutreffen sind.
