

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

L. inw.

4677

0,75

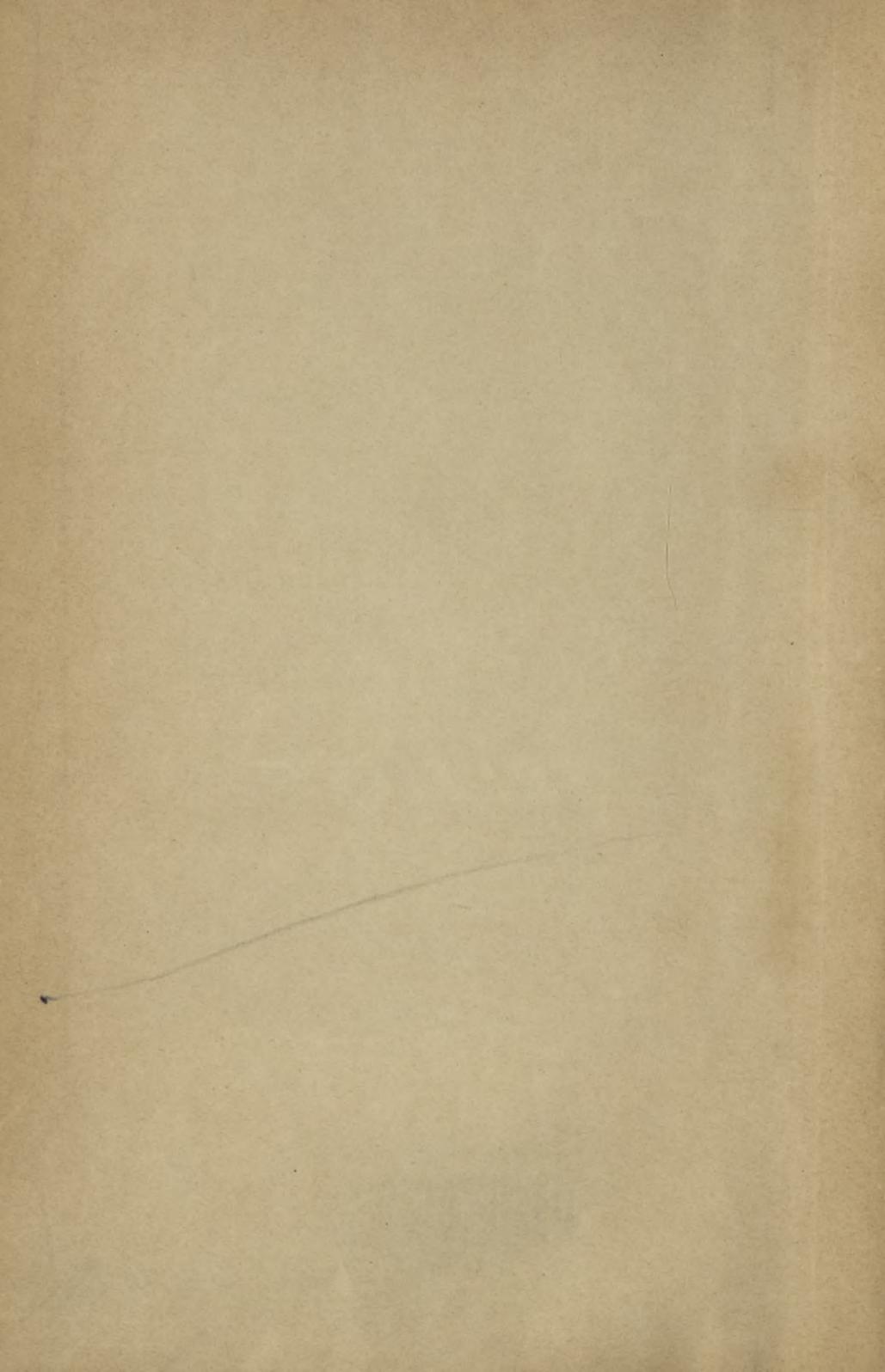
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298928

9-56/58

906<sup>x</sup>



Königliche Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung  
und Abwässerbeseitigung in Berlin.

Anstaltsleiter: Geheimer Obermedizinalrat Prof. Dr. Schmidtman.

Anstaltsvorsteher: Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. Günther.

*Streis*

# Gutachtlicher Bericht

betreffend

*Marsson*

## die Verunreinigung des Mains.

Erstattet im Auftrage der Herren Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten und für Handel und Gewerbe vom 11. Juli 1904 M. d. g. A. M. No. 12856, M. f. H. u. G. III. a. 6053.

*F. Nr. 26645*

*Als Manuskript gedruckt.*



Berlin 1904.

*55*  
*47*

III A 3.95



III A. 3. 957/1906

(Als Manuskript gedruckt.)

F. Nr. 26645



# Gutachtlicher Bericht der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Sachen betreffend die Untersuchung über die Verunreinigung des Mains.

Erstattet im Auftrage der Herren Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten und für Handel und Gewerbe vom 11. Juli 1904 M. d. g. A. M. No. 12856, M. f. H. u. G. III. a. 6053.

Berichterstatter:

Prof. Dr. M. Marsson,

Wissenschaftliches Mitglied der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin.

## Inhalt.

	Seite
Veranlassung und Ausführung der Besichtigung . . . . .	2— 4
Schilderung:	
I. der ersten 14tägigen Flussbefahrung . . . . .	4— 52
II. der zweiten Befahrung inkl. bakteriologischer Untersuchung und Grundwasseruntersuchungen . . . . .	52— 55
III. der Besichtigung von Farbwerken und chemischen Fabriken . . . . .	56— 65
IV. der Besichtigung von Gerbereien . . . . .	65— 82
Besprechung des Mainlaufes . . . . .	82—112
„ des Grundwassers . . . . .	112
„ der Zellulosefabriken . . . . .	112—115
„ der Farbwerke und chemischen Fabriken . . . . .	115—122
„ von städtischen Abwässern . . . . .	122—123
„ von Gerbereien . . . . .	123—136
Allgemeines . . . . .	136—137
Fischereiliches und Begutachtung der untersuchten Flussstrecke nach ihrer Fauna . . . . .	137—143
Kurze Zusammenfassung . . . . .	143—145
Anlagen:	
I. Biologische Untersuchung. . . . .	147—156
II. Bakteriologische Untersuchung. . . . .	157—158
III. Chemische Untersuchung. . . . .	159—175
IV. Sauerstoffbestimmungen. . . . .	177—178

Berlin 1904

Auf Antrag des Regierungspräsidenten in Wiesbaden hatte der Herr Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten unter dem 30. September 1903 die Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung mit einer Untersuchung und Begutachtung der namentlich durch Fabrikabwässer bedingten Verunreinigung des unteren Mains beauftragt. In Erledigung dieser Aufgabe war auf Grund einer Mainbefahrung im November 1903 von der Anstalt zunächst ein Bericht (vorläufige Begutachtung vom 28. Januar 1904) erstattet und hierin ein Plan für die spätere ausführliche Untersuchung aufgestellt worden. Nachdem sich der Herr Regierungspräsident in Wiesbaden mit diesem Plane einverstanden erklärt hatte, beauftragten die Herren Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten und für Handel und Gewerbe mittels oben bezeichneten Erlasses die diesseitige Anstalt mit der weiteren Untersuchung des Mains.

Mit dem Regierungspräsidenten in Wiesbaden wurde vereinbart, dass die Untersuchung des Mains am 29. August mit seinen Kommissaren in Aschaffenburg begonnen werden sollte.

Das mit der Untersuchung beauftragte Anstaltsmitglied, Professor Dr. Marsson, traf an diesem Tage mit einem chemischen Hilfsarbeiter der Anstalt in Aschaffenburg ein.

Im Auftrage ihrer Regierungen hatten sich eingefunden:

preussischerseits:

1. Regierungs- und Gewerberat Dr. Leymann aus Wiesbaden,
2. Regierungs- und Baurat Rasch aus Wiesbaden,
3. Regierungsassessor Dr. v. Brüning aus Wiesbaden,
4. Kreisassistentzarzt Professor Dr. Frank aus Wiesbaden, in Vertretung des Regierungs- und Medizinalrats,
5. Königlicher Wasserbauinspektor Baurat Hahn aus Frankfurt a. M.,

bayerischerseits:

6. Bauamtmann Schaaff aus Aschaffenburg,

hessischerseits:

7. Kreisamtmann Emmerling aus Offenbach und
8. Gewerbeinspektor Engeln aus Offenbach.

Von seiten der bayerischen Behörden war für die Mainstrecke innerhalb des bayerischen Gebietes ausserdem der Flusswart Höfling aus Aschaffenburg beauftragt worden.

Damit chemische und mikroskopische Arbeiten des frisch ent-

nommenen Materials ausgeführt werden konnten, war seitens der Königlichen Wasserbauinspektion Frankfurt a. M. ein Arbeitsschiff, sog. Kasernenschiff, zur Verfügung gestellt worden, in welchem hinreichend Raum für alle chemischen und biologischen Apparate sowie für die Aufstellung eines Mikroskopes vorhanden war. Diesem Schiff war ein Nachen, sog. Flieger, beigegeben, mittelst dessen auch seichte Uferstellen befahren werden konnten. Durch ein Motorboot wurde das Schiff geschleppt; ferner war ein Dampfer für die Personenbeförderung von Frankfurt aus zur Verfügung gestellt worden.

Die Flussbefahrung sowie die Besichtigung der an dem Main bezw. in seiner Nähe gelegenen Fabriken fand in nachbezeichneter Weise statt:

Am 29. August Besichtigung der Zellulose- und Papierfabrik bei Aschaffenburg sowie Befahrung des Mains aufwärts bis 1 km oberhalb Aschaffenburg, stromabwärts bis zur Stockstadter Zellulosefabrik, deren Kläranlagen besichtigt wurden.

Am 30. August Untersuchung der Ausflüsse der Stadt Aschaffenburg und der beiden Zellulosefabriken, sodann Befahrung des Mains bis Seligenstadt, am 31. August Befahrung des Flusses bis Hanau, am 2. September Untersuchung der Offenbacher Abwasserzuflüsse, am 3. der im Frankfurter Stadtgebiet gelegenen Strecke des Mains und am 5. Untersuchung des Mains bis 300 m unterhalb der Frankfurter Kläranlage. Am 6. September Befahrung des Flusses bis nach Griesheim, am 7. und 8. desselben Monats bis Kelsterbach, am folgenden Tage bis Raunheim und am 10. September der letzten Strecke des Mains.

Der 12. September wurde zum Ordnen des bisher gesammelten Materials und der entworfenen Protokolle sowie zur Feststellung von Plänen für die weitere Untersuchung verwandt.

Zwecks Anstellung bakteriologischer Untersuchungen kam sodann in den Tagen vom 14.—16. September eine zweite Mainbefahrung zur Ausführung, und zwar von der Strecke 1 km oberhalb Aschaffenburg an bis 1 km unterhalb der Mainmündung in den Rhein. Hierbei wurden auch die Verhältnisse des Grundwasserstroms berücksichtigt.

Weiter wurden sodann besichtigt am 17. September die Offenbacher Gerbereien sowie deren Kläranlagen und am 19. September die Chemische Fabrik Griesheim, Abteil Elektron und Maintal, ferner die Farbwerke in Höchst sowie die Gerberei von Graubner & Scholl

in Unterliederbach. Am 20. September wurde das Liederbachtal von Krißtel bis Lorsbach befahren und begangen und auf dem Rückwege — über Hofheim und Hattersheim — die verschiedenartigen Gewerbebetriebe einer Besichtigung unterzogen. Am 21. September fand eine Besichtigung der Cassellaschen Farbwerke in Fechenheim-Mainkur statt. Der 22. September wurde verwandt für Informationen und Arbeiten auf der Königlichen Gewerbeinspektion II zu Frankfurt a. Main; mit der am 23. September vorgenommenen Besichtigung der Gerberei von S. Marx & Söhne in Königstein und einer biologischen Untersuchung des Vorfluters, des Liederbaches, und der in diesen fließenden Abwässer der Stadt Königstein erreichte die Reise ihr Ende.

### I.

Um die Individualität des Mainflusses möglichst vollständig kennen zu lernen, wurde auch die Strecke oberhalb Aschaffenburg befahren und zwar bis oberhalb des Hösbaches ungefähr 1 km oberhalb der Mainbrücke. Auf dieser Strecke werden nach Angabe keine in betracht kommenden Verunreinigungen dem Flusse zugeführt, und die weiter oberhalb durch die grösseren Städte, wie Würzburg und andere, veranlassten sind erfahrungsgemäss wieder durch Selbstreinigung des Flusses verschwunden. Treibende Pilze fanden sich nirgends vor, Triebe von Hornkraut und namentlich von Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) waren häufig. Die chemische Reaktion des Flusswassers war eine ganz schwach alkalische bei 5 Minuten langer Einwirkung auf das Lakmuspapier. Die Wassertemperatur betrug um 2 Uhr Nachm.  $18,5^{\circ}$  C. bei  $24,5^{\circ}$  Lufttemperatur; um diese Tageszeit wurde auch fernerhin in den beiden Wochen die Wasser- und die Lufttemperatur bestimmt.

Für die chemische Untersuchung wurde eine Flasche mit Wasser aus der Strommitte gefüllt (I, 1), gleichfalls hier Plankton (I, 2) gefischt. In einer Tiefe von  $\frac{1}{2}$  m wurde mittelst einer Pumpe Wasser für die Sauerstoffbestimmung (I, 3) entnommen, auch die Sichttiefe (I, 4) des hier schwach grünlich gefärbten Mainwassers bestimmt, welche gleichmässig 65 cm betrug, sowohl auf der Sonnen- wie auf der Schattenseite. Das Mainwasser führte reichlich suspendierte Stoffe mit sich, welche sich in dem gesammelten Plankton schon durch die sehr schnelle Sedimentation als aus mineralischen Stoffen bestehend erwiesen (I, 2b). Die gleichen Sedimente befanden sich augenscheinlich auch auf allen Steinen des Ufers (I, 6) und

waren anscheinend kalkiger Natur<sup>1)</sup>. Solche Zuschwemmungen sollen nach Angabe des bayerischen Bauamtmanns aus der Lengfurther Gegend herrühren, während sonst Buntsandstein vorherrschend ist. Im frisch entnommenen, abgesehen vom Plankton farblosen Mainwasser konnte hier weder Ammoniak noch salpetrige Säure oder Salpetersäure nachgewiesen werden.

Im Gebiete der Stadt Aschaffenburg wurden die auf sehr flachem Ufer einmündenden Abwässer des städtischen Schlachthofes vom Nachen aus einer Besichtigung unterzogen. Haut- oder Darmfetzen sowie dergl. grössere Abfälle, auch sehr viele weisse Fasern wurden in den abfliessenden Wässern bemerkt und zeigten an, dass hier keine oder eine ungenügende Klärung stattfindet. Das Abwasser war sehr trübe und stark stinkend. Auf den Steinen unterhalb des Ausflusses zeigte sich ein schwarzer und grüner Besatz (II, 1). Viele stinkende Gasblasen stiegen aus dem hier angesammelten Schlamm auf; der darunter befindliche feine Kies besass einen schwarzen Ueberzug, der mit Salzsäure übergossen Schwefelwasserstoff entwickelte, also aus Schwefeleisen bestand. Die Temperatur des Wassers betrug am 2. Untersuchungstage 18,5°, die der Luft (stets im Schatten gemessen) 24°.

Ein ähnliches Bild zeigte der Abwasserausfluss der städtischen Kanalisation, der weder ein Gitter hat, noch sonst eine mechanische Klärungsvorrichtung besitzt. Das ausströmende Wasser war von trüber grauer Beschaffenheit. Viel Fettteile schwammen unterhalb des Ausflusses an der Oberfläche. Beim Stossen mit dem Bootshaken stiegen stinkende Gasblasen auf. Hier wachsende Wasserpflanzen waren mit einer braunen Masse besetzt. Mittelst der Dretsche wurde 10 m unterhalb fäkalartig riechender Schlamm heraufbefördert (III, 1). In einer Entfernung von 30 m fand sich der gleiche Schlamm; beide Schlammproben ergaben nach dem Absieben grobe Abfälle aller Art, wie Haare, Papier und dergleichen; Vertreter der gröberen Fauna fanden in dem faulenden Schlamm nicht ihre Lebensbedingungen. 60 m unterhalb wurden gleichfalls Haare, Papier und stinkender Gemüseabfall gefunden, während 100 m weiter unterhalb nur Steine und 250 m unterhalb nur Kies konstatiert werden konnte. Der braun-graue Besatz war auch hier noch auf allen untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen zu finden (III, 2).

---

1) Dies wurde bei der späteren Untersuchung im Laboratorium bestätigt.

Das Mainwasser war grünlich trübe. Treibende Pilze wurden auch hier nicht bemerkt.

Die beiden Betriebe der Aktiengesellschaft für Maschinenpapier- und Zellulosefabrikation in Aschaffenburg sowie in Stockstadt waren schon am ersten Tage in Gemeinschaft mit der oben genannten Kommission einer Besichtigung unterzogen worden. In der ersteren wurden unserem Sachverständigen seitens der Direktoren folgende Angaben gemacht:

Die Zellulosefabrik in Aschaffenburg produziert täglich 3 Waggons (gleich 30000 kg) reine Zellulose; sie benötigt dafür einschliesslich der Gebrauchswässer für die Papierfabrik 15 cbm Mainwasser pro Minute; ungefähr dieselbe Menge an Flüssigkeit, abzüglich des Verdampfungsverlustes, soll auch abfliessen, aus der Papierfabrik ausserdem ungefähr 5 cbm<sup>1)</sup>. Im Betrieb der Fabrik befinden sich jetzt 6 kleine und 4 grössere Kocher, welche ersteren alle 24 Stunden neu gefüllt werden, die letzteren dagegen ungefähr alle 40 Stunden, sodass nach Angabe  $1\frac{1}{3}$  Kocher stets im Betriebe sind.

In den Kocherlaugen wird die schweflige Säure unter starker Kühlung mit Kalkmilch annähernd neutralisiert; sie wird also nicht wieder für den Turm nutzbar gemacht. Nach Angabe beträgt die Acidität der Kocherlauge vor der Abstumpfung 50—70 mg Alkaliverbrauch pro Liter (= 0,1 % SO<sub>2</sub>). Am 29. August wurde jedoch die mit Kalk abgestumpfte, in den Klärbassins befindliche Lauge noch mit ziemlich stark saurer Reaktion gefunden. Ein weiteres Bassin von der Grösse, dass die Laugen in demselben 3 Tage verweilen können, befindet sich im Bau; die Unkosten für diese neue Kläranlage sollen nach Angabe 20000 Mark betragen. Die gereinigten Ablaugen werden mittelst eines Elektromotors bis zum Main gepumpt; seit Jahresfrist münden sie hier ungefähr in der Mitte des Stromes am Flussgrunde aus.

Die Waschwässer, auch die für die Papierfabrikation, werden teilweise zur Kühlung benutzt. Sie verweilen, bevor sie abfliessen, 3 Stunden lang in einer doppelten längeren Reihe von Klärbecken

---

1) Nach Angaben in der „Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften“ vom Jahre 1895, Seite 230 „Die Einwirkung der Sulfitzellulosefabrik auf die Fischwässer Aschaff und Main nach dem Jetztstande“ betragen die Abwässer in der ersteren Fabrik, also vor dem Jahre 1895, ungefähr 105 cbm Kocherlauge, 4800 cbm Abwässer aus der Sulfitzellulosefabrik, 1600 cbm Waschwasser von der Weisspapierfabrik.

und setzen hier noch viel Zellulose ab, welche alle 3 Tage von Grund aus geräumt werden soll. Die abfliessenden Wasser münden in die nahe der Fabrik vorbeifiessende Aschaff ein. Sie riefen hier am Begehungstage eine starke, etwas bräunliche Trübung hervor. Auch für die Waschwässer soll ein neues Bassin zur Ausführung gelangen, nach Angabe ungefähr für 20000 Mark.

In den Klärbecken der Waschwässer wurde, auf der Oberfläche schwimmend, stellenweise eine dicke Oelschicht, von den Kondenswässern herrührend, bemerkt. Die früher hier eingebauten Filter sind wieder entfernt worden, weil sie sich zu schnell verstopften. Der Abwasserstrom passiert die Becken von unten nach oben, um dem Schlamm Gelegenheit zu geben, sich besser absetzen zu können. Namentlich in den letzten Reihen der Absatzbecken wurden dicke weissliche Fladen bemerkt (IV, 5), welche aus Pilzen zu bestehen schienen. Nach Angabe soll in den Klärbecken die Pilzbildung während des Sommers eine oft starke sein, während sie in der kalten Jahreszeit angeblich nur im Flusse auftritt.

Die Zellulosefabrik in Stockstadt verarbeitet nach Angabe der beiden Betriebsführer täglich 4 Waggons Zellulose, also 40000 kg. An Kocherlaugen werden in 24 Stunden 270 cbm produziert, und zwar in 3 Kochern. Die Laugen werden zuerst mit „Chlorkalk“ behandelt, d. h. mit Rückständen aus der Bleicherei, darauf erst mit Kalkmilch; hierbei resultiert eine Verdünnung mit  $\frac{2}{3}$  Wasser (auf 270 cbm Lauge kommen 540 cbm Wasser). In dem ersten Becken wurde die Reaktion nach der Kalkung noch deutlich sauer befunden, während sie im letzten Becken, bei besserer Durchmischung, in eine alkalische übergegangen war. Zwischen diesen beiden Becken war ein Sägespänefilter eingeschaltet, dann flossen die Kocherlaugen (Probe V, 1) ohne jegliche weitere Behandlung durch ein gusseisernes Rohr in den Main und zwar 23 m weit in die Fahrrinne hinein.

Die Waschwässer passieren Trommelfilter, welche den grössten Teil der mitgeschwemmten Zellulosefasern wieder auffangen, sodass dieselben zur Pappe- und Packpapierfabrikation mit Vorteil nutzbar gemacht werden können; die Zinsen für diese Betriebskosten sollen durch die aus der Verarbeitung der Abfälle sich ergebenden Einnahmen gedeckt werden. Die Waschwässer gelangen dann in eine Reihe von Klärbassins, welche noch durch grössere, im Bau befindliche, vermehrt werden sollen. Diese letzteren werden einen Inhalt von 2500 cbm erhalten mit einer Absatzdauer von  $2\frac{1}{2}$  Stunden. Zur Zeit soll der

Gehalt der Waschwässer an Schwebestoffen nach Angabe nur 35—37 mg im Liter betragen, sodass die Waschwässer angeblich mit verhältnismässig wenig Zellulosefasern beladen in den Fluss gehen. Von den im letzten Waschwasserbassin befindlichen weissen Flocken wurde eine Probe (V, 3) entnommen.

Das Gebrauchswasser, welches der Main liefert, muss für den Fabrikationsbetrieb einer Reinigung unterzogen werden. Zu dem Zwecke wird es mit einer Lösung von schwefelsaurer Tonerde versetzt, welche eine grüne Abscheidung bewirkte (V, 2); nach Durchfluss durch eine Reihe von Bassins gelangt das Wasser schliesslich völlig klar zur Verwendung. Diese Abscheidung gelangt zusammen mit den Kondenswässern zum Abfluss, nicht etwa durch eine Leitung, sondern einfach auf dem sehr abschüssigen Fabrikgelände hinunter zum Main, wo sich an der Ausflussstelle ein grüner Faulalgenbelag (V, 4) gebildet hatte. Der grüne Schlamm soll in der Woche 1000 cbm betragen.

Die Abflüsse der beiden Zellulosefabriken wurden im Main vom Boote aus einer Untersuchung unterzogen. Oberhalb des Ausflusses der Kocherlaugen aus der Zellulosefabrik Aschaffenburg wurde Plankton gefischt (IV, 1a und b). Dort, wo die Mündung des Abwasserrohrs durch Strudelung sich in der Fahrrinne bemerkbar machte, wurde gedreht (IV, 2), jedoch konnten nur Steine gehoben werden, welche mit Schlammröhrchen besetzt waren, in welchen sich junge Larven von Zuckmücken, auch einige Larven von Trichopteren, sogenannten Wassermotten, befanden. Mit dem Heyrothschen Apparate (IV, 3) wurde versucht, am Flussgrunde, unmittelbar vor der Ausflussöffnung, Abwasser aufzufangen; die Reaktion des geschöpften Wassers war eine ganz schwach alkalische, zeigte aber in einer Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  m vom Ausflusse den typischen Geruch von Sulfitlaugen. Der auf dem hohen Ufer befindliche Revisionschacht war nicht zu öffnen. Für die Sauerstoffbestimmung sowie zur Feststellung der Sauerstoffzehrung wurden mit der Pumpe 2 Wasserproben entnommen (IV, 4a und b). Die Waschwässer der Aschaffener Zellulosefabrik fliessen in die Aschaff; deshalb gelangten die Ausflüsse derselben zur Untersuchung. Tags vorher waren bei der Besichtigung der Fabrik aus den Sedimentierbecken Pilze (IV, 5) gefischt. Wie schon bei dieser Besichtigung konstatiert war, wurde die Aschaff durch das Fabrikabwasser stark getrübt; eine fast noch stärkere Trübung machte sich am Ausflusse in den Main geltend, obgleich die Entfernung von der Fabrik

bis hierher  $3\frac{1}{2}$  km beträgt. Vor der Mündung der Aschaff gleich unterhalb war eine grosse Fläche von grobem Kies angeschwemmt, welcher noch aus dem Wasser herausragte; oberhalb dieser Kiesbank wurde gedreht (IV, 6) und stinkender Schlamm heraufbefördert. An flachen Stellen der Kiesbank befand sich ein weisser umfangreicher beggiatoenartiger Belag (IV, 10), auch ein gelber (IV, 11), welcher mit Gasblasen, augenscheinlich durch die Assimilationstätigkeit von Algen ausgeschiedenem Sauerstoff, bedeckt war. Auch die Steine oberhalb an der linken Seite des Ausflusses zeigten einen schmutziggelben Besatz (IV, 9). Nach Angabe des bayerischen Stromwartes befindet sich  $\frac{1}{2}$  km oberhalb an der Aschaff eine Kunstwollfabrik; um zu untersuchen, ob auch diese schuld sei an der Verschmutzung der Aschaff, wurde die Strecke begangen und oberhalb dieser Fabrik konstatiert, dass das Aschaffwasser gleichmässig trübe und schwarzbräunlich wie unterhalb gefärbt war. Zur Vergleichung wurden 2 Proben für die chemische Untersuchung entnommen, oberhalb (IV, 7) und unterhalb (IV, 8).

Es mussten nun auch die Ausflüsse der Stockstadter Zellulosefabrik einer Untersuchung unterzogen werden, und es wurde am Kondenswasserabfluss nochmals eine Probe (V, 4) entnommen. Am Ausfluss der Kocherlaugen in der Strommitte war es auch bei dieser Zellulosefabrik trotz vieler Versuche mit dem Heyroth'schen Apparate unmöglich, Abwasser mit einer anderen Reaktion als der des Flusswassers zu erhalten. Anscheinend fand kein Abfluss von Abwasser zur Zeit der Untersuchung statt. Der 17 m vom Ufer entfernte Ausfluss des Waschwassers machte sich jedoch im Fluss bemerklich durch ein sehr reichliches Auftreten von weissen Flocken, ja sogar von grösseren Fladen (V, 5). Aus dem Revisionschachte wurde mittelst eines Eimers eine Probe geschöpft (V, 6), welche eine schwach alkalische Reaktion zeigte, jedoch keinen Geruch nach schwefliger Säure; am Boden des Eimers setzten sich viel weissliche Pilzflocken ab, ein Beweis, dass dieselben sich schon in der Kläranlage gebildet hatten und nicht erst im Flusse. Die Wassertemperatur betrug mittags 2 Uhr  $18,5^{\circ}$  bei einer Lufttemperatur von  $23,5^{\circ}$ ; die Temperatur in grösserer Wassertiefe war dieselbe wie an der Oberfläche, ein Zeichen von der durch die Strömung bewirkten schnellen Durchmischung des Wassers. Am Ufer wucherte viel Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*). Sehr häufig war auch Hornkraut (*Ceratophyllum demersum*), festgewachsen sowie treibend. 100 m unter-

halb des Waschwasserausflusses wurden die treibenden Pilze, welche teils von weisser, teils von gelblicher Farbe waren, mittels eines Planktonnetzes aufgefangen (VI, 3); gleichfalls wurden 2 Mainwasserproben für die Sauerstoffbestimmung entnommen einschliesslich der Probe für die Bestimmung der Zehrung nach 24 Stunden (VI, 1a und b); auch wurde gedretschet (VI, 2), jedoch nur grober Kies gehoben. Mit Hilfe des grossen Pfahlkratzers konnte in 1 und 2 m Tiefe gleichfalls nur Kies und kein Schlamm konstatiert werden, mehr in der Ufernähe viel Laichkraut (VI, 5b), zwischen welchem am Grunde sich stark stinkender Schlamm, wohl aus faulenden Pilzen bestehend, angehäuft hatte. Ganz nahe am Ufer befanden sich grössere Steine (VI, 5a), die auf der Oberseite mit einer Schicht von kohlensaurem Kalk bedeckt waren, sowie mit vielen in Schlammröhren lebenden Zuckmückenlarven, auch mit einigen Cladophora-Flocken, auf der Unterseite jedoch und zwar auf der ganzen Breite einen schwarzen Belag aufwiesen, welcher, mit Salzsäure in Berührung gebracht, einen deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff ergab. Zwischen den Steinen lebten grosse Egel. Etwas weiter unterhalb wurde auch Plankton gefischt (VI, 6a und b). Für die chemische Untersuchung war 100 m unterhalb des Waschwasserausflusses eine Probe (VI, 4) entnommen worden, welche weder eine Reaktion auf Ammoniak noch auf salpetrige Säure oder Salpetersäure ergab. Bei Klein-Ostheim trieb der Fluss etwas schwächer mit Pilzen (Plankton-Probe VII, 1).

Oberhalb des Einflusses der Kahl waren die Pilze sehr vermindert (Planktonprobe VIII, 1). In der Kahl selbst, welche die Abwässer der 6 km oberhalb liegenden Zellulosefabrik Alzenau aufnehmen soll, wurde an allen untergetauchten Abflüssen und Blättern ein brauner Besatz bemerkt, welcher aus von oberhalb zugeschwemmtem Lehm bestand und, mit Salzsäure übergossen, kein Aufbrausen zeigte (VIII, 2). In diesem Besatz lebten Zuckmückenlarven meist in Röhrechen. Die Färbung des am 31. August morgens 9 Uhr lebhaft dahinströmenden Kahlbaches war eine bräunlich-trübe. Nach Bericht des Wasserbauwartes Krolikowski hatte Mitte Juli im oberen Laufe ein grösseres Fischsterben stattgefunden; auch soll zur Nachtzeit das Kahlwasser dem Main oft ganz schwarz gefärbt zufließen, zuweilen auch grün oder rot gefärbt. Darüber, ob die Zellulosefabrik in Alzenau auch Buntpapier fabriziert, konnte keine Auskunft erhalten werden. Die Reaktion des Kahlwassers war am Ausflusse eine neutrale. Unterhalb der Mündung fand sich auf dem schwärzlichen

Sande ein brauner Belag, der zwar nur schwach stinkend war, jedoch mit Salzsäure übergossen eine starke Reaktion auf Schwefelwasserstoff ergab (VIII, 3).

An der Stromknickung,  $\frac{1}{2}$  km oberhalb Hainstadt, wurden treibende Pilze nur noch ganz vereinzelt bemerkt. Schlamm hatte sich am Anfang der Knickung noch nicht abgelagert; es wurde nur eine grosse Muschelschale gehoben, die mit Egelkokons besetzt war, im Innern aber Pilzflocken enthielt (IX, 1a); mit dem zweiten Zuge etwas weiter unterhalb wurden 2 Barben erbeutet, noch weiter unterhalb mit Pilzschleim bedeckte Laichkräuter sowie mit Kokons und mit Eintagsfliegenlarven besetzte Steinchen; der Dretschbeutel war mit braunen, in Zersetzung übergegangenen Pilzflocken verklebt. Vom Ufer aus wurden bei der 300 m weiten Begehung des Mainufers in Dretschewürfen an 3 verschiedenen Stellen grössere Mengen von Schlamm konstatiert, welcher schwach stinkend war.

An der Buhne, gegenüber Gr.-Auheim (Station 329,4), wurde Schlamm von gleicher Beschaffenheit gehoben, sowohl oberhalb wie unterhalb derselben, gleichfalls noch 20 m weiter am Ufer entlang (X, 1); auch die Laichkräuter zeigten schleimigen Besatz (X, 2).

Am Ausfluss der von der Königlichen Pulverfabrik (Station 330,2) kommenden Abwässer zeigte sich am Ufer viel weisslicher Schaum (XI, 1). Da derselbe sich auch oberhalb des Ausflusses befand, musste er (nach Ansicht der Strombeamten) wohl von Gr.-Auheim her angeschwemmt sein. Die chemische Reaktion des Mainwassers war unterhalb wie oberhalb des Ausflusses die gleiche, eine ganz schwach alkalische, wie sie bis hierher überhaupt das Mainwasser zeigte. Nach Schätzung der Stromaufsichtsbeamten beträgt die Menge der aus der Pulverfabrik in den Main gelangenden Abwässer täglich etwa 900 cbm. Die Temperatur des ausfliessenden Wassers, welches eine saure Reaktion zeigte, betrug  $32,8^{\circ}$ . Für die chemische Analyse wurde eine Probe entnommen (XI, 2). Mit dem Abwasser strömten dem Main viele Pilzflocken zu, meist weisse, aus verhältnismässig schwer zerreissbaren Fäden gebildete Pilze, jedoch auch gelbe bis braune Flocken (XI, 3). In der Strommitte, oberhalb der Ausflussstelle, wurden 2 Proben für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XI, 4a und b).

Die mit dem Abwasser aus der Pulverfabrik in den Main gelangenden Pilze machten sich auf ungefähr 50 m bemerkbar, die von Stockstadt kommenden waren makroskopisch schon oberhalb dieses

Ausflusses nicht mehr zu bemerken gewesen; aber das Mainwasser enthielt noch viel suspendierten kohlensauren Kalk, welcher sich in dem zwischen Auheim und Gr.-Steinheim gefischten Plankton (XII, 1) schnell absetzte.

Bei Gr.-Steinheim am linken Ufer, wo unser Sachverständiger im vorigen Jahre beträchtliche Schlammanhäufungen konstatiert hatte, wurde wieder gedretschet und in 2 Zügen jedesmal sehr viel tief-schwarzer und stinkender Schlamm gehoben (XIII, 1). Derselbe, offenbar aus zugetriebenen und hier unterhalb der Stromknickung zu Boden gesunkenen Pilzen hervorgegangen, war sehr schwer absiebbar; schliesslich blieben aus beiden Zügen viele rote Zuckmückenlarven auf dem Siebe zurück. Auf dem rechten Ufer, gegenüber dem Schloss, wurden gleichfalls grosse Schlammanhäufungen festgestellt (XIII, 2) und zwar von  $\frac{1}{3}$  m Mächtigkeit; auch dieser Schlamm war stark stinkend und liess sich nur z. T. absieben, die Reste blieben auf dem Siebe, einem fettigen Brei ähnlich, zurück und waren ganz ohne Leben; in beiden Schlammproben war freier Schwefelwasserstoff nachweisbar, ebenso wurden grosse Mengen von Schwefeleisen konstatiert. An dieser Stelle wurden auch 2 Proben für die Sauerstoffbestimmung (XIII, 3a und b) entnommen und zwar in 1 m Tiefe und ungefähr 0,2 m über der Schlammschicht. Gleichfalls wurde Wasser für die chemische Untersuchung (XIII, 4) geschöpft. Die Reaktion auf Ammoniak war eine ganz schwache. Die Flutrinne erwies sich frei von Schlamm; es wurde nur feiner Kies (XIII, 5) gehoben, der nicht stinkend war.

Im Hanauer Hafen (Stichkanal) wurde überall viel Schlamm konstatiert; jedoch bestand derselbe nicht aus faulendem Detritus, wie er oberhalb der Stadt im Main, durch Pilzzersetzung hervorgerufen, gefunden wurde, sondern zum weitaus grössten Teil aus faulenden Blättern, welche teils von den benachbarten Bäumen, z. T. auch von oberhalb her mit dem Kinzigumlauf zugeführt waren. Vertreter der gröberen Fauna wurden in den Dretschezügen (XIV, 1) nicht gefunden; durch die oft dicht übereinanderlagernden Blätter waren sie in ihrer Bewegung gehindert. Auch Plankton (XIV, 2) wurde im Stichkanal gefischt. Am Stadtufer fand sich bei dem niedrigen Wasserstande nichts bemerkenswertes; nach Angabe des Stromwärts Krolkowski ergab der Wasserstand bei Hanau folgende Zahlen:

am 31. August 1904 . . . . .	0,88 H. P.
„ 1. September 1904 . . . . .	0,90 „
„ 2. September 1904 . . . . .	0,92 „ ;

am geringsten war der Wasserstand am 17. Juli 1893 gewesen; er betrug nur 0,70 H. P., während er im August 1904 durchschnittlich die Zahl 0,82 ergab. Oberhalb des städtischen Siels und der Kinzigmündung wurde von einem dort lagernden Floss mit dem Pfahlkratzer Besatz abgeschabt (XIV, 3) und in der Kinzig am Ausflusse treibende dünne Flöckchen mit einem Netze entnommen (XIV, 4).

50 m unterhalb des städtischen Kanals, welcher in der Fahrinne ausmündet und sich durch wirbelnde Bewegung kenntlich machte, wurde die Dretheibe zweimal ausgeworfen, nach dem Ufer zu jedoch nichts gehoben, nach der Strommitte zu aber etwas grober Schlamm (XIV, 5). 100 m unterhalb bestand das Flussbett aus grösseren Steinen (XIV, 6), welche mit Egeln und deren Kokons besetzt waren, zugleich auch mit jungen Larven von Chironomus. Bei sämtlichen Steinen wurde die untere Seite schwarz überzogen gefunden, welcher Belag mit Salzsäure übergossen Schwefelwasserstoff entwickelte. Mehr nach der Strommitte zu (XIV, 6b) fand sich wieder Schlamm, welcher aus Haaren, Papier, Kohle und Kaffeegrus bestand, jedoch nicht stinkend war; derselbe Befund wurde 200 m weiter erhoben (XIV, 7); noch weiter unterhalb fanden sich nur Steine, welche noch einen geringen Anflug von schwarzem Schwefeleisen zeigten.

Bei der Weiterfahrt wurde Plankton gefischt (XV, 1).

In Mühlheim wurde der in einem Uferdamm belegene Abwasserlauf der Farbwerke von Leonhardt untersucht. Es floss zunächst ziemlich dunkelrot gefärbtes, aber klares Wasser aus (XVI, 1), 10 Minuten später aber mehr schaumiges, etwas heller rotes und trübes Wasser; beide Proben zeigten eine schwach saure Reaktion; für die quantitative chemische Untersuchung wurde Wasser aus dem Revisionschachte entnommen (XVI, 7). Dieses Wasser bestand nach Angaben des anwesenden Prokuristen Stickler aus einem Gemisch von Fabrikationsabwasser mit Kondenswasser, letzteres jedoch in nur geringen Mengen, da es mit selbsttätiger Zurückführung wieder in die Kessel gelange. Die Mühlheimer Farbwerke benötigen täglich ungefähr 1000 cbm Gebrauchswasser, welches aus dem Main entnommen wird; ungefähr 800 cbm sollen davon wieder abfließen, jedoch nur am Tage, denn nachts steht der Betrieb, mit Ausnahme

einiger Destillationen, still. Der Abwasserstrom fliesst Tags über ununterbrochen in den Main, nach Angabe nie stossweise. Die Konzession für den Abwasserablauf datiert vom 18. und 20. Dezember 1880; nach derselben soll der Gehalt an freier Säure (Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure) im ganzen nicht mehr als 5% betragen. Alle dem Main zugeführten Abfallwässer dürfen ungelöste Bestandteile nicht in solcher Menge enthalten, „dass dadurch Verstopfungen der Ausflussröhren veranlasst werden können“. Alle Spül- und Abfallwässer müssen auch von Farbstoffen soweit befreit sein, dass das Mainwasser durch ihren Eintritt nicht gefärbt wird; dieselben sind nötigenfalls durch Chlorkalk zu entfernen.

Nach Angaben des Prokuristen Stieckler enthält das Abwasser nur  $\frac{1}{2}$  % Säure. Von Säuren kommen hauptsächlich Salzsäure und Schwefelsäure in betracht; Salpetersäure nur für einzelne Betriebe. Von Farbstoffen werden am meisten Naphtol- und Azofarben dargestellt, besonders viel Naphtolgelb, also mehr sogenannte saure Farben, welche durch Kalk mit Ausnahme von nur wenigen nicht entfärbt werden, während die basischen sich leicht entfärben lassen.

Gleich unterhalb des Abwasserauslaufes wurden lebenskräftige junge Keime und Triebe von Wasserpflanzen (XVI, 2) bemerkt; auch grosse Triebe und Bestände von Hornblatt und Laichkraut, welche mit einem grauen Besatz bedeckt waren (XVI, 3). Unterhalb des Dammes wurde mit dem Schlammheber schwarzer stinkender Schlamm gehoben (XVI, 4).

Mit dem Nachen wurde der Abwasserstrom im Flusse verfolgt, solange er sich noch geltend machte, und zwar in einer Entfernung von 10, 40, 80, 120 und 260 m bis zur Fähre; längliche Flaschen von 1,5 cm Breite und 16 cm Tiefe wurden an diesen verschiedenen Stellen gefüllt. Es war in der breiten Schicht dieser gefüllten Flaschen gar keine Färbung bemerkbar, in der tiefen mit untergehaltenem weissen Papier in der ersten Flasche, bei 10 m Entfernung entnommen, eine schwache Rosafärbung, in der zweiten, 40 m entnommen, eine kaum bemerkbare, in den anderen Flaschen dagegen gar keine Färbung mehr. An der Dörnigheimer Fähre wurde mit dem Pfahlkratzer der an einzelnen Stellen befindliche weisse Besatz abgeschabt (XVI, 8), gleichfalls der an der Kette haftende schwarz-braune Schleim (XVI, 9). Dieser Schleim soll nach Angabe des Gewerbeinspektors Engeln zu Zeiten viel häufiger sein, jedoch mehr an der Wasseroberfläche schwimmen; am Begehungstage wurde derselbe hier nicht bemerkt,

wohl da er durch den stundenlang andauernden Regen niedergeschlagen war. An der 5. Buhne wurden die Steine (XVI, 10) geprüft, welche in einer Entfernung von 100 m unterhalb des Ausflusses deutlich rot gefärbt waren, also einem stärker gefärbten Abwasserstrom ausgesetzt gewesen sind, als zur Zeit der Begehung; im Abwasserstrom 50 m unterhalb schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) wurde entnommen (XVI, 11), Laichkraut von der Buhne (XVI, 12) und solches 320 m unterhalb am Ufer wachsendes, welche beiden letzteren Proben einen schwach rötlich gefärbten Besatz aufwiesen (XVI, 13).

Auf der Höhe am Schloss Rumpenheim wurde am linken Ufer gedretsch, jedoch nur Steine gehoben, welche wieder eine rötliche Färbung, wenn auch nur eine schwache, zeigten (XVII, 1).

Oberhalb Mainkur wurde Plankton gefischt (XVIII, 1). Am Hafen von Mainkur, etwas oberhalb Station 344,9, mündet mehrere Meter vom Ufer entfernt unter Wasser ein Rohr aus, welches zum grössten Teile die Abwässer der Litzenweberei von Eduard Jung aufnehmen soll. Nach dem Kontrakt vom 12. Februar 1892 haben jedoch auch die Cassellaschen Farbwerke die Erlaubnis, in diesen Kanal Meteorwässer einzuleiten. Gewerbeinspektor Engeln hatte nun 14 Tage vor der Begehung bemerkt, dass sehr stark rot gefärbtes Wasser diesem Kanal entströmte und sich mit dem Flusswasser mischte. Dieselben Angaben machte der Stromwart. Es wurden deshalb Erkundigungen in der Litzenfabrik eingezogen, ob hier Farbstoffe zur Verwendung kämen; diese Frage wurde mit Entschiedenheit verneint, auch wurden unserem Sachverständigen Muster von weissen Litzen gegeben, wie solche ausschliesslich ohne Verwendung von Farbstoffen fabriziert werden sollen. Sonach konnte die rote Färbung wohl nur aus der Cassellaschen Fabrik herrühren. Da dieser Ausfluss keinen Revisionschacht aufwies, wurde versucht, an der Ausflussöffnung, welche sich in einiger Entfernung von dem mit der Bootsstange aufgefundenen Abflussrohr (der Wassergucker war wegen des trüben Wassers nicht verwendbar) durch quirlende Bewegung bemerkbar machte, mit dem Heyroth'schen Apparate Abwasser zu fassen, doch wohl vergeblich, denn es wurde an allen gehobenen Proben neutrale Reaktion festgestellt (XIX, 1). Die Litzenfabrik hat übrigens nur die Konzession für die Ablassung von „dünnen Seifenlaugen und ganz verdünnten neutralisierten Chlorkalklaugen. Fäkalien oder Küchenlaugen dürfen in diese Leitung nicht abgeführt werden.“ Unterhalb des Ausflusses wurde gedretsch, aber nur sehr wenig Schlamm

(XIX, 2a) gehoben, welcher aus Kohlestückchen und grobem pflanzlichen Detritus bestand; 20 m weiter, mehr der Strommitte zu, wurden etwas grössere Mengen Schlamm (XIX, 3) gehoben, welcher mehr faulig riechend war als der erstere, auch Kirschkerne und dergleichen Abfall enthielt neben vielen Holzstückchen. Inzwischen war aus dem Revisionschachte von Cassella eine Abwasserprobe (XX, 1) entnommen, welche nur schwach rot gefärbt war und eine neutrale Reaktion zeigte, ein seltener Befund, wie die zuständigen Beamten bemerkten, da im allgemeinen stärkere Färbung bestehen soll. Ebenso vergeblich wurde vom Nachen aus an dem in der Strommitte liegenden Ausflusse des Abwasserrohrs mit dem Heyrothschen Apparate nach Abwasser gesucht. Die Reaktion war in allen Fällen eine neutrale (XX, 2); mittlerweile hatte der Abwasserausfluss gänzlich aufgehört. Nach Angabe des Gewerbeinspektors Engeln soll die Hauptmenge des Abwassers erst nach Schluss der Fabrik abends zwischen 8 und 9 Uhr abgelassen werden; deshalb wurde beschlossen, demnächst abends um diese Zeit eine neue Probe entnehmen zu lassen. Am abfallenden Ufer lagerten grosse Massen von schwarzen, spezifisch schweren Eisenrückständen (XX, 3), welche für den Hochofenbetrieb abefahren werden sollten; einige Ufersteine zeigten einen schwach flottierenden grauen Besatz (XX, 4). Kohlenreste fanden sich viele im Uferwasser; es sollen auf dem Wasserwege herbeigeführt täglich durchschnittlich 14 Waggons Steinkohle ausgeladen werden. Eine Besichtigung der Cassellaschen Kläranlagen wurde für später vorbehalten.

In Bürgeln wurde unterhalb der Lederfabrik von Becker u. Co., welche aus Kalbsfellen, Rindshäuten sowie auch aus Ziegenfellen Leder fabriziert, eine Probe (XXI, 1) entnommen, welche nur schwach rot gefärbt war und eine neutrale Reaktion zeigte. Bald nach Entnahme dieser Probe floss das Wasser milchig getrübt aus, wohl durch die Kalkbehandlung veranlasst (Aescher).

Oberhalb Offenbach macht der Main eine ziemlich starke Biegung, sodass hier Schlammablagerungen vermutet werden konnten; tatsächlich wurden hier am rechten Ufer gegenüber der Grenzstrasse Offenbach-Bürgel grosse Mengen von Schlamm gedreht, der nur schwach stinkend war; mit Salzsäure trat aber eine starke Schwefelwasserstoffreaktion auf, gleichfalls eine heftige Kohlensäureentwicklung. Für die genauere chemische Analyse wurde eine grosse Flasche mit dem Schlamm gefüllt (XXII, 2b); nach dem Absieben des grösseren

Restes fanden sich nur einzelne rote Larven von *Chironomus plumosus* vor, keine anderen grösseren Schlammbewohner.

Am linken Ufer unterhalb der Gerberei „Union Lederwerke“, vormals Philippi, Bürgeln, wurde wieder Schlamm gedretschet, der hier stark stinkend war und durch sehr viel tierische Haare eine mehr lockere Beschaffenheit hatte als der fettähnliche Schlamm am anderen Ufer, welcher aus mit dem Strome zugeführten Ablagerungen gebildet war. Nach dem Sieben blieben dermassen viel aus dem Gerbereibetriebe herrührende Haare zurück, dass sie das grosse Sieb noch ausfüllten.

Die Farbenfabrik von K. Oehler fabriziert hauptsächlich Anilinsalze und Anilinöl, unter ersteren besonders Anilinschwarz, Fuchsin, Methylenblau, Methylviolett, Fluorescein u. a., letztere in geringen Mengen. Nach Berichten des Gewerbeinspektors Lösser gelangt im Betriebe viel Salzsäure zur Verwendung, gleichfalls Schwefelsäure und Salpetersäure; doch soll die Betriebsleitung in sehr peinlicher Weise gehandhabt werden und den gesetzlichen Bestimmungen entsprochen werden. Um 11 $\frac{1}{2}$  Uhr floss aus dem Kanal nur klares Wasser, vermutlich Kühl- oder Kondenswasser. Unterhalb des Ausflusses wurde Schlamm gehoben (XXIV, 1) von der gleichen Beschaffenheit wie am gegenüberliegenden Ufer, also angeschwemmter. Er war jedoch von teerartigem Geruch und ganz schwach alkalischer Reaktion; mit Säuren trat Schwefelwasserstoff- und Kohlensäureentwicklung auf. 20 m weiter unterhalb war weniger Schlamm vorhanden, in welchem sich auch fettartige Lehmklumpen vorfanden (Offenbach und teils auch Bürgel stehen bekanntlich auf Letteboden); nach dem Absieben des Schlammes (XXIV, 2) blieben wieder viele tierische Haare zurück, vermutlich immer noch von der Philippischen Gerberei herrührend; die Strömung ist hier auf dem linken Ufer eine stärkere, es wird daher der Schlamm grössere Strecken weitergeführt. Trotz des teerigen Geruchs des Schlammes fanden sich in ihm häufig rote Zuckmücken-Larven und einige Tubificiden.

Der in Offenbach an der Gerberstrasse liegende Ausfluss führt die Abwässer der Lederwerke vorm. Spicharts ab, gleichfalls die von J. Feistmann und Söhne; an dieser Stelle fanden sich grosse Schlammansammlungen von über  $\frac{3}{4}$  m Mächtigkeit; es macht sich hier jedoch schon der durch das Offenbacher Wehr bewirkte Rückstau deutlich geltend, sodass der Schlamm nur langsam weitergeführt werden kann. Derselbe (XXV, 1) war faulig stinkend, daneben

deutlich lohartig und auch teerähnlich. Nach dem Absieben blieb der grösste Teil als Haarwülste zurück, sowohl aus groben Rinderhaaren als auch aus langen dünnen, meist weissen Ziegenhaaren bestehend. Vertreter der gröberen Fauna waren in solchem Schlamm nicht aufzufinden.

In Offenbach am linken Ufer in der Nähe der Austrasse wurde 20 m vom Ufer gedretsch (XXVI, 1), aber nur grössere Steine neben etwas Kies gehoben. Einzelne Steine waren auf der Oberseite mit Schlammröhren von Insektenlarven bedeckt; sie zeigten auf der Unterseite keinen schwarzen Ueberzug. Egel und Haarwülste hafteten am Netz. An der Ufermauer unter Wasser wurden hier Ohrschnecken bemerkt. Gedretsch wurde wieder etwas weiter unterhalb, am Ausflusse der grossen Lederfabrik von J. Mayer u. Sohn, aber nur Haare gehoben (XXVI, 2); 10 m weiter unterhalb kam nach nur kurzem Anzuge mit der Dretsche eine graue Masse herauf, welche zumeist aus Ziegenhaaren bestand, die mit einem grünlich-weissen Besatz behaftet waren, anscheinend reduzierten Chromverbindungen (XXVI, 3); diese Haar- masse war von starkem Naphthalingeruch, herrührend wohl aus den zwecks Konservierung mit Naphthalin behandelten Ziegenfellen. Nach Berichten des Gewerbeinspektors Lösser sollen in der Mayersehen Fabrik wöchentlich 5000 Felle verarbeitet werden, und der Lagerbestand soll meist 1 Million von Fellen ausmachen. Die Gerbung wird nach amerikanischem Muster mit Chromsäure ausgeführt. 50 m weiter unterhalb fanden sich grössere Anhäufungen von schwärzerem, nach Schwefelwasserstoff riechendem Schlamm (XXVI, 4), der auch noch starken Naphthalingeruch zeigte. In diesem Schlamm hatten offenbar Schwefelalkalien Niederschläge von Schwefeleisen bewirkt. Bei der Weiterfahrt wurden an den Ufermauern mit dem Pfahlkratzer wieder viel Ohrschnecken abgehoben; auch zeigten die Mauern hier einen sammetartigen, schwärzlichen Ueberzug (XXVI, 5); auch unterhalb des Einflusses am Biergrund (städtische Kanaleinleitung) wurden noch viel Haare mit Naphthalingeruch gefunden (XXVI, 6).

Am Offenbacher Schloss liegt der Schlachthofausfluss. Die Dretsche bewirkte beim Berühren des Grundes eine starke Entwicklung von Gasblasen. Der Schlamm (XXVII, 1) enthielt sehr viel groben pflanzlichen Abfall, auch Körner, wie Hafer und Gerste, Reste von Tierkot u. s. w. Strassenabwässer hatten auch Obstreste und Kirschkerne mitgeschwemmt; ferner fanden sich wieder Haare mit Naphthalingeruch. Von Vertretern der gröberen Fauna blieben

hier auf dem Siebe einige Zuckmückenlarven sowie eine Libellulidenlarve zurück. 50 m weiter unterhalb (XXVII, 2) kamen wieder viele tierische Haare zum Vorschein, jedoch hatten sie nicht mehr den typischen Naphtalingeruch.

40 m unterhalb der Offenbacher Mainbrücke mündet an der Kaiserstrasse ein Ausfluss, welcher nach Angaben neben Strassenabwässern auch Abwässer verschiedener Seifenfabriken enthalten soll. Hier wurde viel und sehr faulig stinkender Schlamm gedretsch (XXVII, 3); dabei stiegen grosse Gasblasen auf. Noch immer blieben nach dem Absieben des Schlammes grosse Wülste von tierischen Haaren zurück.

Gegenüber der Offenbacher Hafenmitte wurde in der Stromrinne selbst gedretsch; auch in dieser füllte sich die Dretsche nach kurzem Anzuge mit feinem, stinkendem, schwarzem Schlamm, der sehr schwer absiebbar war und von gleicher Beschaffenheit wie der weiter von oberhalb angetriebene Schlamm (XXVII, 4). Bei der Weiterfahrt wurde Plankton gefischt (XXVII, 5).

Der Hauptabflusskanal der Stadt Offenbach mit der Bezeichnung „Städtischer Graben unterhalb des Hafens“ befand sich in demselben schlimmen oder noch schlimmeren Zustande, wie ihn unser Sachverständiger während des verflossenen Jahres schon zweimal konstatiert hatte. Aus dem weiten Zementrohre floss in den Graben eine undurchsichtige graubraune, stinkende Jauche; mit dieser wurde sehr viel grober Abfall fortgeschwemmt. In dem Graben machte sich eine starke faulige Gärung der Jauche durch stetiges Aufsteigen von sehr grossen Gasblasen deutlich bemerkbar, und grosse schwarze Fladen wurde mit diesen Blasen an die Oberfläche gewirbelt. An Aststückchen hingen kleine Zoogloen, und am nassen Ufer waren grüne Ansammlungen, anscheinend von Euglenen, nicht selten (XXVIII, 1). Unmassen von schwarzem, stark fäkalartig stinkendem Schlamm (XXVIII, 2) lagerten am Ausflusse des Grabens in den Main; dieser Schlamm war im Gegensatz zu dem in der Strommitte befindlichen leicht absiebbar; es verblieben auf dem Siebe Abfälle aller Art, welche sämtlich einen stark fauligen oder fäkalartigen Geruch hatten. Die durch den Grabenschmutz verursachte milchig graue Trübung machte sich im Main im breiten Strome auf 135 m in fast gleicher Verschmutzung bemerkbar, durch deutliche Trübung sogar bis zum Offenbacher Nadelwehr. Grosse Schlammanhäufungen fanden sich bei jedem Zuge mit der Grundschleppe bis zu 300 m

stromabwärts (XXVIII, 3) sowohl am Ufer entlang, wie auch weit in die Strommitte hinein. Dieser aus dem „Städtischen Graben“ kommende Schlamm unterscheidet sich deutlich von dem oberhalb Bürgeln und oberhalb Hanau gefundenen fettartigen, aus Zersetzung von Pilzsubstanz hervorgegangenen, der die feineren Bestandteile leicht durch das Sieb — selbst bei Einsatz eines zweiten Rahmens mit engerer Maschenweite — hindurchgehen lässt, durch die grossen Mengen zurückbleibender Abfälle aller Art von ähnlicher Beschaffenheit, wie sie sich am Graben selbst abgelagert haben. In der Strommitte oberhalb des Nadelwehrs wurden wieder grössere Steine gehoben (XXVIII, 4), welche mit Egel- und Schlammröhrchen junger Insektenlarven besetzt waren. Die Unterseite dieser Steine war glänzend schwarz und gab, mit Salzsäure benetzt, einen intensiven Geruch nach Schwefelwasserstoff. Oberhalb des Nadelwehrs wurde auch Plankton (XXIX, 1) gefischt, sowie Wasser für die Sauerstoffbestimmung (XXIX, 2) entnommen.

Vor dem Nadelwehr selbst hatten sich auf der Wasseroberfläche Unmengen von Abfällen aller Art angesammelt, zwischen welchen viele tote Fische, besonders Weissfische, wie Plötzen und andere, bemerkt wurden. Zwei gezogene Nadeln zeigten dicken schleimigen braunen Besatz (XXIX, 3), namentlich auf den beiden Nebenseiten der Nadel. Ihre Vorderseite war dicht besetzt mit Schlammröhren von kleinen Insektenlarven (XXIX, 4), meist wohl von Zuckmücken, aber auch grössere Larven waren nicht selten (XXIX, 6). Die Seiten der Nadel, namentlich der zweiten, wimmelten von Egel- und kleineren; eine Stelle der Nadel zeigte einen mehr grünlichen Besatz (XXIX, 5). Die unter Wasser befindlichen Teile der Mauern des Wehrs waren überall mit flottierenden braunen Flocken besetzt, von welchen von der letzten Treppenstufe aus eine Probe (XXIX, 7) entnommen wurde; hier fanden sich auch dicke graue Inkrustationen vor (XXIX, 8). Im Fischpass wurden keine Fische bemerkt; nach Angaben der Wehrbeamten passieren diesen Pass zur Zeit sehr wenig Fische, „nur im Herbst laufen die Aale nochmal“. In den Monaten April und Mai soll die Wanderung der Fische am häufigsten sein, namentlich von Rotaugen, auch von Barschen. Die im Obermain häufigen Bleien wandern hier nur vereinzelt, da sie das freie bewegte Wasser nicht lieben. Das Offenbacher Wehr ist seit dem 1. April nicht gezogen; seit dieser Zeit findet hier Stagnation statt. Auch im Oberkanal fand sich der Schlamm in grossen Mengen angehäuft und

zwar von ähnlicher Beschaffenheit, wie er schon oberhalb Hanau konstatiert wurde: sehr fein, fast fettig, sowie in grauen und in schwarzen Schichten. Durch das Sieb ging nur ein ganz geringer Teil hindurch; von der auf dem Siebe bleibenden stinkenden Masse wurde eine grosse Flasche zur genaueren chemischen Untersuchung (XXIX, 9) entnommen. Lebewesen wurden in dieser Schlamm nicht entdeckt.

Unterhalb der Offenbacher Schleuse mündet der sogenannte Grenzgraben in den Main; er nimmt die Abwässer einer grösseren sowie einer kleineren Offenbacher Lederleimfabrik auf. Das ganze Bett des Grabens ist mit dickem weissen Bodensatz bedeckt; auch das Wasser selbst ist stark milchig getrübt, fliesst stinkend ab und hinterlässt im Main eine noch 100 m lang bemerkbare weisse Trübung. Die Reaktion des Wassers (XXX, 1) ist deutlich alkalisch. Unter dem weissen Bodensatz befindet sich im Graben schwarzer, stark faulig stinkender Schlamm (XXX, 2), am Ausflusse jedoch nur dicker weisser Satz (XXX, 3); zu beiden Seiten des Ausflusses am Ufer feststehend haben sich grosse Vegetationen von grünen Algen gebildet in langen Strahlen flottierend (XXX, 4), oberhalb auch bedingt durch den Schleusenrückstau des Wassers. Auf der Oberfläche des Wassers war noch bis zum Speckgraben hin eine weissliche Schicht, augenscheinlich von Calciumkarbonat herrührend, zu bemerken.

Dieser Speckgraben mündet ungefähr 400 m unterhalb des Grenzgrabens in den Main; er nimmt die Abwässer einer Brennerei und Mälzerei aus Oberrad und Abwässer aus andern Orten auf, welche jedoch demnächst der Frankfurter Kanalisation einverleibt werden sollen. Das Wasser fliesst aus dem Speckgraben stinkend und stark verschmutzt in den Main; an untergetauchten Aestchen finden sich schleimige Flocken (XXXI, 1), am Ufer grüne Massen und schwarzer sammetartiger Belag (XXXI, 2); die Reaktion des Wassers ist eine schwach alkalische.

Seitens der Frankfurter Badeanstaltsbesitzer ist zu wiederholten Malen Beschwerde erhoben über die starke Färbung des Mainwassers innerhalb des Frankfurter Stadtgebietes. Von den Beamten, Schiffsführern der beiden zur Verfügung gestellten Dampfer, Stromwarten u. s. w. war unserm Sachverständigen berichtet worden, dass diese Färbung am stärksten des Morgens zwischen 5 und 7 Uhr zu sehen sei; derselbe begab sich deshalb am 3. September morgens 6 Uhr an den Main. Das Mainwasser erschien zu dieser Zeit wohl

stark getrübt, war aber ohne nennenswerte Färbung; dagegen trat bei der späteren Befahrung um 11 $\frac{1}{4}$  Uhr eine rote Färbung auf, welche eine Stunde lang zunahm, um dann bis zum Nachmittage gleichmässig intensiv zu bleiben und sich gegen Abend wieder abzuschwächen. Am rechten Ufer, an der Badeanstalt unterhalb der Mainbrücke, war diese Färbung 12 $\frac{1}{2}$  Uhr am stärksten, auch intensiver als am linken Ufer. Bei der Hin- und Herbefahrung des Mains im Frankfurter Stadtgebiet zwecks eingehender Untersuchung des Grundes konnte die Stärke der Färbung stellenweise, d. h. wo nicht eine Aufwirbelung des Schlammes durch Schiffe bewirkt wurde, durch die Bestimmung der Sichttiefe gut zum Ausdruck gebracht werden.

Das Kasernenschiff war um 9 $\frac{1}{2}$  Uhr von der Frankfurter Schleuse geholt worden. Es wurde deshalb die Fahrt durch das Frankfurter Stadtgebiet bei Beginn der Untersuchung stromaufwärts gemacht und zuerst Plankton gefischt (XXXII, 1); dasselbe enthielt sehr viel Detritus, aber nicht mehr die sich schnell absetzenden Massen von suspendiertem Calciumkarbonat, wie auf der oberen untersuchten Strecke des Mains. Das Flusswasser zeigte unterhalb des auf der rechten Seite gelegenen eigentlichen Hafens, welcher 500 m lang und 80 m breit ist, eine schwache Reaktion auf Ammoniak. Hier wurde auch Wasser für die Sauerstoffbestimmung mit Hilfe der Pumpe (wie stets bei dieser Untersuchung) entnommen (XXXII, 2). Der Schlamm (XXXII, 3) war an dieser Stelle wieder sehr fein, stinkend und schwer absiebbar; aber er ging doch schliesslich nach anhaltendem Schütteln des Siebes auf der Wasseroberfläche durch das Sieb hindurch und hinterliess eine Unmenge von Schlammwürmern (Tubificiden), nach Schätzung in einem Dreischezuge wohl an 600. An dieser Stelle war im Frühjahr gebaggert worden. Der auf der linken Flussseite gelegene sogenannte Kohlenhafen dagegen war seit 2 Jahren nicht gereinigt; trotzdem war der Schlamm hier (XXXII, 5) von nur schwachem Geruch und enthielt viel Kohleteilchen, welche durch ihre absorbierende Kraft eine gewisse Reinigung des Schlammes bewirkt haben; auch bei der sofortigen mikroskopischen Untersuchung liessen sich sehr viele feine Kohlepartikelchen im Präparate wahrnehmen. Auf dem Siebe blieben auch hier sehr viel Schlammwürmer zurück, ebenso rote Zuckmückenlarven, sowie kleine lebende Muscheln (Sphaeriumarten), einige von für diese Art auffallender Grösse. Die Schalen dieser Muscheln waren von schwärzlicher Färbung, zeigten aber hellere Ringe; die Schwarzfärbung war, wie die Reaktion bewies,

nicht durch Schwefeleisen bedingt. Die Wassertiefe betrug hier 3 m, die Sichttiefe 61 cm (XXXII, 6) bei noch nicht eingetretener Rotfärbung, am andern linken Ufer dagegen 75 cm (XXXII, 4). Auf der Weiterfahrt stromaufwärts wurde Plankton (XXXII, 7) gefischt.

Am „Eisernen Steg“ am linken Ufer mündet ein grösserer Notauslass von Sachsenhausen ein, welcher wegen der sehr seltenen und geringen Niederschläge des Jahres 1904 wohl seit langer Zeit nicht mehr geöffnet war. Unterhalb desselben wurde nur reiner Kies gehoben, teils von dem am Ufer lagernden Kies in den Fluss gelangt, kein Schlamm (XXXII, 8). Etwas weiter unterhalb, mehr der Strommitte zu, kamen nur Steine, welche mit Egelu besetzt waren, zum Vorschein, auch wieder Schlammwürmer. Die Ufermauern wurden von Ohrschnecken abgeweidet, mit dem Pfahlkratzer konnten schnell einige Dutzend dieser Mollusken erbeutet werden (XXXII, 9) sowie deren Laichklumpen. 20 m weiter unterhalb kam nur ganz wenig grober Detritus (XXXII, 10) zum Vorschein mit einigen Schlammwürmern, keinen Muscheln. In der Strommitte befand sich harter Fels und einige grössere Steine, welche mit Süsswasserschwämmen (XXXII, 11) besetzt waren; solche waren auch vom Unterwasserfels mit der Grundschleppe abgekratzt worden. Am rechten Ufer wurden gleichfalls nur Schwämme (XXXII, 12) gehoben, ebenso 150 m weiter unterhalb (XXXII, 13) an der Untermainbrücke, wo überall gewachsener Fels vorhanden war, kein Schlamm; eine Barbe war mit eingefangen. Hier an der Badeanstalt war um 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr die Färbung des Mains am stärksten. Die Sichttiefe betrug hier nur 51 cm.

Auch an der Wilhelmbrücke fand sich wenig Schlamm. In zwei Zügen wurden nur vereinzelte Schlammwürmer und einige rote Zuckmückenlarven gehoben (XXXII, 15), keine Muscheln, welche an dieser Stelle im November v. Js. in auffallend grosser Menge gefunden waren; am Hafentor dagegen hatte sich der Schlamm (XXXII, 17) in grossen Mengen angehäuft. Er war schwer absiebbar, aber mit grobem Abfall aller Art durchmischet, so von Obst, Gemüse, Kohle u. s. w. Nach dem Absieben fanden sich viele Schlammwürmer, auch eine Schnecke (Bythinia), aber nur eine kleine Muschel; hier wurde noch eine Probe für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XXXII, 18a und b).

Die Lufttemperatur betrug 21°, die des Wassers 17,6°. Ammoniak war im oberen Stadtgebiete des Flusses nicht konstatiert worden. Die Reaktion war wie auf der Strecke Aschaffenburg bis

Offenbach eine neutrale, die nach Einwirkung des Wassers von einer Dauer von 5 Minuten auf das Lakmuspapier in eine schwach alkalische übergang, bedingt durch den Gehalt an gelösten Calciumkarbonaten.

Am Sonntag den 4. September zeigte mittags 12 Uhr der Main bei Frankfurt eine deutlich rote Färbung. Unser Sachverständiger befragte einige Badeanstaltsbesitzer, welche über Verminderung ihres Betriebes, veranlasst durch die schlechte Beschaffenheit des Flusswassers, klagten. Der Main sei mit Ausnahme der Tage nach Sonn- und Festtagen tagtäglich durch Farbstoffe verunreinigt und zeige meist eine braunrote Färbung; diese trete oft in den frühen Morgenstunden auf, meist aber später. Ein fast klares Aussehen zeige der Main, wenn zwei Festtage aufeinander gefolgt seien. Am Montag den 5. September wurde jedoch schon vor 9 Uhr morgens trübes rotes Mainwasser konstatiert. Die Färbung nahm bei der Weiterfahrt unterhalb Frankfurt noch mehr zu und verschwand erst nach der Mischung mit den aus der Kläranlage der Stadt Frankfurt gelangenden Abwässern.

Innerhalb des Gebietes der Stadt Frankfurt erwies sich das Mainwasser an diesem Tage frei von Ammoniak, während das mehr stagnierende Wasser des Hafens eine Ammoniakreaktion ergab, wenn auch nur eine schwache. Eine Mainwasserprobe für die chemische Analyse (XXXII, 16) wurde in der Nähe des Magazins entnommen.

Am Ufer beim Frankfurter Wehr waren Wasserpflanzen nicht selten, namentlich fand sich in der Nähe des Ufers Kammlaichkraut in grossen Beständen vor (XXXIII, 1), jedoch ohne jeglichen Pilzbesatz. Am Wehr wurden mehrere Nadeln gezogen und diese einer Besichtigung von allen Seiten unterworfen. An einer Nadel des Schiffsdurchlasses (XXXIII, 2), an der Stelle, an welcher das Wehr seit dem 1. April nicht gezogen war, fanden sich an der Vorderseite der Nadel viele aus graugrünem Schlamm gebildete kleine Röhrechen, die von Wasser bewohnenden Insektenlarven gefertigt waren, und in denen diese lebten. Die meisten derselben wurden als solche von Zuckmücken erkannt, jedoch auch grössere, wie solche im November des vorigen Jahres in bedeutenden Mengen hier vorkamen, wieder aufgefunden; sie konnten jedoch bisher nicht genau bestimmt werden, da sie den Lebendtransport bis Berlin nicht ertrugen. Der mitanwesende Zoologe Dr. Kobelt aus Schwanheim versprach, diese Larven

lebend zur Entwicklung zu bringen, um die genaue Feststellung des Insekts (wohl eine Trichoptere, „Wassermotte“), welches seine Eier im Wasser der Wehre ablegt, zu ermöglichen. Dr. Kobelt berichtete auch, dass früher im Main die Wandermuschel *Dreissensia* sehr häufig vorgekommen sei. Von unserem Sachverständigen konnte jedoch auf der ganzen befahrenen Mainstrecke nicht ein einziges Exemplar mehr konstatiert werden, ja nicht einmal mehr leere Schalen dieser Muschel, welcher bei der zunehmenden Mainverschmutzung jedenfalls die Lebensbedingungen entzogen sind. In der gleichfalls verunreinigten Spree ist die *Dreissensia* nicht selten sogar noch im Berliner Gebiet anzutreffen, wengleich sie auch hier zurückgeht. An der Nadel lebten noch viele Egel sowie sehr viele noch junge Wasserasseln. Pilzbesatz war an den Nadeln makroskopisch nicht wahrzunehmen. Die zweite am Schiffsdurchlass gezogene Nadel (XXXIII, 3) ergab denselben Befund namentlich an der Vorderseite. Die Nebenseiten hatten nur wenig Besatz, die Rückseite am wenigsten. Hier wucherten Büschel der Alge *Cladophora*. Eine dritte Nadel (XXXIII, 4) bedeckten an mehreren Stellen Süßwasserschwämme, meist noch in jugendlicher Ausbreitung. Eine am Ueberlaufwehr in starker Strömung befindliche Nadel (XXXIII, 4) gewährte das gleiche Bild; doch waren hier die Mücken- und Wassermottenlarven mehr auf allen Seiten zu finden, dagegen Egel nur vereinzelt und ausschliesslich auf der Rückseite, wo auch wieder Schwammansätze zu bemerken waren. Algen- und Moosbesatz liess sich an den Nadeln nur ganz vereinzelt auffinden, dagegen häufiger an den Mauern der Schleuse nach Norden zu (XXXIII, 5a), von denen mit dem Pfahlkratzer auch Laich der Ohrschnecke (XXXIII, 5b) geschabt wurde. Die Ueberlaufsmauern (Kaskaden) des Fischpasses hatten an mehreren Stellen einen grünen, nach *Oscillatorien* riechenden Besatz (XXXIII, 6a) und wieder Ansiedelungen von Zuckmückenlarven, weiter unterhalb mehr Moosbesatz (XXXIII, 6b).

Oberhalb des Wehrs vor dem Schiffsdurchlass, dessen Nadeln seit Anfang April nicht gezogen waren, fand sich viel stinkender Schlamm\* (XXXIII, 7), der sich aber leicht absieben liess; er enthielt sehr viel grosse rote Zuckmückenlarven, auch viel Schlammwürmer. An der Rückseite des Wehrs wuchsen zwischen den Nadeln viele angetriebene Pflanzen weiter; zwischen ihnen hängende Zweige zeigten einen grauen schleimigen Besatz (XXXIII, 8). Proben für die Sauer-

stoffbestimmung wurden sowohl oberhalb des Wehrs (XXXIII, 9) wie unterhalb desselben (XXXIII, 10) entnommen. Die Ufersteine zeigten überall die kleinen Röhren der Insektenlarven.

Der „Austrägergraben“ nimmt die Abwässer der Ortschaft Niederrad auf. Er mündet ein in den Unterkanal der Frankfurter Schleuse. Der Abfluss lag jedoch trocken. Jenseits des Dammes befand sich noch ein Sumpf mit schwach stinkendem Wasser (XXXIV, 1); die Steine zeigten geringen Algenbesatz.

Weiter unterhalb gelangten aus der Hasenhaarschneiderei „Act.-Ges. Hutstoffwerke vorm. H. Donner“ Abwässer in den Main. Das Wasser floss im offenen Graben ab; fraglich blieb es, ob in denselben auch noch Strassen- und Haushaltsabwässer gelangten. Die Reaktion des Grabenwassers war eine schwach alkalische (XXXV, 1). Am Ausflusse des Grabens in den Main wurden sehr viel tierische Haare bemerkt, trotzdem dass erst vor 14 Tagen hier der Schlamm entfernt sein soll; nach Schätzung betrug die am Ausflusse lagernden Haare 5 kg. An den Steinen fanden sich kleine Muscheln und Wasserschnecken (XXXV, 2).

Beim „Rotenham“ liegt die Wertheimische Asbestpappenfabrik, deren Abwässerausfluss unter Wasser mündet, jedoch im Fluss bis zur Oberfläche noch eine starke weissliche Trübung verursachte, die mit gleicher Deutlichkeit sich noch bis 20 m unterhalb der Mündung hielt. Die Kläranlagen dieser Fabrik wurden einer Besichtigung unterzogen. Im ersten Becken derselben soll vorzugsweise die mitgerissene Chinaklay zum Absetzen gelangen; sie soll in grossen Mengen für die Pappenherstellung zur Verwendung kommen. Im zweiten Becken sammelt sich der leichtere Asbest an. Zurückgehalten wurden diese Stoffe nur durch Messingstäbe, wie sie im Betriebe Verwendung finden. Aus der Kläranlage fliesst dann das Wasser durch ein ungefähr 60 m langes Rohr bis zum Flusse ab. Da ein Revisionschacht nicht vorhanden war, wurde eine Abwasserprobe am Abflusse aus der Kläranlage entnommen (XXXVI, 1), deren Reaktion eine ganz schwach alkalische war. Nach Angaben gelangen auch die Abflüsse aus den von ungefähr 100 Arbeitern benutzten Pissoirs in den Ablauf unterhalb der Kläranlage. An der Abwässerausmündung in den Main wurde gedreht und schwach stinkender Schlamm gehoben (XXXVI, 2a), welcher sehr leicht absiebbar war, viel tierische Haare (wohl aus der Donnerschen Fabrik), rote Zuckmückenlarven, Egel und kleine Muscheln enthielt, aber auch viel Papierreste, sodass neben den Pissoirs

auch wohl noch Abortgruben aus der Wertheimschen Fabrik zum Ueberlauf gelangen. 5—20 m weiter unterhalb fand sich mehr schwarzer Schlamm mit viel weisslichem Bodensatz vor, wohl Chinaklay und Asbest (XXXVI, 2b). An dieser Stelle war gar kein Leben auf dem Flussgrunde; Fabrikabfälle aus der Wertheimschen Fabrik, gleichfalls wohl Fäkalstoffe, da auch an diesen Stellen viel Zeitungspapierreste gefunden wurden, sowie Hasenhaare aus der Donnerschen Fabrik liessen es nicht aufkommen. Erst 100 m weiter unterhalb (XXXVI, 2c) waren wieder Chironomuslarven und kleine Muscheln zu finden.

Unterhalb der Eisenbahnbrücke am Rotenham wurden Proben für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XXXVI, 3a u. b), auch die Sichttiefe (XXXVI, 4) bestimmt, welche 59 cm betrug. Beim Treibenlassen des Schiffes ungefähr 60 m unterhalb des Ausflusses der Frankfurter Kläranlage wurde bei 3 m Tiefe nahe dem Ufer wieder gedreht, jedoch nur Kies gehoben, sowie einige Fragmente von Spongillen (XXXVI, 5a), kein Schlamm; derselbe Befund ergab sich 20 m, sowie auch 5 m oberhalb des Ausflusses; doch kamen hier noch Wasserasseln, Chironomuslarven, kleine Muscheln und Schneckensauger (Clepsinen) hinzu.

Die Sichttiefe (XXXVII, 1) betrug in der Richtung des Kläranlagenausflusses am Ufer 64 cm, in der Stromrinne (XXXVII, 2) unterhalb desselben aber nur 25 cm! Hier wurde auch Wasser für die chemische Untersuchung (XXXVII, 3) geschöpft, um auf Ammoniak u. s. w. zu prüfen. 5 m unterhalb des Ausflusses wurde gedreht (XXXVII, 4), aber nur grobe Abfälle konstatiert, welche stark fäkalartig rochen. Feiner Schlamm war hier nicht vorhanden. 20 m unterhalb (XXXVII, 4b) wurden nur Zeitungs- und andere Papierfetzen, Zahnstocherreste, Pflaumen- und Weintraubenkerne, Gemüseabfall u. s. w. zutage gefördert. Hier betrug die Sichttiefe 53 cm. 50 m unterhalb wurden Wasserproben für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XXXVII, 5a und b). Die Wassertemperatur betrug hier um 1½ Uhr 17,3°, die der Luft 21°, die Sichttiefe 63 cm.

Mit einem Nachen wurde der am rechten Ufer befindliche Notauslass untersucht; oberhalb desselben wuchs viel Pfeilkraut, auch Rohr, Igelkolben, Laichkräuter u. s. w. Mit der Drethe wurde nur wenig grober Detritus gehoben (XXXVII, 6), unterhalb dagegen sehr viel tiefschwarzer, stark fäkalartig stinkender Schlamm (XXXVII, 7) mit massenhaft Zeitungspapierfetzen; Vertreter der gröberen Fauna mit

Ausnahme von 2 kleinen Muscheln kamen in demselben nicht vor. Etwas weiter unterhalb wurde überall am Ufer, ganz besonders oberhalb der Pflanzenbestände mit dem grossen Pfahlkratzer viel stinkender schwarzer Schlamm (XXXVII, 8) gehoben, in dem nach dem Absieben stinkender Abfall aller Art, Zeitungspapierfetzen, frische Kirschkern u. s. w. zurückblieben. Noch weiter unterhalb fanden sich Asseln, kleine Schnecken, Clepsinen und ein Flohkrebs. Die Steine am Ufer waren mit einem schwarzen Ueberzug von Schwefeleisen bedeckt, hier auch auf der Oberseite, ein Zeichen von vorhergegangener ganz intensiver Schwefelwasserstoffbildung, veranlasst durch die aus dem Notauslass in den Fluss gelangenden Fäkalstoffe.

Nach Berichten der Beamten der Wasserbauinspektion, auch des Fischers Weingärtner, sollen an dieser Stelle des Mains, ebenso wie weiter unterhalb, grobe Abfälle aller Art meist schwimmend beobachtet sein, wie Reste von Schweine- und Kalbsfüssen, sogenannte Schuhe, sehr viel Weinkorke und dergl.

Die Kläranlage der Stadt Frankfurt, die sich im Umbau befand, wurde einer Besichtigung unterzogen. Die Vorreinigung bestand noch aus einem grossen Gitter, von welchem ein Arbeiter die sich anhäufenden groben Stoffe durch Handbetrieb entfernte. Hier soll ein neuer automatisch wirkender Rechenapparat eingeschaltet, auch der Sandfang einer Verbesserung unterzogen werden. Die Einlaufgallerie wird in die Mitte der grossen Kläranlage verlegt, sodass der Einlauf sich dann auf dem Kopf der einzelnen Bassins befinden und somit eine Verdoppelung derselben bewirkt wird. Durch die neue Einlaufgallerie soll auch eine Unterbrechung des Klärbeckenbetriebes vermieden werden; ferner wird durch die Vermehrung der Zahl der Klärbecken sowie durch die Erweiterung (Anlage von 4 neuen Becken) auch die Durchlaufgeschwindigkeit herabgemindert, welche durch den Anschluss mehrerer Vororte in der letzten Zeit eine zu grosse geworden war. In Zukunft soll die Durchlaufgeschwindigkeit nicht mehr als etwa 4 mm pro Sekunde betragen.

Die Beseitigung des Schlammes, welche bis jetzt eine schwierige war, soll in Zukunft stattfinden (teilweise findet sie schon jetzt statt) aus Brunnenschächten, welche in die Mitte der Becken eingebaut sind. Der Schlamm wird durch Saugpumpen auf offene Absatzbecken gebracht, wo er mit Torf abgedeckt in ziemlich dicker Schicht lagerte, nach Angabe so lange, bis er stichreif wird. An den Seiten dieser Becken hatten sich hell- und dunkelgrüne Ueberzüge gebildet,

von denen Proben entnommen wurden (XXXVII, 11a und b). Diese Lager verbreiteten zeitweise durch die in Gärung befindliche dicke Schlammschicht einen argen Gestank, der namentlich des Abends, während der Vorbeifahrt vom Dampfer aus schon in Griesheim bemerkt werden konnte. Eine Wasserprobe für die chemische Untersuchung (XXXVII, 9) war schon in der Kläranlage selbst und zwar am untersten Ende der Auslaufgalerie geschöpft worden; sie zeigte eine stark ammoniakalische Reaktion; eine solche zeigte auch die unterhalb des Ausflusses im Main geschöpfte Probe; gleichfalls wurden hier Spuren von salpetriger Säure gefunden. 20 m weiter unterhalb waren von Ammoniak nur noch geringe Spuren und noch weniger von salpetriger Säure vorhanden.

10 m unterhalb des Kläranlagenausflusses wurde gedretsch und zwar am linken Ufer (XXXVII, 12a), wo Abfälle aller Art und besonders viel Zeitungspapierreste gehoben wurden, dann in der Strommitte (XXXVII, 12b), wo wegen der Strömung Ablagerungen sich nicht gebildet hatten, und am rechten Ufer (XXXVII, 12c), wo nur Spongillen gefunden wurden. Diese waren in noch grösseren Mengen 300 m weiter unterhalb vorhanden. In ihnen lebten rote Chironomuslarven; auch Ohrschnecken kamen hier vor. Am linken Ufer wurden die Rohrbestände mit dem grossen Pfahlkratzer untersucht; fast alle untergetauchten Rohrhalme zeigten einen graubraunen schleimigen Besatz (XXXVII, 14a). Der hier angehäuften Schlamm (XXXVII, 14b) war etwas faulig und enthielt rote Chironomuslarven, Ohrschnecken sowie viele kleine Schnecken und viele Asseln. Die Sichttiefe wurde hier am linken Ufer (XXXVII, 16) als auch in der Strommitte (XXXVII, 17) zu 53 und 63 cm bestimmt und auf der Rückfahrt von hier bis zur Ausflusstelle der Kläranlage Plankton (XXXVII, 15) gefischt.

Nachträglich am 8. September wurde weiter unterhalb der Kläranlage auf der linken Seite nochmals Schlamm gedretsch und für die chemische Untersuchung (XXXVII, 18) konserviert.

Auf Ersuchen wurde später unserem Sachverständigen auf seine gestellten Fragen hin von der Wasserbauinspektion Frankfurt in betreff der Frankfurter Kläranlage folgende weitere Auskunft erteilt:

1. Zur Aufnahme des Schlammes sind vorhanden 15 Becken.
2. Die Grösse der einzelnen Becken beträgt 700—1400 qm.
3. Die Höhe der zur Ablagerung bzw. zum Trocken kommenden Schlammschicht beträgt ungefähr  $1\frac{1}{2}$  m.

4. Von diesen Becken sind durchschnittlich 9 gefüllt und 6 leer.
5. Bis der Schlamm stichreif wird, vergeht ungefähr 1 Jahr.
6. Die Füllung eines Beckens wird je nach Grössè der Lager in 4 Wochen bewirkt; später sind noch Nachfüllungen nötig.
7. Der Schlamm enthält beim Einlauf in die Becken ungefähr 90% Wasser.
8. Das überschüssige Wasser fliesst zur Kläranlage zurück und nicht nach dem Main ab.
9. Wie oft der Schlamm direkt auf die Felder gepumpt wird, richtet sich ganz nach dem Bedarf der Landwirtschaft, der jedes Jahr wechselt.
10. Das Quantum des Schlammes, welches aus den Becken zur Abfuhr gelangt, ist in den verschiedenen Jahren sehr wechselnd. In den letzten Jahren betrug es etwa 4000 cbm.

Ferner vom Tiefbauamt Frankfurt a. M. folgendes:

„Fortlaufende Messungen der in der Kläranlage behandelten Abwässer finden nicht statt. Jedoch sind früher, bevor die Umbauarbeiten in Angriff genommen wurden, gelegentlich einige genaue Messungen vorgenommen wurden und zwar in der Zeit vom 1. Oktober 1900 bis 1. Oktober 1901. Das Mittel der in dieser Zeit gemessenen Tagesabflüsse betrug 40350 cbm, das Maximum 55757 am 24. August 1901 und das Minimum 26140 cbm am 10. November 1900.“

600 m unterhalb betrug die Sichttiefe (XXXVIII, 1a) vormittags 10 Uhr am 6. September in der Strommitte 55, am rechten Ufer (XXXVIII, 2) dagegen 58 und 60 cm, je nachdem der Wind das Wasser in Flussbuchten festhielt. Das Wasser zeigte noch keine rote Färbung. In der Mitte wurden mit der Dretsche (XXXVIII, 1c) nur Spongillen gehoben, während das Netz mit grauschwarzen Flocken verklebt war; am rechten Ufer wurde steiniger Grund konstatiert, auf welchem grosse Stöcke von Schwämmen hafteten (XXXVIII, 2b). Der am rechten Ufer zwischen Schilf und Pfeilkrautbeständen angesammelte Schlamm (XXXVIII, 2c) war sandig und nicht stark riechend; auf dem Siebe blieben viele in Zersetzung begriffene Blätter zurück, an deren Unterseite viele junge Egel hafteten; auch kleine Muscheln und Schnecken sowie Asseln lebten hier. Die am Ufer unter Wasser befindlichen Steine zeigten auf der Unterseite einen schwarzen Besatz von Schwefeleisen und Kokons von Egel, welche in allen Lebensstadien hier sehr zahlreich waren; die Oberseite der

Steine war stellenweise mit grünen Algen (*Cladophora*) bewachsen. Am linken Ufer betrug die Sichttiefe 58 cm (XXXVIII, 3a), am Schilf hafteten hier wieder graue Flocken (XXXVIII, 3b); gleichfalls waren mit solchen die Steine (XXXVIII, 3c) auf der Oberseite besetzt, während sie auf der Unterseite ebenso wie die am rechten Ufer schwarz und auch wieder mit vielen Egelu und deren Kokons besetzt waren. Beim Fortstossen des Nachens mit der Bootsstange stiegen aus dem stinkenden Schlamm viele und grosse Gasblasen auf; im gesiebten Schlamm (XXXVIII, 3d) blieben viele Schlammwürmer und rote Larven zurück, gleichfalls noch viele Fetzen von Zeitungspapier. Der aus der Kläranlage in den Main gelangende Schlamm scheint sich an der linken Uferseite entlang zu ziehen, wie auch aus den Resultaten der Bestimmung der Sichttiefe hervorgeht. Wegen des felsigen Grundes gleich unterhalb der Kläranlage kommt er erst spät zur Ablagerung, etwas früher jedoch schon am linken Ufer, wo die Strömung eine schwächere ist als am rechten.

Bei der Weiterfahrt wurde Plankton (XXXVIII, 4) gefischt und dasselbe behufs volumetrischer Bestimmung des Pseudoplanktons in 2 Flaschen getrennt aufbewahrt, indem das lebende Plankton vom Bodensatze unter mehrmaligem Abspülen mit reinem Wasser abgossen und für sich konserviert wurde. Mit blossen Auge war vom Boote aus die starke Trübung des Mainwassers als bedingt durch dichtgedrängte kleine Partikelchen, sowie durch weissliche und graue Flocken leicht zu erkennen.

Oberhalb Griesheim, an der Badeanstalt am rechten Ufer, wurde nicht viel Schlamm (XXXVIII, 5a) konstatiert, jedoch wieder Süswasserschwämme (*Spongillen*). In der Strommitte wurde kein Schlamm, dagegen am linken Ufer (XXXVIII, 5d) sehr viel Schlamm gehoben, in welchem nach dem Absieben viele Schlammwürmer, Schnecken (*Bythinia*) und Muscheln (*Sphaerium rivicola*) gefunden wurden; der Fischer Weingärtner fand hier mit seinem Netze gleichfalls viel Schlamm, zugleich auch zwei lebende Bresem (*Abramis brama*). Hier wurden auch Proben für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XXXVIII, 7a und b), sowie die Sichttiefe (XXXVIII, 6) bestimmt. Die Temperatur des Wassers betrug 17,3°.

Der erste Ausfluss aus Griesheim gelangt von den Wohnhäusern der Beamten der ehemischen Werke her in den Main und zwar unter Wasser; er soll nur Küchen- und Tagewässer aufnehmen. Mit der

Dretsche (XXXVIII, 6) war oberhalb und unterhalb des Ausflusses kein Unterschied in der Beschaffenheit des Schlammes zu bemerken. Der zweite Ausfluss kommt von der chemischen Fabrik, Abteil Elektron; während der Besichtigung floss er in Wasserhöhe ab. Das ausfliessende Wasser (XXXIX, 1a) war klar, farb- und geruchlos und lauwarm, die Reaktion eine neutrale. Nach Bericht soll hier nur Kondenswasser ausfliessen; genaue Angaben über die Abläufe der 4 dicht nebeneinanderliegenden chemischen Fabriken konnten vorläufig nicht erhalten werden. Es wurde zwar eine kurze Begehung der Uferstrecken und der betreffenden Fabriken vorgenommen, die eingehende Orientierung jedoch bis zur Rückkehr des auf Urlaub befindlichen Gewerbeinspektors Dr. Mannsfeld verschoben. Nach Angaben des Fabrikdirektors Professors Dr. Lepsius gelangen ungefähr pro Stunde 100 cbm Abwässer in den Main bei Tag- und bei Nachtbetrieb. Nur ein grosser Abwasserausfluss soll vorhanden sein, eigentliches Abwasser auch nicht resultieren, sondern fast ausschliesslich Spül- und Kühlwässer; aus diesem Grunde sind weder Kläranlagen vorhanden, noch Siebe oder Gitterwerke. Eine Reihe von Absatzbecken nimmt ausschliesslich die bei der Anilinreduktion abfallenden Eisenoxyhydratrückstände auf, welche in denselben austrocknen, um dann zur Abfuhr und Weiterverwertung gebracht zu werden. Beim Oeffnen des innerhalb des Fabrikgeländes befindlichen Revisionschachtes (XXXIX, 3) — in welchen die Abwässer aus den 3 Abteilungen (der älteren Säurefabrik, der Anilinfabrik und von Elektron) zusammenfliessen, gemischt mit Kondens- und Kühlwasser — drang ein heisser Schwaden mit deutlichem Geruch nach Benzolderivaten sowie auch nach Schwefelwasserstoff heraus. Die Reaktion des aus dem Schacht geschöpften Abwassers war eine neutrale, gleichfalls die der eine Stunde später am Ausflusse in den Main entnommenen Probe, wenn auch die Farbe des ausfliessenden Wassers jetzt eine gelbe war (XXXIX, 1b). Die Temperatur des ausfliessenden Wassers, das noch mit etwas Flusswasser gemischt war, betrug jetzt 35,3°. Der Auslaufkanal befand sich in etwas verfallendem Zustande, die Ausmündungsmauer war teilweise eingestürzt. Viele alte Lappen lagen vor und zwischen den gestürzten Steinen und Mauerstücken. Ein Kontrollschacht war am Ufer nicht vorhanden. Unterhalb des Ausflusses fand sich Schlamm vor, der von ganz schwach teerartigem Geruche und nach dem Absieben ganz ohne Leben war (XXXIX, 2); 20 m unterhalb hatte der Schlamm eine tiefschwarze

Farbe, aber nur einen schwach fauligen Geruch. Die Fäkalstoffe sollen abgefahren werden, und nur die Abläufe von den Pissoirs in den Fluss gelangen. 50 m unterhalb fand sich mehr Schlamm vor, der rote Chironomuslarven und Schlammwürmer enthielt (XXXIX, 4); 70 und 100 m unterhalb hatte die Schlammschicht noch eine Mächtigkeit von einem halben Meter und enthielt viele Schlammwürmer und rote Larven. Die Sichttiefe (XXXIX, 5) betrug 50 cm, 70 m unterhalb 44 cm, 100 m unterhalb, schon im Bereich des benachbarten Werkes, 50 cm. Am Ufer unterhalb des Ausflusses fanden sich angesammelte Fabrikrückstände vor (XXXIX, 6), welche einen deutlichen Geruch nach reduzierten Benzol- und Toluolverbindungen hatten<sup>1)</sup>.

Das Chemikalienwerk Griesheim hatte am Ausfluss des früheren Betriebes Nötzel, Istel u. Co., jetzt als „unterer Betrieb“ bezeichnet, auf dem abschüssigen Ufergelände einen Kontrollschacht, aus welchem eine Probe für die chemische Untersuchung entnommen wurde (XL, B 1). Die Reaktion des Wassers war eine ganz schwach alkalische. Als obere Schicht wurden in dem Schacht fettartige Massen konstatiert; auch war ein beträchtlicher roter Bodensatz vorhanden. Bei der weiteren Begehung des Ufers, welches fiskalisch ist, wurde bemerkt, dass durch eine direkt unter dem die Fabrik abgrenzenden Verschlage hervorgetretene Flüssigkeit, auf der ganzen Strecke bis zum Fluss, die Vegetation abgetötet war und einen bläulich schwarzen Belag zeigte; die Angabe des Fabrikdirektors Dr. Nassauer, dass derselbe durch aus dem benachbarten Werke Elektron mit der Luft

1) Aus einem unserm Sachverständigen auf sein Ersuchen von der Königlichen Gewerbeinspektion II zu Frankfurt a. M. am 18. November 1904 zur Einsicht gesandten Situationspläne der chemischen Fabrik Griesheim Elektron ersah derselbe, dass nicht, wie angegeben, nur ein grosser Abwasserkanal existiere, sondern deren 4 und zwar aus:

1. „Elektron, Anilinfabrik, Schwefelnatriumfabrik“,
2. „Chromfabrik, Schwefelsäurefabrik“,
3. „Schwefelsäurefabrik“,
4. „Salpeter- und Schwefelsäurefabrik“.

Diese 4 Abflüsse sind nach den von der Firma gemachten Einzeichnungen zwischen den beiden Beladestationen gelegen.

Bei der Befahrung wurde von unserem Sachverständigen und den anwesenden Aufsichtsbeamten nur ein grosser Ausfluss der Abwasser aus dem oberen Betrieb „Elektron“ bemerkt.

Nach teilweiser Beendigung des Gutachtens machte die Königliche Wasserbauinspektion Frankfurt die Mitteilung, dass 7 Ausflüsse vorhanden seien, welche weiter unten aufgeführt sind.

zugeführte Untersalpetersäure entstanden sei, musste von vornherein zurückgewiesen werden, da der schädliche Einfluss des aus dem Chemikalienwerk Griesheim abgeflommenen Abwassers zu deutlich sichtbar und zu scharf abgegrenzt vom grünen Rasen war. Im Fabrikgelände selbst war eine Sammelgrube, nach Angabe von ungefähr 60 cbm Inhalt, für das Abwasser vorhanden, welche nach Bericht des genannten Direktors und des Prokuristen Heydorn die Abwässer aus den verschiedenen Betrieben aufnehmen soll, saure sowohl wie alkalische. Die Endreaktion wird dem Zufall überlassen; doch soll ein Kontrollbuch über den Säure- und Alkaligehalt geführt werden. Stark alkalische Abwässer kommen nach Angabe überhaupt nicht in Betracht.

Es existiert noch ein oberer Ausfluss, aus dem oberhalb liegenden Betriebe herrührend, vorm. Marx und Müller; doch soll derselbe nach Angabe des Fabrikdirektors Dr. Nassauer „hauptsächlich Kühlwässer“ enthalten; dieser Ausfluss wurde nun vom Nachen aus einer genauen Besichtigung unterzogen. Alle Rohrbestände unterhalb des Ausflusses zeigten in Wasserhöhe einen schwarzen teerigen, oft glänzenden Belag, während die Röhrostengel oberhalb frei von demselben waren. Am Ausflusse selbst fand sich unter Wasser ein sehr dicker, grau aussehender, stark aromatisch riechender Bodensatz (XL, A 1); derselbe erstreckte sich ziemlich weit am Ufer entlang, nahm aber immer mehr eine schwarze Farbe und starken Geruch nach Schwefelwasserstoff an; erst nach 200 m nahm der intensive Gestank etwas ab, doch wurde die Farbe des Schlammes eine immer mehr tief-schwarze. Die Fabrik soll Benzolderivate mit Schwefel behandeln, daher wohl die starken Reduktionen der Schwefelverbindungen im Schlamm. Die Sichttiefe (XL, 3) des Wassers betrug 30 m unterhalb des Ausflusses 50 cm. Der teerige Besatz an den Röhrostengeln (XL, 4) hielt sich bis zum nächsten Ausfluss (unterer Betrieb B), aus welchem das Wasser tief rot gefärbt ausströmte; gleichfalls war hier der vor dem Ausflusse befindliche Schlamm von roter Farbe, auch von stark aromatischem Geruche. Hier zeigten die Röhrostengel einen dicken braunen Besatz, wohl von ungelösten Benzolderivaten herrührend. 80 m unterhalb nahm der aromatische Geruch des Schlammes etwas ab, zeigte aber bis 100 m noch eine deutlich rote Färbung (XL, B 2). Mehr der Strommitte zu, wo aber die Färbung des Mains durch das Abwasser eine noch rote war, wurde mit der Dreische stinkender Schlamm zutage gefördert, zugleich Egel und rote Larven,

während der bisher unterhalb des Chemikalienwerkes gehobene Schlamm gänzlich ohne Leben war; noch stärker stinkend und auch viel tiefer schwarz war der Schlamm in 130 m Entfernung, sodass an dieser Stelle wohl eine Mischung von aus beiden Betrieben des Werkes herührenden Niederschlägen statthatte. Auf der ganzen Uferstrecke von unterhalb des oberen Ausflusses bis zum Betrieb Mainthal der Chemischen Fabrik Griesheim war der Flussgrund mit unlöslichen Abfällen des Chemikalienwerkes, welches hauptsächlich Zwischenprodukte für Anilin herstellt, wie Toluidin, Benzidin, Oxybenzol, Hydrochinon u. s. w., besetzt. Durch Umsetzungen beispielsweise der Benzolsulfosäure mit Kalk entsteht in der Fabrik Gips, welcher aus den Abwässern nur schlecht beseitigt und dann im Flussschlamm reduziert wird unter Bildung von Schwefelwasserstoff.

Wie schon bemerkt, folgt dem Lauf des Stromes nach auf das Chemikalienwerk Griesheim die zweite Abteilung der Chemischen Fabrik Elektron, als „Betrieb Mainthal“ bezeichnet. Hier werden grosse Mengen organischer Chlorverbindungen hergestellt und annähernd 4000 kg gasförmiges Chlor, in Betrieb Elektron durch Elektrolyse gewonnen, verarbeitet, beispielsweise zu grossen Mengen Tetrachlorkohlenstoff; aber auch andere Präparate, wie Kaliumpermanganat u. s. w. werden hier hergestellt. Ein Kontrollschacht (XLI, 1) war auf dem Ufergelände vorhanden; das aus demselben geschöpfte Wasser war lauwarm, trübe, mit einem geringen bräunlichen Bodensatz, von nur ganz schwach aromatischem Geruch und schwach saurer Reaktion. Nach Bericht des Wasserbauwartes kommt das Wasser aus dem Abflussrohr oft noch heiss und stark dampfend heraus. Oberhalb des Ausflusses in einer Entfernung von 20 m (XLI, 3) bewirkte das Aufziehen der Drethe eine sehr starke milchige Trübung des Wassers im ganzen Umkreise; der Beutel enthielt einen weissen kalkartigen Bodensatz mit tief schwarzen Beimischungen; nach dem Absieben fanden sich nur ganz vereinzelt Schlammwürmer. Gleich unterhalb des Ausflusses des Betriebes Mainthal wurde gleichfalls ein dicker weisser Niederschlag konstatiert, welcher aber nicht wie oberhalb mit reduziertem schwarzen schwefeleisenhaltigen Schlamm vermischt bzw. geschichtet war, sondern eine tiefrote Schichtung sowie auch eine grünlich- und blaugefärbte Streifung (XLI, 4a) zeigte. Ein weisser Schlamm lagerte in  $\frac{1}{2}$  m Dicke in dem 90 cm weiten Kanalrohr selbst; nach dem Absieben desselben blieben weisse kalkige Stücke zurück, sowie gelbe, welche erwärmt und angezündet schnell verbrannten

unter Bildung von schwefliger Säure, demnach aus Schwefel bestanden. Die Ufersteine sind auf der Oberseite gänzlich ohne Besatz, auf der Unterseite dagegen schwarz. 5, 10 und 20 m unterhalb des Ausflusses ist der weisse Bodensatz derselbe und überall vom Ufer nach der Strommitte zu in grossen Mengen vorhanden. Nach Bericht des anwesenden Fischers Weingärtner gelangt dieser Niederschlag täglich aus dem Ausflusse des Betriebs Mainthal, besonders aber des Abends; wenn vor Eintritt des Eises das Wehr geöffnet werden muss, so wird seitens der Fabrik der vor dem Abflusse abgelagerte Schlamm weggeräumt. Abends soll auch zuweilen viel Oel abfliessen, derart, dass es sich über 100 m weit auf der Flussoberfläche ausbreitet. Von 25 m unterhalb an nahm der Bodensatz eine schwärzliche Färbung an, von 40 m an eine tiefschwarze, welche jedoch noch mit weissen Massen geschichtet blieb (XLI, 4f). Die weisse Schichtung nahm von hier immer mehr ab, und der Geruch wurde ein fast fäkalartiger, von freiem Schwefelwasserstoff herrührend, der als solcher nachgewiesen wurde (XLI, 4g), vermischt mit Sumpfgasblasen. Die Sichttiefe (XLI, 3) betrug am Morgen des 7. September 40 m unterhalb des Ausflusses 65 cm. 100 m unterhalb wurden noch grössere Schlammanhäufungen konstatiert, die von intensiv schwefelwasserstoffartigem Geruch waren (XLI, 4h). Die Ufersteine zeigten in dieser Entfernung ohne Ausnahme auf der Unterseite einen tiefschwarzen Besatz von Schwefeleisen, während die Oberseite mit einem bräunlich grünen Ueberzug bedeckt war (XLI, 4h $\beta$ ). Auf der Wasseroberfläche befand sich eine weissliche Schicht, welche aus Rückständen des letzteren Werkes, wie verfolgt werden konnte, gebildet war, zum Teil aber auch aus dem Chemikalienwerk Griesheim herrührte. Nach Angaben der Strombeamten soll diese Schicht meist eine rote, grüne oder blaue Farbe haben; ebenso soll das Wasser gefärbt sein. Eine in diesen Farben schillernde (irisierende) Schicht wurde auch weiter unterhalb in grösserer Ausbreitung gefunden. In einer Entfernung von 200 m verlor der bis dahin noch immer tiefschwarze Schlamm den starken Schwefelwasserstoffgeruch und roch mehr aromatisch (XLI, 4i); auf dem Sieb blieb keine Spur von Leben zurück, jedoch viel teerartig glänzender Stoff, sowie Kohle. Bis auf eine Entfernung 250 m flussabwärts, und zwar nicht allein am Ufer, sondern auch weiter nach der Strommitte zu war der Schlamm noch von alles tierische und pflanzliche Leben tötender Beschaffenheit. 300 m unterhalb wurden abgestorbene Schlammwürmer gefunden und in etwas

weiterer Entfernung einige lebende Asseln; auf dem Siebe blieben noch hochgelbe schleimige, bohngrosse, teerartig aromatisch riechende Massen zurück (XLI, 4m).

Die Strommitte, die mit einer irisierenden Haut bedeckt war, erwies sich fast schlammfrei. Die Sichttiefe (XLI, 5) des am Morgen des 7. September noch nicht gefärbten Flusses wurde 800 m unterhalb am rechten Ufer zu 72, in der Mitte zu 73, am linken Ufer zu 59 cm bestimmt. Es war dadurch bewiesen, dass die meisten Schwebestoffe von oberhalb kommen, von der Frankfurter Kläranlage, sich also am linken Ufer halten, während der Chemikalienschlamm sich am rechten Ufer hinzieht. Der Strömungsverhältnisse wegen bleibt die Mitte bis in einiger Entfernung vor dem Höchster Wehr ziemlich schlammfrei. 800 m unterhalb wurden auch Proben für die Sauerstoffbestimmung (XLI, 6a und b) entnommen, sowie Wasser (XLI, 7) für die chemische Analyse, gleichfalls wurde hier gedretsch (XLI, 8) und sowohl auf der rechten Seite wieder Leben konstatiert, nämlich rote Larven und kleine Muscheln, als auch auf der linken Seite, wo Asseln, Schwämme und ein kleiner Bresem gefunden wurden. Die Mitte war wieder schlammfrei. Vor den unter Wasser liegenden Bühnen (XLI, 8d) wurde noch mehr Schlamm gehoben, der schwach fäkalartig roch und eine tiefschwarze Färbung hatte. Aus diesem Schlamm zog der Fischer mit seinem Netze einen 70 cm langen Aal heraus.

Bei der Weiterfahrt bis zum Höchster Wehr wurde Plankton gefischt (XLI, 9).

Seit langer Zeit sind Klagen erhoben über grosse Schlammmengen, die sich oberhalb des Höchster Wehrs abgelagert haben. Es wurden deshalb an dieser Stelle vom Nachen aus mit der Dretsche und einer langen Bootsstange Untersuchungen angestellt. Die stärkere Schlammanhäufung, „Schlammbank“, beginnt in einer Mächtigkeit von durchschnittlich über 1 m gegenüber der Ortschaft Nied, 250 m oberhalb des Wehrs, und erstreckt sich am ganzen linken Ufer entlang bis kurz vor das Wehr; vor demselben fiel der Schlamm allmählich ab, da er durch den Absturz des Wassers abgezogen wird. Sowohl mit dem Stossen des Bootshakens sowie beim Niedersenken und Fortziehen der Dretsche wurden viele und grosse Gasblasen aus dem Schlamm entbunden, ein Zeichen, dass der Schlamm sich noch immer in fauliger Gärung befand. Der Geruch war fäkalartig. Nach dem Absieben blieben sehr viel Schlammwürmer (Tubificiden) zurück,

ferner rote Larven und junge Egel (XLII, 1a). Derselbe Befund ergab sich an allen an der linken Seite gedrehten Stellen. In 200 m Entfernung vom Wehr, wo der Schlamm eine Dicke von mindestens 1,20 m hatte und sehr viel Schlammwürmer neben roten Larven und leeren Ohrschneckenschalen enthielt, wurde eine grössere Probe für die chemische sowie für die mikroskopische Untersuchung entnommen (XLII, 1c). Am rechten Ufer waren die Schlammansammlungen geringer, auch der Geruch war hier ein anderer und zwar ganz schwach aromatisch; der Schlamm war auch jetzt schwer absiebbar und enthielt viel weniger Leben als auf der linken Seite. Die Mittagstemperatur des Wassers betrug am 7. September  $17,4^{\circ}$ , die der Luft  $18,5^{\circ}$ , die Sichttiefe (XLII, 2) am linken Ufer oberhalb des Wehrs 64, in der Mitte 68 und am rechten Ufer 63 cm. Eine Sauerstoffprobe wurde 250 m oberhalb des Wehrs  $\frac{1}{2}$  m unter der Wasseroberfläche entnommen (XLII, 3a,  $\alpha$ ), eine zweite über der Schlammbank in 1,20 m Tiefe (XLII, 3a,  $\beta$ ); ferner wurde 10 m oberhalb des Wehrs in  $1\frac{1}{2}$  m Tiefe bei 3 m Wassertiefe Wasser für die Sauerstoffbestimmung entnommen sowie ebenda eine zweite Probe zur Bestimmung der Sauerstoffzehrung in 24 Stunden (XLII, 3b,  $\alpha$  u.  $\beta$ ). Sodann wurden mehrere Nadeln gezogen; die am Ueberfallwehr befindliche (XLII, 4) zeigte stellenweise einen schwarzen Besatz, welcher, mit Salzsäure betupft, viel Schwefelwasserstoff entwickelte, demnach aus Schwefelmetall bestand. Pilzflocken waren makroskopisch nicht zu bemerken, dagegen an der Vorderseite wieder viele Röhren von Zuckmückenlarven, wie auch solche von Wassermotten. An den Seiten der Nadel lebten mehr Egel, auch fand sich Ohrschneckenlaich; noch mehr Egel waren auf der Rückseite vorhanden, aber auch hier viel Wassermottenlarven. Eine Nadel am Schiffsdurchlass (XLII, 5) zeigte einen viel stärkeren Besatz von kleinen Larvenröhren, sonst denselben Befund wie alle Nadeln des Ueberlaufwehrs, nur dass sich an den Seiten noch Schwämme gebildet hatten und hier auch kleine Flöckchen von Zeitungspapier sich festgesetzt hatten. Vereinzelt waren an dieser Nadel Büschel von grünen Algen (*Cladophora*), auch einige Ohrschnecken vorhanden. Am oberen Teil der meisten Nadeln, d. h. in Wasserhöhe, hatte sich ein schwarzer teeriger Besatz festgesetzt (XLII, 6). Vom Schleusenmeister Bauer wurde unserm Sachverständigen eine Probe Schlamm (XLII, 9) von der Stelle vor dem Wehr übergeben, welcher von oberhalb nach dem in der Nacht vom 7. auf den 8. September niedergegangenen Gewitterregen (14,6 mm

Regenmenge) angetrieben und morgens 5 Uhr entnommen war. Er bestand aus groben Abfällen, Pflanzenresten (wohl Gemüse), Zeitungspapier u. s. w. Die Sichttiefe (XLII, 7) betrug 70 cm, unterhalb des Wehrs 64 cm. Hier wurden auch Proben (XLII, 8) für die Sauerstoffbestimmung entnommen.

Die in Nied gelegene Gelatinefabrik von Fischer & Schmitt wurde einer Besichtigung unterzogen und von der Nidda aus begangen, in welche der aus der Fabrik kommende und deren Abwässer enthaltende Graben mündet. In der Nähe dieses Grabens war der Gestank des Abwassers schon auf 30 Schritte Entfernung wahrzunehmen, dasselbe floss stark milchig getrübt ab (XLIII, 1) und hinterliess im Graben graue Flocken (XLIII, 2). Die Reaktion des Grabenwassers war eine stark alkalische. Auch unterhalb der Einmündung in die Nidda hatte sich ein etwas grauer Schlamm angehäuft (XLIII, 3); gleichfalls fand sich am nassen Ufer ein grüner Belag (XLIII, 4). In der Fabrik selbst wurde folgende Auskunft erteilt: Die Leimgewebe enthaltenden Tierabfälle werden zwecks Aufbewahrung für die Fabrikation in Gruben eingekalkt, dann gewaschen und mit Salzsäure behandelt, um den Kalküberschuss zu entfernen; nach weiterem Waschen werden sie gesotten. Die Rückstände aus den Siedekesseln gelangen nicht in die beim ersten Prozess abfallenden Wässer, sondern werden auf dem Fabrikgelände aufgestapelt, um von Bauern als wertvoller Dünger abgefahren zu werden; für kleine Fuhren werden 4—5 Mark, für grössere 8 Mark erzielt. Eine Kläranlage existiert nicht; doch sind im Graben mehrere Roste zur Zurückhaltung der Abfälle und Haare angebracht. Nach Angabe sollen nie Klagen über schlechte Abwässer laut geworden sein. Es wurde geltend gemacht, dass wenige Meter unterhalb der Einmündung des Grabens in die Nidda häufig geangelt werde. Zur Zeit der Begehung waren hier auch mehrere Angler in Tätigkeit, nach deren Bericht an dieser Stelle in der Nidda viel Weissfische, namentlich Haseln, vorkommen sollen, auch Döbeln sowie sogar Hechte.

In die Nidda sollen auch Abwässer vom Frankfurter Vorort Bockenheim, sowie von 2 Gerbereien und anderen Betrieben gelangen.

Die Nidda wurde am 8. September morgens von ihrer Mündung in den Main aufwärts mit einem Nachen befahren. Beim Fortstossen mit der Bootstange stiegen zahlreiche Gasblasen auf, doch wurde nur schwach stinkender Schlamm gedreht (XLIII, 5a); auf dem Siebe blieben aber sehr viel Haare, wohl Kalbshaare, zurück, die aus der

erwähnten Gelatinefabrik herrühren mochten, ferner Schlammwürmer, rote Larven, wenig kleine Muscheln und Schnecken (Valvata). Die Sichttiefe (XLIII, 5b) betrug trotz der trübenden Zuflüsse, die aus Abflüssen der Stadt Höchst in die Nidda gelangen, und trotz der Zuschwemmungen nach dem Gewitterregen der vergangenen Nacht noch 94 cm. 200 m oberhalb der Mündung floss aus einem städtischen Kanal reichlich Wasser aus, welches von grauer Farbe und stark verschmutzt war; die Ufersteine zeigten auf der Unterseite einen schwarzen Besatz und nasse Uferstellen einen grünen Belag von Oscillarien. Nach Angabe fließen hier Brauereiabwässer, Spüljauche, Seifenlaugen und Schlachthausabwässer, sowie solche von einer Tapetenfabrik ab; die Reaktion des Wassers war eine schwach alkalische. Pilzflocken (XLIII, 5c) wurden unterhalb des Ausflusses bemerkt; auch vom Besatz der submers wachsenden Pflanzen, wie Hornkraut u. s. w. wurde eine Probe entnommen (XLIII, 5d). Weiter oberhalb floss der Mühlgraben mit schwächerer Trübung zu, die wohl durch den Regen bewirkt war; nach Angabe soll das Wasser des Mühlgrabens, der weiter oberhalb den Namen „Sulzbach“ führt, im allgemeinen klar sein; nur lokale Abwässer von Soden und Sulzbach sollen ihn oberhalb verunreinigen; weiter unterhalb nimmt er die von der Breuerschen Eisengiesserei abfließenden Gebrauchswässer auf, die aber nur aus Kühl- und Kondenswasser bestehen sollen, da keine Beizen zur Verwendung kommen. 300 m unterhalb der Gelatinefabrik von Fischer & Schmitt fand sich in der Mitte nur wenig Schlamm, meist Sand und Steinchen mit wenig roten Larven; etwas mehr Schlamm wurde am Ufer zwischen Sparganienbeständen gehoben (XLIII, 5e), welcher schwach stinkend war und neben faulenden Blättern und roten Larven wieder sehr viel tierische Haare enthielt. Treibende Pilze wurden hier nicht bemerkt. Die Sichttiefe betrug 124 cm, während sie im Main in der Nähe des Ausflusses der Nidda auf der rechten Seite des Kopfes des Parallelwerkes nur 45 cm betrug.

Der Ausfluss des Liederbachs in den Main machte sich deutlich bemerkbar durch eine stark gelbe Färbung und Trübung; der Farbstrom liess sich unterhalb der Mündung des Liederbachs am rechten Mainufer noch mit voller Deutlichkeit 105 m weit verfolgen. Von Verunreinigungen kommen hier hauptsächlich die Ablaugen der Gerberei von Graubner & Scholl in Unterliederbach in betracht. Eine Besichtigung dieses Betriebes wurde für später vorbehalten.

Der Geruch des Liederbachwassers war ein in hohem Grade widerwärtiger. Der Müller Kneisel, der dasselbe als Betriebswasser für seine Mühle benutzt, beklagte sich über den Gestank, der an den meisten Tagen ein noch viel stärkerer sei. Eine Probe des Liederbachwassers wurde vor der Mühle für die chemische Analyse entnommen (XLIV, 1). 10 m unterhalb des Auslaufes in den Main wurde gedreht (XLIV, 2) und viel stinkender Schlamm gehoben; die mitgedrehten Steine waren völlig schwarz. Lebewesen fanden sich hier nur vereinzelt: ein Egel und eine rote Larve. 50 m weiter unterhalb noch dasselbe Bild. 100 m weiter unterhalb betrug die Sichtigkeit 58 cm.

Dann folgte der Ablauf der Abwässer aus der Deutschen Gelatinefabrik in Höchst; das Rohr derselben mündet  $2\frac{1}{2}$  m vom Ufer unterhalb der Badeanstalt unter Wasser aus. Mit der Drethe wurde hier sehr viel stinkender schwarzer Schlamm (XLV, 1) gehoben, in welchem nach dem Absieben bedeutende Massen von tierischen Haaren zurückblieben; auch im weiteren Umkreise zeigte sich der Flussgrund mit tierischen Haaren bedeckt, zwischen welchen ein weisser kalkartiger Bodensatz sich befand, der, sowie die Drethe oder die Bootsstange den Grund berührte, das Wasser stark milchig trübte; zugleich stiegen viele Gasblasen auf, ein Zeichen der fauligen Gärung des Bodengrundes. Diese Verhältnisse blieben sich gleich bis nahe 100 m unterhalb: überall Unmassen von tierischen Haaren als Beweis für mangelhafte mechanische Reinigung des Gelatinefabrik-Abwassers. In der Nähe des Ausflusses derselben wurde keine Spur von Vertretern der Fauna des Grundes gefunden, nicht einmal vereinzelte Schlammwürmer. Erst 50 m unterhalb kam eine Assel zum Vorschein, 100 m auch kleine Muscheln und eine Ohrschnecke. Die schwefelwasserstoffhaltigen Zersetzungsprodukte der Effluen machten sich an den Uferseiten durch einen schwarzen Besatz von Schwefel-eisen geltend; erst in einer Entfernung von 70 m unterhalb des Ausflusses erschienen Egel, Ohrschnecken und Schneckensauger (Clepsinen). Auch hier waren grosse Haarwülste angeschwemmt. 70 m unterhalb in der Strommitte war der Grund schlammfrei. Bei der Weiferfahrt wurde Plankton (XLV, 6) gefischt.

Ein zweiter Abfluss des Liederbachs nimmt Kondenswasser aus den Höchster Farbwerken vorm. Meister, Lucius u. Brüning auf. Nach Angabe geht auch das Ablaufwasser aus der für die Arbeiter (es sollen in den Fabriken 4800 Arbeiter beschäftigt sein) ein-

gerichteten Badeanstalt hinein, sowie Seifen- und Fabrikspülwässer. Am Ueberlauf floss das Wasser stark getrübt in den Main. Gleich unterhalb des Zuflusses wurde nur sandiger Schlamm gehoben (XLVI, 1), 10 m weiter (XLVI, 2), aber solcher von tiefschwarzer Farbe und stinkend. Die Fabrik soll hier jährlich einmal baggern lassen. Etwas weiter dem Strome zu fanden sich wieder viel tierische Haare, ähnliche wie aus der Deutschen Gelatinefabrik, Papierfetzen und allerlei pflanzlicher Abfall, vereinzelt auch Schlammwürmer. 130 m weiter immer noch tierische Haare im tiefschwarzen und stinkenden Schlamm, welcher an dieser Stelle mehr Schlammwürmer enthielt, sowie rote Larven, auch noch geringe Mengen von Küchenabfällen.

Der erste eigentliche Abwasserausfluss der Höchster Farbwerke mündet 50 m unterhalb der Kaimauer in den Main unter Wasser. Eine Färbung des Wassers wurde an dieser Stelle nicht bemerkt, auch konnte mit dem Heyrothschen Apparate keine andere Beschaffenheit und Reaktion des Wassers (XLVII, 1) konstatiert werden, als wie sie das Mainwasser selbst hatte. Nach Berichten sollen sonst hier alle möglichen Farben auftreten. 60—70000 cbm meist gefärbte Abwässer sollen aus diesem Ausfluss in den Fluss gelangen, also so viel, wie die Stadt Frankfurt im ganzen produziert. Die Produktion der Höchster Farbwerke soll die der Griesheimer um das 200fache übertreffen. Im Gegensatz zum ungefärbten Wasser zeigte der mit der Dretsche gleich unterhalb des Ausflusses gehobene Schlamm eine rotbraune Farbe, schimmerte rotgelb, blau und grün; beim Herausziehen der Dretsche hatten sich auf der Wasseroberfläche in allen Farben irisierende Schichten ausgebreitet. Von diesem Schlamm wurde eine Probe für die chemische Untersuchung entnommen (XLVII, 2). Die Sichttiefe (XLVII, 3) betrug 45 cm, die Temperatur des Wassers 18,7°, die der Luft 18,5°. Am Ufer zeigten die Rohrstengel einen schwarzen teerartigen Besatz. Die Steine (XLVII, 4) waren mit rötlich-braunem Schlamm bedeckt; nur wenige Vertreter der gröberen Fauna waren in dem Uferschlamm vorhanden. 200 m unterhalb wurde der Schlamm (XLVII, 5) mehr stinkend befunden und von tiefschwarzer Farbe, die Reaktion als eine schwach alkalische. Nach dem Absieben fanden sich nur einige abgestorbene Insektenlarven und tierische Haare vor. Der auf dem Siebboden entlang gestrichene Schlamm hinterliess auf ihm eine stark irisierende Schicht. Am linken Ufer wuchs Kammlaichkraut. Die Steine waren

hier mit schwarzbraunem Schlamm bedeckt (XLVII, 6), in welchem viel Wasserasseln sich aufhielten, auch Egel und Insektenlarven. Einige Steine zeigten auch Besatz von Süßwasserschwämmen und Cladophorabüscheln. Sämtlich zeigten die Steine aber auf der Unterseite eine schwarze Färbung von Schwefeleisen. An einzelnen Stellen hatten sich die Egel in grösseren Mengen angehäuft, auch fanden sich viele Wasserasseln und Schwämme in Stöcken vor.

Am zweiten Ablauf, welcher die Abwässer aus der Säurefabrik aufnehmen soll, wurde unter Wasser mit dem Heyrothschen Apparate rötlich gefärbtes Wasser gehoben (XLVIII, 1) von neutraler Reaktion, jedoch wurden unterhalb desselben an der Wasseroberfläche viel kleine erbsengrosse fettige braune Massen bemerkt (XLVIII, 2), welche sich noch weit unterhalb schwimmend hielten; stellenweise traten sie in grosser Häufigkeit auf. 30 und 50 m unterhalb (XLVIII, 3) wurde mit der Dretsche nur Kies gehoben.

Auch vor dem dritten unter Wasser ausmündenden Ausflussrohr wurde mit dem Heyrothschen Apparate rötlich gefärbtes Wasser gehoben (XLIX, 1), das eine ganz schwach alkalische Reaktion zeigte. Auf der Oberfläche des Flusses hatte sich hier auf eine weite Strecke unterhalb eine dünne Fettschicht ausgebreitet. 5 m unterhalb wurde mit der Dretsche tiefschwarzer Schlamm (XLIX, 2) gehoben, welcher stark stinkend war und eigenartig fäkalartig roch; viel Küchenabfälle, wie Bohnen, Gemüsereste und dergleichen kamen nach dem Absieben zum Vorschein, gleichfalls viel Papierfetzen; die ganze Masse hatte einen nitrobenzolartigen Geruch. Viele Gasblasen waren beim Dretschen aufgestiegen. Die Sichttiefe (XLIX, 3) betrug hier nur 40 cm. Das Abwasser floss nun mit gelber Farbe ab.

45 m unterhalb wurde durch die Dretsche (XLIX, 4) eine stark milchige Trübung bewirkt; der Schlamm roch stark nach Naphtalin, war von schwarzer Farbe und, auf dem Siebe ausgebreitet, irisierend. 150 m unterhalb derselbe Befund ohne jegliches tierische Leben. Auf der Oberfläche trieben immer noch die braunen fettähnlichen Klumpen. Bei der Weiterfahrt mit dem Nachen wurde überall dieselbe schädliche Wirkung des Schlammes konstatiert. Nirgends fand sich auf dem Flussgrunde Leben, weder 300, 400, 500 m noch 1 km unterhalb. Nur am Ufer zwischen den Rohrstengeln wurde 450 m unterhalb im tiefschwarzen Schlamm ein einziger lebender Egel aufgefunden. Der Schlamm hatte hier eine Mächtigkeit von 1 m. Stellenweise zeigte sich auch Schlamm von etwas hellerer Färbung, wohl

mit Gips und Kalk vermischt; auch fettige graue Massen blieben nach dem Sieben zurück (XLIX, 7b). In der Nähe des auf der Sindlinger Gemarkung gelegenen Wasserturms, in einer Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  km vom östlichen Farbenfabrikausflusse hatte der schwarze Schlamm noch einen teerartigen Geruch und wirkte abtötend auf die Wasserfauna. Die Strommitte erwies sich auch hier als schlammfrei; nur Steine wurden gehoben, besetzt mit etwas Ohrschneckenlaich und mit Egelkokons. Im Netz hafteten viel schleimige teerartige Flocken. Die Schädigung durch die Höchster Färbereiabflüsse hatte sich in dieser Entfernung auch auf die linke Uferseite erstreckt; im schwarzen etwas stinkenden Schlamm kamen hier nach dem Absieben nur leere Schneckenschalen zum Vorschein, nicht einmal Schlammwürmer. Am rechten Ufer war auch über  $1\frac{1}{2}$  km hinaus kein Leben zu konstatieren; die Sichttiefe betrug an Station 367,8 (XLIX, 12) 51 cm. Hier wurden in der Mitte des Stromes bei einer Wassertiefe von 3,10 m und festem Boden Proben für die Sauerstoffbestimmung entnommen (XLIX, 13 a und b), gleichfalls eine Probe Mainwasser (XLIX, 14) für die chemische Analyse. Am linken Ufer trat jetzt wieder Leben auf, namentlich wurden grosse Stöcke von Spongillen gehoben, auch viele Egel (*Nepheles* und *Clepsinen*), sowie eine grosse Libellulidenlarve. In 2 km Entfernung war der Schlamm unterhalb der unter Wasser liegenden Buhnen noch immer von teerartigem Geruch, gleichfalls am rechten Ufer  $2\frac{1}{2}$  km unterhalb von noch schillernder Beschaffenheit. Hier erst, am rechten Ufer, wurden die ersten lebenden Asseln konstatiert. Während der Weiterfahrt war Plankton (XLIX, 17) gefischt worden.

Die vereinigten Kunstseidefabriken Akt.-Ges. Kelsterbach a. Main haben nach dem Vertrag vom 20. August 1900 nur die Erlaubnis, Kondens- und Tagewässer in den Main abzuleiten, keinesfalls aber sonstige Fabrikationsabwässer, insbesondere nicht säurehaltige. Zur Darstellung der Kunstseide wird Baumwolle nitriert; deshalb kommen als Säuren Salpetersäure und Schwefelsäure in Betracht, die zum grössten Teile wieder gewonnen werden, sodass es sich bei den in den Main fliessenden Abwässern nur um Waschwässer handeln soll. Da die Fabrik auf Letteboden und hochgelegen ist, so sollen nach Angabe des Grossherzoglich Hessischen Gewerbeinspektors Lösser gewisse Effluvien nach der dem Main entgegengesetzten Seite abfliessen, um hier schliesslich im Sande zu versickern; später sollen auch diese Abwässer für die Fabrikation wieder nutzbar gemacht

werden. Ein Kontrollschacht war von dem in den Fabrikräumen früher betriebenen Fabrikationszweige her vorhanden, bevor in diesen die Kunstseidefabrikation betrieben wurde. Derselbe war jedoch so stark verquollen, dass er nur mittelst einer herbeigeholten Axt geöffnet werden konnte. Das aus demselben geschöpfte Wasser war klar, farblos und von neutraler Reaktion (L, 5), aber schwach ätherartig riechend. Ein zweiter Schacht, welcher nach Angabe mit dem ersten in Verbindung steht, liegt 150 m weiter unterhalb und war mit einem Lattenzaun bedeckt, sodass mit dem Beil nur ein Seitenbrett gehoben werden konnte. Es wurde hier ein viel stärkerer Durchfluss des Wassers bemerkt als in dem ersten Schacht. Das Wasser war auch weisslich trübe und von schwach saurer Reaktion (L, 6). Nach Angabe des Fabrikdirektors geht durch diesen Abfluss ein Teil der Abfallwässer, während durch den ersten Schacht nur Meteorwässer gehen sollen. Vor dem Abflusse, der in dem Main unter Wasser ausmündet, wurde mit dem Heyrothschen Apparate Wasser gehoben (L, 1), welches jedoch keinen Unterschied vom Mainwasser zeigte. 5 m unterhalb war der Grund schlammfrei; erst 20 m weiter fand sich mehr Schlamm von schwachem Geruch und neutraler Reaktion, viel Tubificiden enthaltend, sowie Asseln, Schwämme, kleine Muscheln und Schnecken (*Valvata*) (L, 3). Am 9. September morgens waren auf der ganzen Mainoberfläche wieder die braunen fettigen Klumpen zu bemerken, wie tagsvorher gleich unterhalb der Höchster Farbwerke (L, 4); gleichfalls zog sich die dort beginnende „Fettschicht“ bis zur Schleuse Okrifittel hin.

Hier war nicht so viel Abfall angetrieben, wie an der Offenbacher, Frankfurter und Höchster Schleuse. Es fanden sich nur losgerissene Irisbestände vor, an den Nadeln des Schiffsdurchlasses in Wasserhöhe festklebend in der Breite von 7 Nadeln, auch eine dicke Schicht der vorerwähnten kleinen Klümpchen. Pilzbesatz konnte nirgends konstatiert werden; auch der auf den Ufersteinen lagernde braune Schlamm war hier viel geringer als an den oberen Schleusen. Ein Teil der Schleusenmauern hatte grünen, nach *Oscillatorien* riechenden Besatz (LI, 1), gleichfalls eine Nadel des Ueberfallwehrs (LI, 2c); auf der Vorderseite der Nadel lebten wieder viele Insektenlarven in Röhrechen (LI, 2b und d); grüne Algenbüschel (LI, 2a) fanden sich häufig, gleichfalls stellenweise schwarze Ueberzüge von Schwefelmetallen. Dasselbe Bild zeigten die Nadeln des Schiffsdurchlasses (LI, 3a), jedoch waren hier viel mehr Egel vorhanden, die sich in den Schlamm-

röhren vor dem Fortschwemmen durch die Strömung schützten. Die Nadeln zeigten auch grünen Besatz (LI, 3b) sowie an den tieferen Stellen einen festeren braunen Belag (LI, 3c). Die Sichttiefe betrug oberhalb des Wehrs 62 cm, 150 m unterhalb desselben dagegen 54 cm. Am Ufer der Schleuseninsel waren reichliche Bestände von *Sagittaria*, *Glyceria*, *Iris*, *Butomus*, *Rumex*, *Sparganium*, verschiedene *Carex*-arten, auch viel *Mentha aquatica*, *Bidens*, Weiden u. s. w., unter Wasser viel *Potamogeton pectinatus*. Die Schlammablagerungen (LI, 5a, b, c) waren vor der Okrifteiler Schleuse nicht bedeutend, auch wurde der Schlamm als nicht stinkend gefunden; in ihm lebten viele Tubificiden, sonst ausser einer *Valvata* nichts; der gleiche Befund 250 m weiter oberhalb und in der Flussmitte.

Der am rechten Ufer einmündende Goldbach teilt sich vor der Bonnemühle in 2 Teile und fliesst in den Main ab teils als Mühlgraben, teils als Wehrgraben. In den Goldbach gelangen die Abwässer zahlreicher Gerbereien aus Lorsbach und aus Hochheim, deren Besichtigung auf Wunsch des Herrn Regierungsvertreters für einen späteren Termin vorbehalten bleiben sollte. Nach Angabe werden oberhalb der Mündung in dem Goldbache viele Fische gefangen, besonders Döbeln, Bresem und Rotaugen. Vor der Mündung des Mühlgrabens hatte sich viel Schlamm abgelagert, gleichfalls in diesem selbst; der Schlamm (LII, 1) war stinkend und enthielt rote Chironomuslarven. Die Ufersteine waren mit Algenbüscheln besetzt, zwischen welchen viele Asseln und Egel lebten. Am Ausfluss des Wehrgrabens (LII, 2) hatte sich gleichfalls viel stinkender Schlamm angehäuft, der 50 m weiter unterhalb sich verringerte und von schwächerem Geruch war. Nach dem Absieben blieben viele faule Blätter zurück, sowie viel rote Larven, Asseln und Egel.

Auf der weiter befahrenen Strecke bot sich nichts bemerkenswerthes.

Die Zellulosefabrik Okrifteiler befindet sich in Offenheimers Besitz. Die Genehmigung ist am 6. Februar 1885 den Herren Krebs und Gumpertz zu Frankfurt a. M. erteilt. Die Abwässer „dürfen nur in völlig klarem Zustande, und nachdem die freie Säure durch Kalk neutralisiert ist, abgelassen werden“. Täglich werden 5—6000 kg Zellulose fabriziert. Es sind 5 Kocher aufgestellt. Nach Angabe des technischen Leiters der Fabrik resultieren tagsüber aus der Papierfabrik 1,5 cbm Abwässer pro Minute, aus der Zellulosefabrik 1,8 cbm, im ganzen also ungefähr  $3\frac{1}{3}$  cbm. Die letzteren Abwässer

bestehen ungefähr aus gleichen Teilen Kocherlauge und Waschwässern.

Es wurden keine im Wasser treibenden Pilze unterhalb der Fabrik bemerkt, auffallenderweise auch nicht bei der Befahrung des Mains im November 1903 durch unseren Sachverständigen. Nach Angabe des Fabrikleiters soll es im Main durch die Abwässer der Okrifteler Fabrik überhaupt nicht zur Pilzbildung kommen, obgleich, ebenso wie in Stockstadt, auch in Okriftel nach dem Mitscherlich'schen Verfahren gearbeitet wird. In der Aschaffenburg Fabrik soll dagegen nach Angabe des Okrifteler Technikers neben dem Mitscherlich'schen Verfahren auch das von Ritter & Kellner zur Anwendung kommen.

Die Kocherlaugen werden in Okriftel nicht mit Kalkmilch, wie in Aschaffenburg und Stockstadt, sondern mit Kalksteinen abgestumpft. Ueber Versagen dieser Neutralisierung ist noch nicht geklagt worden, die Kalksteine sollen sich bis auf geringe Reste auflösen; auch soll sich weder ein Ueberzug von Kalciumsulfat noch von Kalciumsulfid bilden. Die Bassins waren zur Zeit der Besichtigung geräumt und wurden einer Reinigung unterzogen. Der Schacht für die abgestumpfte Kocherlauge war mit Sand und alten Lappen bedeckt, um den Geruch nach schwefliger Säure nicht durchdringen zu lassen. Die Laugen selbst erleiden durch Mischung mit dem Waschwasser eine Verdünnung und fließen dann in den Kontrollschacht, in welchem sie sich mit den Abwässern aus der Papierfabrik vereinigen. Füllner-Filter sollen eine gute Reinigung von den Zellulosefasern bewirken. An Proben wurden entnommen: LIII, 1 Wasser aus dem Kontrollschacht für die chemische Analyse; Probe LIII, 2a vom Waschwasserablauf der Zellulosefabrik, das eine bräunliche Farbe hatte, schwach nach schwefliger Säure roch und eine schwach saure Reaktion zeigte; LIII, 2b weisse Flocken am Auslauf aus der Papierfabrik; LIII, 3 Kocherlauge von brauner und trüber Beschaffenheit und schwach saurer Reaktion. Das Wasser aus dem Auslauf der Papierfabrik war milchig trübe und zeigte eine fast neutrale Reaktion.

Vor dem Abwasserauslauf im Main wurde der Flussgrund untersucht, und hier sowie zu beiden Seiten desselben eine Anhäufung von zerkleinerten Holzstücken vom 2—2½ cm Grösse festgestellt. Dazwischen fanden sich zahllose kleine gelbe Partikelchen, welche nach dem Abtrocknen und Anzünden sich als Schwefel erwiesen. Nach Angabe des Fabrikdirektors sollen diese Schwefelkörner als „Sublimat

in den Absorptionstürmen“ resultieren (LIII, 4). 5 und 10 m unterhalb des Ausflusses fanden sich die gleichen Holz- und Schwefelablagerungen (LIII, 5 a und b), also im ganzen Umkreise; dann trat im Schlamm eine Umsetzung des Schwefels ein; die Stückchen wurden immer kleiner und lösten sich schliesslich ganz auf unter starker Entbindung von Schwefelwasserstoff und intensiver Schwarzfärbung des Schlammes (LIII, 7) im Umkreise von 50 m. 100 m weiter wurde fester Boden konstatiert, es schien hier der Schlamm durch die Strömung fortgeführt zu werden. Am rechten Ufer unterhalb des Ausflusses zeigten auch alle Blätter der Wasserpflanzen schleimige schwärzliche Massen (LIII, 9) und die Steine (LIII, 10) auf der unteren Seite einen tiefschwarzen Belag, während auf der oberen Seite einige Algenbüschel zu bemerken waren; derselbe Befund 150 m weiter (LIII, 11), hier traten wieder Egel auf und auf den Steinen etwas Ohrschneckenlaich. In der Strommitte in 150 m Entfernung vom Ausfluss wurde Kies konstatiert (LIII, 12) und viel gelber Grubensand, welcher, aus den etwas weiter oberhalb liegenden Sandgruben herrührend, zugeschwemmt war. 100 m unterhalb des Ausflusses wurde eine Probe für die Sauerstoffbestimmung (LIII, 13) entnommen. Bei der Weiterfahrt wurde bis zur Flörsheimer Schleuse Plankton gefischt (LIII, 14).

Vor der Schleuse Flörsheim bei Raunheim waren am Morgen des 10. September nur wenig Anhäufungen von Abfall vorhanden; das durch das Wehr fliessende Wasser zeigte eine deutlich braune Färbung; auch machte sich, hervorgerufen durch die Wasserwirbelung unterhalb des Wehrs, ein eigentümlicher, starker Geruch bemerkbar, deutlich aromatisch, fast nitrobenzolähnlich. Nach Bericht des Stromwartes Marggraf sei am frühen Morgen der sich unterhalb des Wehrs bildende Schaum „ganz grün“ gewesen; an den Wehrpfeilern konnte auch noch eine meergrüne Färbung der Strudelwellen bemerkt werden. Auch an den Nadeln des Flörsheimer Wehrs war kein Pilzbesatz zu bemerken; von allen oberhalb untersuchten Wehren zeigten sie den geringsten Besatz von Schlammteilen; sie sind nach dem Ausspruch des Schleusenmeisters „in diesem Jahre auffallend sauber“. Eine aus dem Ueberfallwehr (LIV, 1) gezogene Nadel hatte auf der Vorderseite viel junge Chironomuslarven, jedoch keine solche von Wassermotten; am Grunde derselben hielten sich viele Asseln und Egel auf, auf den Nebenseiten auch einige grössere rote Chironomuslarven, während die Rückseite fast kahl war und an einzelnen Stellen Belag von Schwefeleisen zeigte. Eine Nadel am

Schiffsdurchlass (LIV, 2) hatte im Gegensatz zu der ersteren oben auf der Vorderseite viel grünen Besatz (LIV, 2a), auf den Nebenseiten wenig Larven in Hüllen und Cocons von Egel, auf der Rückseite nur wenig Besatz. Mit der Dretsche (LIV, 3) wurden auf der linken Schleusenseite Schlammhäufungen von 30 cm Dicke konstatiert. Der Schlamm zeigte nur wenig Geruch, aber eine tiefschwarze Farbe; von ihm wurde eine Probe für die chemische Untersuchung genommen (LIV, 3a). Nach dem Absieben der Schlammmassen blieben viele Larven von *Chironomus plumosus* zurück, von *Tubifex* nur wenige; auch Egel und Muscheln (*Sphaerium*) waren nicht selten. Die Sichttiefe betrug oberhalb des Wehrs 67 cm. Von dem grünen Besatz an den Schleusenmauern wurde eine Probe für die mikroskopische Untersuchung entnommen. (LIV, 5).

In Rüsselheim, einer Ortschaft von ungefähr 4000 Einwohnern, münden am linken Ufer in einem offenen Zufluss Strassenabwässer in den Main, auch sollen Abwässer aus der Opelschen Fahrradfabrik mit hineingelangen; die aus einer Kokostepichfabrik abfallenden Wässer sollen fuhrweise zum Main gebracht werden. Am Vormittag des 10. September floss das Wasser in einer Breite von ungefähr 5 m stark rotbraun gefärbt in den Fluss; die Temperatur betrug 36 °, nachdem das Wasser schon in breitem Ueberlaufe durch die Luft abgekühlt war; die Reaktion war eine schwach alkalische. Die Steine des Ueberlaufs waren mit rotbraunen Flocken (LV, 1) bedeckt, die eine starke Eisenreaktion ergaben. Gleich unterhalb sowie in 5 m Entfernung (LV, 2 und 3) wurden mit der Dretsche nur Steine gehoben mit vereinzelt kleinen Muscheln. In 70 m Entfernung waren alle Steine mit einem schwarzen Ueberzug von Schwefeleisen bedeckt; viele Egel waren hier vorhanden (*Nepheles*, auch *Clepsine*) und viel *Dendrocoelum lacteum*, gleichfalls rote *Chironomus*larven und viele Asseln.

An der Schleuse Kostheim waren nur Wasserpflanzen (*Sagittaria* und *Lemna*) angetrieben, kein Schmutz. Der Wellenschaum zeigte hier keine grünliche Färbung mehr und war fast weiss, jedoch war das Mainwasser selbst noch deutlich braun gefärbt; ebenso machte sich der eigentümliche Geruch noch bemerkbar, wenn auch nicht in so starkem Masse wie bei Flörsheim. Der Besatz an der Nadel des Ueberfallwehrs (LVI, 1) war ein nur geringer, da nach Angabe vor 8 Tagen das Wehr gedichtet sei; bemerkenswert war aber der stellenweise bald braune, bald schwarze Besatz, welcher

viel Eisenhydroxyd und Schwefeleisen enthielt. Auch eine Nadel des Schiffsdurchlasses (LVI, 3) zeigte nur wenig Besatz, da auch hier mit Schilf durch einen Taucher gedichtet war; Eisenoxyd sowie Schwefeleisen fehlten hier gleichfalls nicht. Insektenlarven waren nicht viel vorhanden, mehr Egel, die sich in Röhren aufhielten. Am oberen Teil hafteten Algenbüschel, gleichfalls an den Mauern des Trommelwehrs. Die Sichttiefe betrug oberhalb des Wehrs 76, unterhalb desselben 58 cm; oberhalb (LVI, 4) sowie unterhalb (LVI, 5) wurden auch Proben für die Sauerstoffbestimmung entnommen. Unterhalb des Wehrs fand eine sehr starke Durchlüftung des Wassers statt, da bei dem flachen Wasser der Gischt bis zur halben Höhe des Wehrs emporgeschleudert wurde.

Schlamm (LVI, 7a, b, c, d) war hier garnicht vorhanden, weder am rechten Ufer, noch in der Mitte, noch am linken Ufer. Es wurden nur grosse Steine gehoben. Ebenso fehlte der Schlamm 200 m weiter oberhalb. Auch im November 1903 war an der Flörsheimer Schleuse kein Schlamm mehr gefunden worden.

Die Kostheimer Zellulosefabrik Akt. Ges. hat 5 Kocher in Betrieb mit einem Inhalte von 15,5, 30, 31,5, 33 und 35 cbm. Es werden pro Monat 200 Kochungen vorgenommen und 3000 cbm Holz verarbeitet, also 36000 cbm pro Jahr. Die nach Fertigstellung der Kochungen abgedrückte Lauge wird aufgefangen, durch frische Lauge ergänzt und wieder verwendet. Der Stoff wird hierauf mit Wasser ausgewaschen. Diese Waschwässer, die entstehenden Kondenswässer und die Wässer der Papiermaschinen fliessen gemeinsam ab.

Früher wurde die vom Separator kommende Zellulose direkt in den Sandfang geführt, sie geht aber jetzt durch 4 Aestefänger, welche die groben Holzteile ausscheiden sollen; diese werden an Pappfabriken verkauft. Die 4 Aestefänger sind erst seit 5 Jahren eingerichtet, vorher waren nur 2 solche vorhanden.

Der Gesamtwasserverbrauch innerhalb 24 Stunden beträgt  $12 \times 60 \times 24 = 17280$  cbm; von diesen werden etwa  $\frac{2}{3}$ , also ungefähr 11 bis 12000 cbm, wieder abgelassen.

Der Abwasserausfluss lag bei dem herrschenden niedrigen Wasserstande teils über Wasser, teils unter Wasser, während er sonst ganz unter der Wasseroberfläche ausmündet. Es konnte nur eine schwach saure Reaktion der Ablaugen (LVII, 1) konstatiert werden. Die Waschwässer fliessen etwas weiter oberhalb ab (LVII, 2); ihre Reaktion war eine nur ganz schwach saure. Vor den beiden

Ausflüssen, namentlich aber vor dem letzteren, wurden weissliche Flocken (LVII, 3) bemerkt. In den sogenannten Kostheimer Hafen (Sicherheitshafen) gelangt aus einem gusseisernen Rohr noch ein dritter Abfluss (LVII, 4) aus der Fabrik; nach Angabe des Baurats Bänisch sollen aus diesem nur Haushaltungswässer und das Kondenswasser einer Dampfmaschine abgeführt werden; jedoch hatte dieses Wasser einen deutlich wahrnehmbaren, wenn auch nur schwachen Geruch nach schwefliger Säure. Vor diesem Ausfluss im Hafen hatte sich tiefschwarzer Schlamm abgelagert; nach dem Absieben desselben blieben grössere Anhäufungen von schwarz gefärbten Holzstückchen, sogenannte Aeste, zurück. 25 m unterhalb (LVII, 5) zeigte der Schlamm eine mehr fettige Beschaffenheit, war tiefschwarz und stinkend; die Holzstücke befanden sich hier schon im Zersetzungsprozesse. Trotz der schlechten Beschaffenheit des Schlammes wurden nach dem Absieben rote Larven sowie einzelne Schnecken (*Paludina* und *Valvata*) und Muscheln (*Sphaerium* und eine *Unio*) in lebendem Zustande konstatiert. An der Ausmündung des Hafens in den Main, 100 m unterhalb des erwähnten Ausflusses, wurde immer noch schwarzer und stinkender Schlamm (LVII, 6) gedreht, auffälligerweise hier aber nur eine kleine Muschel gefunden. Weiter unterhalb folgte harter Boden.

10 m unterhalb des erst genannten Ausflusses wurden massenhaft Holzstücke gehoben, die mit weisslichen Körnchen (LVII, 7) bedeckt waren. Dieser ganze Holzabfall hatte einen ziemlich starken Geruch nach schwefliger Säure. 25 m weiter unterhalb fand sich solcher Abfall noch in gleich grosser Menge vor (LVII, 8), gleichfalls noch 50 m (LVII, 9), an welcher Stelle wieder eine Zersetzung des Holzes und Bildung von schwarzem Schlamm festgestellt wurde. 120 m unterhalb (LVII, 10) waren immer noch massenhaft Holzteile vorhanden. Bei 100 m (LVII, 11) dagegen nur noch Steine. Nach Angabe soll in der Fabrik zur Erzeugung der Lauge nur noch Stangenschwefel zur Verwendung kommen, während früher Schwefelkies benutzt wurde. Diese Kiesabbrände wurden zum Auffüllen des Fabrikgeländes am Main benutzt, gleichfalls als Füllmaterial für die Wege an den oberen Schleusen. Unterhalb der Kostheimer Strassenbrücke wurde für die chemische Analyse Mainwasser geschöpft (LVII, 12), gleichfalls für die Sauerstoffbestimmung (LVII, 14). Die Sichttiefe (LVII, 13) betrug hier 63 cm.

Vergleichsweise wurde der Rhein oberhalb und unterhalb des

Mainzuflusses befahren. 300 m oberhalb der oberen Eisenbahnbrücke betrug die Sichttiefe des Rheins 113 cm, die Temperatur des Wassers  $18,3^{\circ}$  (im Main kurz vorher  $18,2^{\circ}$ ) bei  $21,3^{\circ}$  Lufttemperatur. Oberhalb der Stadt Mainz trieb der Rhein mit Pilzen, und zwar in nicht unbedeutenden Mengen. Auf einer Strecke von 100 m wurde hier Plankton gefischt (LVIII, 1). Eine zweite Planktonprobe (LVIII, 4) wurde mit dem grossen Netze entnommen, und dabei, wie im Main bei Aschaffenburg, ein reicher mineralischer Detritus konstatiert, welcher, mit Salzsäure übergossen, starkes Aufbrausen zeigte. Unterhalb der Stadt Mainz wurde, dem Laufe des noch deutlich trüben Mainwassers folgend, der Rhein bis Biebrich befahren, und während der Fahrt auf einer Strecke von 250 m wieder Plankton (LIX, 1) gefischt; 1 km unterhalb der Mainmündung wurde auch eine Probe für die Sauerstoffbestimmung (LIX, 2) entnommen, sowie die Sichttiefe am rechten Ufer bestimmt; sie betrug hier 90 cm.

## II.

Die zweite dreitägige Befahrung wurde im wesentlichen zwecks bakteriologischer Untersuchungen unternommen; es wurden jedoch dabei nur die Stellen berücksichtigt, bei denen es nach den Resultaten der ersten Befahrung wünschenswert erschien, durch die genannten Forschungen noch besseren Aufschluss zu erhalten.

Mit diesen Untersuchungen wurde am 14. September an derselben Stelle begonnen, wie 16 Tage vorher, 1 km oberhalb der Stadt Aschaffenburg, und zuerst Plankton (A, 1) gefischt. Der Main trieb, genau so wie früher, mit viel mineralischem Detritus, ebenso waren die untergetauchten Steine des Ufers mit einer grauen Masse bedeckt, welche, mit Salzsäure übergossen, ein starkes Aufbrausen zeigte. Mit dem Abschlagapparat wurde in der Strommitte bei einer Wassertiefe von 1,20 m 6 cm unter der Oberfläche eine Probe (A, 2) für die bakteriologische Untersuchung entnommen. Die Temperatur des Wassers betrug  $11\frac{1}{2}$  Uhr vormittags  $17,7^{\circ}$ , bei einer Lufttemperatur von  $15,9^{\circ}$ .

Im Aschaffenburg Stadtgebiet, 200 m unterhalb des Ausflusses der städtischen Kanalisation, wurde bei 1,5 m Wassertiefe 8 cm unter der Oberfläche eine Probe für die bakteriologische Untersuchung entnommen (B, 1), und eine weitere 1 km unterhalb des Kocherlaugenausflusses der Aschaffenburg Zellulosefabrik (C, 2). 20 m unterhalb dieses Ausflusses war in  $\frac{1}{2}$  m Tiefe Wasser für die

chemische Analyse geschöpft worden (C, 1), für denselben Zweck auch 100 m unterhalb der Aschaffmündung (C, 3). Treibende Pilze wurden nicht bemerkt.

Um die Wasserverhältnisse über stinkendem Schlamm bakteriologisch zu untersuchen, wurde unterhalb der Stromknickung bei Bürgel am rechten Ufer, gegenüber der Offenbach-Bürgeler Grenze in 2 m Tiefe über der 20 cm dicken Schlammschicht mit dem Abschlagapparat eine Probe (D, 1) entnommen, gleichfalls eine 6 cm unter der Wasseroberfläche (D, 2), sowie etwas weiter unterhalb in  $2\frac{1}{4}$  m Tiefe über der hier 1 m dicken Schlammschicht (D, 3); ferner eine bakteriologische Probe im Gebiete der Stadt Offenbach, 200 m unterhalb des Schlosses, nahe dem linken Ufer, doch noch im Strome. Nachmittags  $5\frac{1}{2}$  Uhr war der Main rötlich braun gefärbt. Treibende Pilze wurden nicht bemerkt. Unterhalb des Ausflusses, in welchen mehrere Offenbacher Gerbereien, wie namentlich die Mayerschen Lederwerke, ihre Abwässer entlassen, war das Wasser am 14. September nachmittags sehr stark milchig getrübt. Diese Trübung machte sich in gleicher Stärke noch auf 100 m bemerkbar und verschwand dann allmählich im weiteren Strome.

Im Frankfurter Stadtgebiete wurde am 15. September am rechten Ufer oberhalb des Hafentors 6 cm unter der Wasseroberfläche eine bakteriologische Probe (F, 1) entnommen; gleichfalls eine 200 m unterhalb des Ausflusses der Frankfurter Kläranlage (G, 1), welche letztere bis nach Griesheim hin Gestank verbreitete; auf der Weiterfahrt bis dorthin wurde Plankton gefischt (G, 2), um Vergleiche mit der Menge des treibenden mineralischen Detritus anzustellen.

Um zu untersuchen, ob der Grundwasserstrom etwa durch schädliche Zuflüsse chemisch und bakteriologisch beeinflusst sei, wurde die Entnahme von entsprechenden Proben aus Schleusenbrunnen beschlossen.

Der Brunnen der Höchster Schleuse ist auf dem Hofe der Wohnung des Schleusenmeisters gelegen, ist aber von dem Main durch die kleine Schleusenkammer, also durch Mauer und Betonsole, getrennt. Eine Absenkung des Wasserstandes im Brunnen ist bei abgelassenem Stau vorhanden. Das nach sofortigem sowie nach 5 Minuten langem Pumpen entnommene Wasser erwies sich als völlig klar, farb- und geruchlos und war von gutem Geschmack. Eine Infektion der das Wasser für Trink- und Kochzwecke benutzenden Anwohner sowie der dasselbe benutzenden Schiffer ist

bisher nach dem Genuss desselben angeblich nicht beobachtet worden. Bei der Oeffnung des Brunnens und Untersuchung bei Laternenbeleuchtung wurde ein Zufluss zum ausgepumpten Wasser durch einen kleinen Mauerriss bemerkt, sodass von einer bakteriologischen Untersuchung des im übrigen klaren, farb- und geruchlosen Wassers Abstand genommen wurde.

Ebenso völlig klar, farblos und geruchlos zeigte sich das aus dem gegenüber der grossen Schleusenkammer von Okriftel gelegenen Brunnen gepumpte Wasser. Es war gleichfalls von gutem und erfrischendem Geschmack, ist auch stets von den Schiffen und Anwohnern benutzt, ohne nach Angabe je einen Anlass zu Klagen gegeben zu haben. Dieser Brunnen ist im Gegensatz zu dem ersteren gemauerten der Höchster Schleuse ein Abessinier. Von dem längere Zeit abgepumpten Wasser wurde eine Probe für die bakteriologische (L, 1) sowie eine für die chemische (L, 2) Untersuchung entnommen; eine weitere chemische zwecks Vergleichung mit dem braun-rötlich gefärbten Mainwasser (L, 4) aus der grossen Schleusenkammer in 7 m Entfernung von der Oberkante der mit Basaltsäulen abgeflasterten Böschung; der Boden bestand hier aus Sand und Kies, nicht etwa aus undurchlässiger Lette; auch für die bakteriologische Untersuchung wurde eine Probe Mainwasser zur Vergleichung entnommen (L, 3). Der Geruch des Wassers war hier überall, wie bei der ersten Befahrung, ein eigentümlicher, stark aromatischer, doch auch fäulnisartiger, wohl von beigemischtem, aus Reduktionsprozessen hervorgegangenem Schwefelwasserstoff herrührend.

Da es von Interesse war, zu erfahren, ob und inwieweit die Zuflüsse aus chemischen Fabriken und die durch sie veranlassten starken Reduktionsprozesse, welche bei der ersten Befahrung unterhalb der Griesheimer Ausflüsse konstatiert waren, auf die Bakterienwelt im Wasser einwirkten, wurde 70 m unterhalb des Ausflusses vom Betrieb Maintal, wo bei der ersten Befahrung freier Schwefelwasserstoff, ebenso wie jetzt, gefunden wurde, 6 cm unter der Wasseroberfläche eine Probe für die bakteriologische Untersuchung entnommen (H, 1); ferner Proben, um die Wirkung des vor der Höchster Schleuse (sowohl von den Griesheimer Werken, als auch von der Frankfurter Kläranlage) zugetriebenen Schlammes zu eruieren, und zwar erstens 90 cm unter der Oberfläche über der 1 m dicken Schlammsschicht, zweitens ebenda 6 cm unter der Oberfläche, und drittens 70 cm unterhalb des Wehrs 6 cm unter der Oberfläche (I, 1, 2 und 3).

Auch bei den Höchster Farbwerken, 5 m unterhalb des letzten Ausflusses, war in  $1\frac{1}{2}$  m Tiefe bei 2 m Wassertiefe eine bakteriologische Probe entnommen worden (K, 1), um die Einwirkung der abgelassenen Chemikalien auf die Bakterien zu prüfen; zu dem Zwecke wurde die Mischung der vom Boote aus entnommenen Probe mit der in der Kajüte des Dampfers „Adler“ verflüssigten Gelatine in möglichst kurzer Zeit vollzogen, und zwar in  $2\frac{1}{2}$  Minuten, um weitere Veränderungen in der Probe durch die Chemikalien möglichst zu vermeiden.

Unterhalb der Zellulosefabrik Okriftel, und zwar in einer Entfernung von 15 m unterhalb des Abwasserauslasses, wo auch diesmal, wie bei der ersten Befahrung, eine sehr starke Schwefelwasserstoffbildung, aus dem Schlamm hervorgehend, konstatiert wurde, kam eine Wasserprobe (M, 1) zur Gelatinekultur. Der in 8 m Entfernung vom Main auf dem Ufergelände gelegene grosse Brunnen, aus welchem die Zellulosefabrik ihr Gebrauchswasser entnimmt, wurde einer Besichtigung unterzogen zur Feststellung einer eventuellen Mischung des Mainwassers mit dem Grundwasser, und eine Probe des völlig klaren, farb- und geruchlosen Wassers für die chemische Analyse (M, 2) entnommen.

Oberhalb des Wehrs der Rauenheimer Schleuse gelangte wieder Wasser zur bakteriologischen Untersuchung (L, 1); gleichfalls oberhalb der Kostheimer Schleuse (O, 1) und 70 m unterhalb derselben (O, 2), in den 3 Fällen 6 cm unter der Oberfläche.

Auf dem Hof des an der Kostheimer Schleuse gelegenen Beamtenwohnhauses wurde wieder der dort gelegene Brunnen, welcher durch eine Mauer von der Schleuse getrennt war, einer Besichtigung unterzogen und ein nach seinen physikalischen Eigenschaften anscheinend ebenso gutes Trinkwasser (O, 3) gepumpt, wie aus den oberen Schleusenbrunnen. Das Mainwasser (O, 4) war in der benachbarten kleinen Schleusenkammer immer noch von brauner Färbung und von starkem Geruche, sowie auch stark schäumend.

Ebenso wie bei der ersten Befahrung wurde auch bei der zweiten zum Vergleiche mit dem Mainwasser das Wasser des Rheins untersucht, diesmal ausschliesslich bakteriologisch, und zwar an denselben Stellen, 1 km oberhalb (P, 1) und 1 km unterhalb des Mainzufflusses (P, 2).

## III.

Nach den beiden Mainbefahrungen besichtigte  
Farbwerke und Chemische Fabriken.

Auf besonderen Wunsch des Herrn Regierungspräsidenten von Wiesbaden wurde nach Abschluss der beiden Flussbefahrungen noch eine Reihe von Gerbereien, über deren Abflüsse Klagen erhoben waren, sowie die Kläranlagen von Farbwerken einer eingehenden Besichtigung unterzogen.

## I. Farbwerke.

1. Leopold Cassella & Co. G. m. b. H., Mainkur. Es werden in diesen Werken, in denen ungefähr 2300 Arbeiter beschäftigt sind, hauptsächlich Anilinfarbstoffe und organische Zwischenprodukte hergestellt. Ausgeschlossen bei der Fabrikation sollen sein andere chemische Produkte: die ganze vom Benzol ausgehende Industrie, gasförmiges Chlor, Säuren und Alkalien, sodass eine Verunreinigung mit stark riechenden organischen Verbindungen, wie solche im unteren Laufe des Mains von unserem Sachverständigen konstatiert waren, nicht statthat.

Die Menge des zu entfärbenden Abwassers wurde auf 8—900 bis zu 1000 cbm in 24 Stunden angegeben; doch ist das Quantum bei wechselndem Betriebe sehr verschieden. Die Menge des Gebrauchswassers beträgt 9000 bis 10000 cbm in 24 Stunden. Die Hauptmenge der Abwässer soll aus den unschädlichen Kühlwässern bestehen. Nachts wird nur in einigen Betrieben gearbeitet, so besonders in der grossen Eisfabrik, in welcher täglich bis 200000 kg Eis produziert werden, ausserdem noch 30000 kg als Kältelauge. Das Eis findet Verwendung für Kühlzwecke und für die Fabrikation der Azofarbstoffe.

Die Fuchsinfabrikation mittelst Arsens soll seit  $2\frac{1}{2}$  Jahren nicht mehr stattfinden, überhaupt soll kein Arsen im Betriebe zur Verwendung kommen. Von anderen giftigen Stoffen würden Zink und Kupfer in Betracht zu ziehen sein, welche Metalle jedoch aus den Rückständen wieder gewonnen werden; gleichfalls gehen die Chromrückstände in die Regeneratoren.

Es münden in den Main 2 Abwasserleitungen: ein Rohr für Kühl- und Tagewässer, in der Fabrik „Eiswasserstrang“ genannt, und ein zweites Rohr für die eigentlichen Abwässer; beide Leitungen sind bis in die Flutrinne geführt, ungefähr 35 m weit (100 Fuss nach der ersten Konzession). Ein dritter Strang, der gleichfalls hier

ausmündet, soll keine Benutzung mehr finden; er dient aber noch als Reservestrang. Die Mündungen sollen nahe beieinander liegen.

Da bei der ersten Befahrung Angaben über einen weiteren mehr oberhalb liegenden Ausfluss gemacht wurden, in welchen auch die Abwässer aus der Jungschen Litzenfabrik einmünden, wurde die Mündung desselben einer erneuerten Besichtigung unterzogen. Gegen 12 Uhr vormittags flossen hier weissliche Abwässer aus, denen dann dunkelbraun gefärbte in geringeren Mengen folgten. Die milchige Flüssigkeit zog sich ungefähr 30 m am Ufer entlang. Von den Inhabern der Werke, Geheimrat Dr. Gans und Dr. Weinberg, sowie vom Fabrikdirektor Dr. Hoffmann, wurde angegeben, dass in den „Graben“ eigentliche Abwässer nicht gelangten, sondern nur Tagewässer, ferner Regenwässer, welche überall verteilte Farbstoffreste von den vielen Höfen mit sich führen sollen. Diese Entwässerung soll aus dem Grunde von Vorteil sein, „weil durch dieselbe eine Schädigung des Grundwasserstroms durch Fabrikabfälle nicht stattfinden kann.“

Zur Aufnahme der eigentlichen Abwässer sind an verschiedenen Stellen der Fabrik wasserdicht zementierte Sammelbecken bzw. Entfärbungsbecken errichtet von einem Gesamtinhalt von  $3\frac{1}{2}$  Millionen Litern; die einzelnen Becken sind je nach dem Betriebe von verschiedenen Grössen; in dieselben fliessen die Abwässer erst dann, nachdem sie zwecks Klärung Filterpressen passiert haben; sie sollen aus diesen in völlig klarem Zustande ablaufen. In den Becken mischen sich die Abwässer, sowohl die sauren wie die alkalischen, namentlich die soda-alkalischen Azo-Abwässer, miteinander. Durch die Art der Zuleitungen ergibt sich dann ein Verhältnis derart, dass der schliessliche Inhalt der Becken nahezu neutral ist; sodann wird diese Mischung durch Zusatz von gesiebter Kalkmilch schwach alkalisch gestellt und nun durch Zugabe einer Eisenoxydulsalzlösung, die aus Eisen mit Abfallsäuren hergestellt ist, entfärbt, und zwar unter kräftigem Einblasen eines Luftstromes. Es gehen hierbei sehr verschiedene und komplexe Reaktionen vor sich; durch Rühren lässt sich die Entfärbung in gleich günstiger Weise nicht bewirken. Durch die Trennung der grossen Behälter in verschiedene Abteilungen mittelst Querbalken wird es ermöglicht, dass jeder einzelnen Abteilung nach Entfärbung und vor dem Entleeren nach Angabe eine Zeit von 8—10 Stunden zum Absetzen gelassen wird. Die Führung eines Kontrollbuches zur Feststellung und Eintragung der Reaktionen

wurde in der Konzessionsurkunde nicht verlangt. Nach Angabe wird jedoch in jedem Betriebe seitens des betreffenden Chemikers eine sorgfältige Kontrolle über die Reaktion der Abwässer geführt; auch wird dafür Sorge getragen, dass die Chemiker bzw. die vertretenden Oberarbeiter sich durch Eintauchen von Fliesspapier überzeugen, dass die erreichbare Entfärbung in Wirklichkeit stattgefunden hat. Die Abläufe sämtlicher Entfärbungsbecken bzw. Sammelbecken stehen unter Verschluss. Es ist Vorsorge getroffen, dass das Öffnen derselben erst nach Gutheissung des betreffenden Betriebsingenieurs stattfindet. Die Reinigung der Becken geschieht je nach Bedarf „alle paar Monate“; der Eisenschlamm wird zum Trocknen in Gruben an der Luft ausgebreitet; zur Eisengewinnung im Hochofenbetrieb sind die Rückstände nicht geeignet; dagegen werden die bei Darstellung der Amidosäuren (Naphtylaminsulfosäure, Amidonaphtol usw.) abfallenden Eisenrückstände (Eisenoxyduloxyd) dem Hochofenbetrieb zugeführt. Bei der ersten Befahrung am 1. September wurden solche Rückstände in grossen Mengen am Mainufer lagernd konstatiert.

Nach der Genehmigungsurkunde vom 28. Oktober 1876 sollen die Abwässer nur zwischen 10 und 3 Uhr nachts während des Sommers, im Winter dagegen von 8 Uhr abends bis 5 Uhr morgens abfliessen. Nach Angabe wird der Abfluss im allgemeinen nach Sonnenuntergang bewirkt. Sonn- und Feiertags werden keine Abwässer abgelassen.

Diese Angaben decken sich mit Angaben der Frankfurter Badeanstaltsbesitzer, welche unserem Sachverständigen gemacht wurden, nach welchen der Strom in Frankfurt am Montag sowie nach Festtagen keine Färbung aufweisen soll.

Es wäre noch zu erwähnen, dass die Unmassen von Gipsabfällen, welche in den Filterpressen nach der Darstellung von Naphtolsulfosäure zurückbleiben, zum Mainufer abgefahren werden, wo sie zur Erhöhung desselben und zur Wegeaufschüttung dienen. Auch ein Teil des Fabrikgeländes soll aus diesen Aufschüttungen bestehen.

2. Die Anilin- und Anilinfarbenfabrik von K. Oehler in Offenbach a. Main beschäftigt ungefähr 500 Arbeiter. Nach Angabe des Prokuristen Dr. jur. Born beträgt die Abwassermenge täglich im Mittel 5200 cbm. Hierin sind weniger als 100 cbm saure, geringe Mengen Schwefelsäure enthaltende Abwässer mit eingerechnet, welche jedoch in zwei besonderen Bleileitungen von ungefähr 8 cm

lichem Durchmesser dem Main zugeführt werden. Diese Leitungen liegen seitlich im Hauptabwasserkanal und reichen etwa 12 m weit in den Main hinein. Proben liessen sich von diesen sauren Abwässern nicht entnehmen, da die Rohrleitungen keine Kontrollöffnungen besitzen.

Ueber die Abwassermengen der verschiedenen Betriebe erhielt unser Sachverständiger im einzelnen keine genauen Angaben, angeblich weil dieselben sehr differieren. Sonntags entstehen keine Abwässer, namentlich auch keine farbigen und sauren Abwässer, da der Betrieb fast gänzlich ruht. Die Firma K. Oehler hat ausserhalb der Fabrik am Main mehrere Kontrollschächte. Kläranlagen sind garnicht vorhanden; dagegen besitzt jede Betriebsabteilung Sammelgruben, in welchen die farbigen Abwässer tagsüber gesammelt und neutralisiert werden. Für die Neutralität der hier auslaufenden Abwässer ist der betreffende Abteilungschemiker verantwortlich. Seitens der Firma werden zu bestimmten Zeiten des Tages Abwasserproben entnommen, deren Untersuchungsergebnisse in einem besonderen Buch verzeichnet werden. Von den zur Zeit der Besichtigung abfliessenden Wässern, welche gelb gefärbt waren und eine völlig neutrale Reaktion zeigten, wurde eine Probe entnommen. Nachts in der Zeit von 9—4 $\frac{1}{2}$  Uhr werden die mehr gefärbten Abwässer, der bestehenden Konzession entsprechend, dem Main zugeführt, nachdem auch hier eine Neutralisation mit Kalk stattgefunden hat, während die farblosen oder nur schwach gefärbten Spül- und Kondenswässer im gleichen Hauptkanal beständig dem Main zulaufen. Nachträglich wurde am 2. November abends  $\frac{1}{2}$  10 Uhr durch Gewerbeinspektor Engeln noch eine Probe des stärker gefärbten Abwassers entnommen und zwecks chemischer Analyse an die Königliche Prüfungsanstalt eingesandt. Es sei noch bemerkt, dass die 5200 cbm täglich betragenden Abwässer sich etwa zu  $\frac{5}{7}$  auf die Tageszeit und zu  $\frac{2}{7}$  auf die Nachtzeit verteilen.

3. Die „Chemische Fabrik Griesheim-Elektron“ besteht aus der „Säurefabrik“, der „Anilinfabrik“ und dem Abteil „Elektron“. Ein weiterer Betrieb der Fabrik, „Abteil Maintal“, liegt, durch das Chemikalienwerk Griesheim örtlich getrennt, unterhalb am Main. Die Menge der Abwässer in den drei ersteren Betrieben beträgt 500—1000 cbm pro Stunde, 400 cbm allein in der Anilinfabrik, im Abteil Maintal 60—100 cbm pro Stunde; letztere Angabe wurde durch den Direktor Eickemeyer gemacht. Eigentliche Abwässer sollen in allen diesen Betrieben nicht resultieren, sondern nur Spül-

wässer. Das meiste abfliessende Wasser soll aus Kühlwasser bestehen; deshalb sind in allen Betrieben der genannten Werke auch keine Kläranlagen vorhanden. Bei der Darstellung des Nitrobenzols sollen gar keine Wässer abfallen; jedoch bei der Reduktion des Nitrobenzols mit Eisen und Salzsäure sammeln sich grosse Mengen von Eisenschlamm an, welcher aus Eisenoxyduloxyd besteht und in einer Reihe von Gruben zur Trocknung gebracht wird, um dann zur Abfuhr zu gelangen für die weitere Verarbeitung in Niederrheinischen Hochöfen. Auf dem Fabrikgelände befindet sich ein Schacht, aus welchem das sich ansammelnde Wasser, welches zum grössten Teil aus der Anilinfabrik kommt, mittels einer Pumpe zur Entnahme einer Durchschnittsprobe direkt ins Laboratorium gehoben wird, um hier geprüft zu werden. Alle Resultate werden in ein Kontrollbuch eingetragen, in welches unser Sachverständiger Einsicht nahm: es wurde meist nur eine gelbe Farbe, zuweilen auch eine grünliche (Dinitrophenol usw.) konstatiert und stets eine schwach alkalische Reaktion, durchschnittlich 0,1 bis 0,15 Alkali pro 1 Liter, erhalten. Die Abwässer aus der Säurefabrik fliessen seitlich in denselben Schacht. Aus diesem Kontrollschacht drang beim Oeffnen ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff. Da die Reaktion des in demselben fliessenden Wassers zur Zeit neutral war, auch schon bei der ersten Befahrung des Mains eine Probe entnommen war, wurde vom Schöpfen einer Probe zur weiteren Prüfung abgesehen.

Im unterhalb gelegenen Betrieb Maintal werden hauptsächlich organische Chlorierungen vorgenommen. Täglich werden 5000 kg gasförmiges Chlor verwendet, welches im Betrieb Elektron dargestellt, durch eine Rohrleitung zugeführt und hier verarbeitet wird; das Chlor wird durch Elektrolyse aus Chlorkalium gewonnen. Zur Darstellung gelangt sehr viel Tetrachlorkohlenstoff, in letzter Zeit als vorzügliches, nicht brennbares Entfettungsmittel als Ersatz für Benzin angewandt. Auch Benzoësäure wird fabriziert; der hierbei mit-entstehende, teilweise chlorierte Benzylalkohol, welcher wohl mit ins Abwasser geht, mag vielleicht dem Mainwasser den eigentümlichen hyazinthenartigen Geruch verleihen, wie er bei den beiden Mainbefahrungen unterhalb Griesheim und auch unterhalb Höchst, wo dieses Produkt in gleicher Weise abfällt, bemerkt wurde. Dieser Geruch ist jedoch im Mainwasser durch Schwefelverbindungen und Schwefelwasserstoff in nicht angenehmer Weise modifiziert. Unser Sachverständiger konnte wenigstens für diesen typischen, an der

Kostheimer Schleuse noch immer wahrnehmbaren Geruch keine andere Erklärung finden. Aus dem Revisionssechacht in Maintal wurde Abwasser geschöpft, welches zwar farblos war, aber eine deutlich saure Reaktion zeigte; deshalb wurde für die chemische Untersuchung eine grössere Flasche (No. 918) gefüllt.

Da unser Sachverständiger bei der ersten Befahrung des Mains vor der Austrittsöffnung des Kanals eine starke Ablagerung von weissen Rückständen konstatiert hatte, welche sich schon einige Meter weiter unterhalb in Schwefelalkali bzw. Schwefelmetalle und freien Schwefelwasserstoff umgesetzt hatten, wurden die Direktoren um Aeusserung über diese Substanzen ersucht. Da die Herkunft derselben vom Werke Maintal in Zweifel gezogen wurde, mussten oberhalb wie unterhalb verschiedene Schlammproben zur Feststellung der Verunreinigung durch Schwefelwasserstoff entnommen und der Fabrikleitung vorgezeigt werden, aus welchen sich streckenweise die Umwandlung der vor dem Ausflusse abgelagerten Gipsabfälle in Sulfide und freien Schwefelwasserstoff sinnfällig deutlich ergab.

4. Die Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning, Höchst a. M. wurden gleichfalls einer Besichtigung unterzogen, wenigstens soweit die Kläranlagen in Betracht kamen. Die Werke zerfallen in 3 Abteilungen: „Säurefabrik“, „Farbenfabrik“ und „CH-fabrik“; in der letzteren wurden hauptsächlich pharmazeutische Präparate hergestellt.

Infolge des grossen täglichen Wasserverbrauchs, ungefähr 55 000 cbm in 24 Stunden, gelangen die durch 2 Hauptkanäle abfliessenden Fabrikabwässer in sehr verdünntem Zustande in den Main. Beide Abflüsse, der östliche wie der westliche, haben Kontrollschächte, aus welchen nach Angabe täglich Proben entnommen und in dem analytischen Laboratorium der Werke untersucht werden; über die Ergebnisse wird laufend Buch geführt, und sind nach Bericht des Fabrikdirektors Dr. Hauser folgende Durchschnittswerte erhalten:

Der erlaubte Maximalgehalt an freier Säure wurde von 5,0 g  $H_2SO_4$  pro Liter auf 3,0 g herabgesetzt, und es wurde dieser Satz im Zeitraum von 4 Jahren und 7 Monaten (20. II. 1900 bis 19. IX. 1904) achtmal überschritten, und zwar mit 3,1 — 3,1 — 5,1 — 3,2 — 3,7 — 4,0 — 5,6 und 6,7 g pro Liter.

Freies Alkali, das bis 1,0 g NaOH im Liter gestattet ist, fand sich in dem ganzen Zeitraume nur fünfmal, und zwar unter der Grenze mit 0,14 — 0,64 und 0,8 g NaOH im Liter. Der erlaubte

Maximalgehalt an Trocken-Rückstand (10 g pro Liter) wurde nur zweimal mit 10,2 und 11,0 g überschritten.

Im Durchschnitt des Zeitraumes von 4 Jahren und 7 Monaten betrug der Säuregehalt des östlichen Auslaufes (Farbfabrik) 0,62 g  $H_2SO_4$  im Liter, der Trocken-Rückstand 4,5 g. Der westliche Auslauf ergab in derselben Zeit 0,71 g  $H_2SO_4$  und 4,25 g Rückstand.

Für die chemische Untersuchung wurde aus dem östlichen Kontrollschacht eine Probe entnommen (No. 919). Dieselbe, aus der Farben- und Alizarinfabrik stammend, war rotbraun gefärbt und etwas trübe. Die Probe aus dem westlichen Abfluss (No. 920), also aus der Säurefabrik, wurde, wie es auch seitens der Fabrik für die Untersuchung geschieht, mittels einer Saugvorrichtung entnommen; sie zeigte zur Zeit der Entnahme einen grünlichen Farbenton und war ebenfalls von etwas trüber Beschaffenheit.

Der von unserem Sachverständigen bei der ersten Befahrung ermittelte dritte (einschliesslich des sogenannten Badewasserauslaufes der vierte) Abfluss ist am meisten westlich, also stromabwärts gelegen; es wurden damals, am 8. September, unterhalb des Ausflusses viel Küchenabfälle gefunden, wie Gemüsereste, Bohnen usw. Nach jetzt gemachten Angaben sollen in diesen Ablauf auch alle Hauswässer der Beamten- und Arbeiterwohnungen, welche an der westlichen Seite des Werkes gelegen sind, gelangen; da Fabrikabwässer ausgeschlossen sein sollen, ist auf die Einzeichnung dieses Kanals in dem unserem Sachverständigen durch den Regierungs- und Gewerberat Dr. Leymann vorgelegten Plan seitens der Höchster Firma verzichtet. Da der am 8. September am Ausflusse befindliche Schlamm auch fäkalartig roch und Papierfetzen sich vorfanden, wurde die Frage gestellt, ob Fäkalstoffe mit abgeführt wurden; dieselbe wurde verneint; die Fäkalstoffe sollen in Gruben geleitet und aus diesen zur Abfuhr gebracht werden.

Hinter jeder Betriebsabteilung befindet sich, wo es der Fabrikleitung erforderlich erscheint, eine Abwasserreinigungsanlage; der betreffende Betriebsleiter ist für die gewissenhafte Handhabung derselben verantwortlich. Die Reinigungsmethoden richten sich nach den Eigenschaften der verschiedenen Farbbrühen. In der Farbfabrik werden durch Fällung mit Kalk und nachfolgende Trennung des Farblackes und Gipses durch Filtration mit Pressen oder Absetzen und einfaches Filtrieren mit je einer besonderen Reinigungsanlage folgende Farbbrühen entfärbt und geklärt: Fuchsin (100 cbm pro Tag);

Blau und Echtblau; Violett (15 cbm pro Tag); Grün (5 cbm pro Tag); Safranin; Vesuvin; ebenso werden die aus Ketonen stammenden Abwässer behandelt. Bei den Abwässern der Methylenblaufabrikation wird zur Fällung und Wiedergewinnung des Zinks zuerst mit kohlen-saurem Kalk und nach der Trennung mit Kalkmilch gefällt.

Bei Eosin und Rhodamin (Abwässer zusammen 100 bis 150 cbm pro Tag) wird je nach der vorhandenen Reaktion mit Kalkmilch oder Salzsäure neutralisiert und von dem gebildeten Lack und Gips abfiltriert.

Für die Reinigung der Wollschwarzabwässer ist eine grosse Anlage erbaut, in der sich auch die oben erwähnte Safraninkalkreinigung befindet. Diese Abwässer werden unter Rührung mit Abfallschwefelsäure fast neutralisiert, zur besseren Koagulierung des ausfallenden Farbstoffes mit etwas Abfallgips versetzt und dann durch grosse Pressen abfiltriert.

Reduktionen der Farbbrühen mit Zinkstaub in schwach saurer Lösung, Ausfällen des Zinks mit Kalkmilch und Abpressen des entstehenden Niederschlages wird in folgenden Betrieben mit besonderer Reinigungsanlage ausgeführt:

Ponceaus und verwandte Azofarbstoffe (Naphtolfarben A);  
 " " " " ( " B);  
 Chromotrope.

In der Alizarin-fabrik werden die Abwässer von Alizarinblau, Alizarinbraun und Alizarinorange in drei Gruben von je 40 cbm Inhalt durch Absetzen geklärt; ausser diesen Gruben existieren im Gebiete der Farbwerke keine weiteren Sedimentierbecken; nur für die Aufnahme von Kalk und Gips sind noch kleine Gruben vorhanden.

Arsen soll nach Angabe des Herrn Dr. Hauser in den Höchster Farbwerken nicht zur Verwendung kommen.

Folgende genauere Angaben wurden unserem Sachverständigen auf dessen Ersuchen nachträglich brieflich durch den Direktor Dr. Hauser gemacht:

„Von den Betrieben der Aktiengesellschaft Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. münden die Abwässer:

in den östlichen Kanalauslass (Farben- und Alizarinfabrik)	in den westlichen Kanalauslass (Säurefabrik)
<p>Anilinfabrikation,  Nitrotrennung,  Naphthylamin,  Benzolreinigung,  Benzol-Rektifikation,  Anilinsalz,  Fuchsin-Nitrobenzylanilin,  Fuchsinbetrieb,  Rosanilin,  Neufuchsin,  Laboratorium,  Blau I,  Echtblau,  Methylenblau,  Amidonaphtolsulfosäure,  Alter Bombenraum (Cumidinfabrikation.  Naphthylaminsulfosäure, Phenyl und  Naphthylamin),  Benzidin- und Naphtionat-Betrieb,  Dianilfarben,  Metanilgelb,  Alizarin gelb,  Naphtolfarben, A,  Azobetrieb (Dianilschwarz, Paraphenyl-  diamin, Wollbraun),  Naphtolfarben,  Blauschwarz, Chromotrop und Viktoria-  Violett,  Naphthalin-, Naphthylamin-, Amidonaphtol-,  Dioxynaphthalin-Sulfosäure und Auro-  phenin,  Reinsalz,  Alizarin. Wollfarben und Orange (Ali-  zarin-Orange, Anthrachryson, Dioxy-  benzoesäure, Säurealizarinblau B. B.,  Säurealizarinblau G. R., Säurealizarin-  grün G.),  Chloranthracen, Sulfat-Abscheidung,  Anthrachinon-Sulfosäure und Alizarin,  Alizarinpäteraum, Alizarinfällraum,  Benzaldehyd und Benzoesäure,  Weldon,  Keton,  Binitro,  Alizarinblau, Alizarinbraun, Alizarin-  sulfosäure, Alizarin granat, Alizarin-  grün, Alizarin gelb, Dinitroanthrachin-  on und Chrombeizen,  Anthrachinonreinigung,  Anthracenreinigung,  Amidophenolsulfosäure,  Indigo A.,  Zentrallaboratorium,</p>	<p>Salpetersäure,  Schwefelsäure-Konzentration,  Sulfat,  Aetznatron,  Schwefelsäurekammern,  Naphtol,  Resorcin,  Schwefelsäureanhydrid,  Nitrobenzol,  Neuleum,  Aetznatron und festes Chlorealcium,  Laboratorium,  Analytisches Laboratorium,  Versuchs-Laboratorium,  Färberei,  Antipyrin, Pyrazol,  Dermatol-Laktophenin und Azarin,  Vesuvium, Alummol, Chrysoidin,  Azophorfarben, Säurealizingrau,  Benzosol, Benzonaphtol, Migränin,  Tussol,  Essigsäure, essigsäures Natron,  Amidodiphenylamin,  Pyrazol,  Essigäther, Ester, Dermatol,  Pyramidon, Orthoform, Lysidin,  Coffein, Oxycampher, Tumenol,  Sanoform, Nitrophenetidin (Blaurot),  Kasein, Argonin, Carniferin.</p>

in den östlichen Kanalauslass (Farben- und Alizarinfabrik)	in den westlichen Kanalauslass (Säurefabrik)
Brommethyl, Jodmethyl und Amido- antipyrin, Patentblau, Laboratorium, Indigo M., Alkali-Regeneration, Grüne Farbstoffe, Nitrobenzaldehyd, Methyl-Violett, Indigo G., Nitrosfarben, Wollschwarz, Glycin, Aethylblau, Safranin, Eosin und Coerulein, Rhodamin, Amidoazofarben, Paranitra- nilin.	

#### IV. Gerbereien.

##### A. In Offenbach.

Die Gerbereien, wie überhaupt die Fabrikanlagen in Offenbach, enthalten nach Vorschrift der hessischen Behörden (Kreisausschuss) aus Mangel an Platz keine frei und offen liegenden Kläranlagen. Dieselben befinden sich zum grössten Teil unter dem Pflaster des Fabrikhofes und sind nur zum geringen Teil durch Oeffnungen von oben her zu überblicken; deshalb kann eine genaue Beschreibung der Klärvorrichtungen im nachfolgenden nicht gegeben werden.

Die Besichtigung der Kläranlagen der Offenbacher Betriebe durch unseren Sachverständigen war durch besondere Erlaubnis des grossherzoglich hessischen Ministeriums des Innern in Darmstadt, Abteilung für Landwirtschaft, Handel und Gewerbe, laut Schreibens vom 16. September an den grossherzoglichen Gewerbeinspektor Engel in Offenbach genehmigt, welcher letztere sich an der Besichtigung der Anlagen beteiligte. Für die Verunreinigung des Mains kommen in Betracht:

1. Die Lederfabrik von J. Mayer & Sohn in Offenbach. Dieselbe beschäftigt ungefähr 150 Arbeiter und verarbeitet in der Woche 45 000 Felle in einem schon 30 Jahre bestehenden Betriebe. Stündlich entnimmt sie aus dem Main 150 cbm Gebrauchswasser während einer 10stündigen Arbeitszeit. Nach Angabe des Betriebsleiters Treusch werden pro Stunde ungefähr 100 cbm Abwasser abgelassen.

Zur Verarbeitung kommen lediglich orientalische Ziegenfelle (weiss- und schwarzhaarige). Die Enthaarung wird durch Weisskalk bewirkt,

teilweise auch durch Schwefelarsen (Realgar). Die Gerbmethode ist ausschliesslich eine mineralische, d. h. eine Chromsäuregerbung. Die Chromsäure wird durch Mischen von chromsaurem Kali und Salzsäure derart dargestellt, dass eine direkte Imprägnierung der Felle stattfindet. Die Reduktion findet gleichfalls mit unterschwefligsaurem Natron und Salzsäure an Ort und Stelle statt, so dass das gebildete Chromoxyd sich mit den Fellen eng verbindet. Die verschiedenen Abwässer, sowohl aus der Gerberei, aus der Wäsche, als auch Spül- und Kondenswässer, gelangen in eine unter dem Pflaster des Fabrikhofes gelegene Klärgrube; ein Teil der Haare gelangt mit hinein, denn die bei der Haarwäsche abfallenden Haarwülste werden durch einfaches Auflesen in dem Waschraum selbst beseitigt. Nach Angaben besteht die Kläranlage aus vier Absitzbecken mit Ueberlauf, aus welchen der Schlamm alle 2—4 Monate entfernt wird unter Benutzung einer Winde mit Schöpfeimern; er wird in besonderen, für diesen Zweck hergestellten Schlammwagen abgefahren, austrocknen gelassen und schliesslich als Dünger verwertet. Am Ende der Kläranlage sind vier Koksfilter eingeschaltet von je 75,75 cm Grundfläche, um gröbere Teile zurückzuhalten. Diese Filter sind in eisernen Körben disponiert und letztere zum Auswechseln mit Bügeln versehen, so dass zwischen den einzelnen Körben immer noch Abfälle, namentlich Haare hindurchgehen können. Von dem in diesen Koks Körben stehenden Wasser wurde eine Probe durch Hinunterlassen einer Flasche zwecks chemischer Untersuchung entnommen (Probe I, Offenbach). Das Abwasser fliesst schliesslich durch eine eigene Leitung ab in den grossen städtischen Längskanal, in welchen ausser städtischen und den genannten Gerberei-abwässern auch noch die von zwei anderen Gerbereien gelangen, ferner bei Hochwasser, wenn die Oehlersche Kanalisation unter Wasser steht, auch noch die Abwässer aus den Oehlerschen Farbwerken.

2. Die Hutstofffabrik von Bloch & Hirsch (Hasenhaar-schneiderei) in Offenbach. Sie entlässt nach Angabe des Mitinhabers der Firma Bloch während des Sommers zum grössten Teile nur Kondens- und Spülwässer, da zu dieser Jahreszeit die Hasenfelle in dem bei Kelsterbach liegenden Betriebe direkt im Main gewaschen werden. Im Winter werden pro Tag (zuweilen auch nur alle drei Tage) ungefähr 800 Felle in der Offenbacher Fabrik gewaschen. Es resultiert dabei Blutwasser, angeblich nur auf die Dauer von 5 bis 10 Minuten. Auch wird dieses bei den wenigen Kubikmeter Abwasser durch grosse Mengen Mainwasser so schnell verdünnt, dass eine schäd-

liche Wirkung für den Main nicht zu befürchten sein soll. Die mitgeführten Haare werden durch eine Siphonvorrichtung aufgefangen. Eine weitere Kläranlage existiert nicht.

Im ganzen sollen in der Fabrik täglich 40 000 Felle zur Verarbeitung kommen, einschliesslich Kaninchenfelle, die nicht gewaschen, sondern trocken gereinigt werden. Von den Hasenfellen gelangen überhaupt nur die blutigen in die Wäsche. Der Abfluss der Abwässer geht, gleichfalls wie der der Mayerschen, in den grossen städtischen „Längskanal“. Da zur Zeit kein Abwasser abfloss, konnte auch keine Probeentnahme bewirkt werden.

3. Lederfabrik von J. Feistmann & Söhne in Offenbach. Dieselbe beschäftigt ungefähr 150 Arbeiter, entnimmt täglich dem Main 400—500 cbm Wasser und entlässt als Fabrikationsabwasser ungefähr die Hälfte, der andere Teil wird zum Einweichen der Felle benutzt. Er soll nur wenig Blut und etwas als Konservierungsmittel der Felle benutztes Kochsalz enthalten. Letztere Abwässer fliessen ohne Klärung in den städtischen „Querkanal“ ab, welcher in den erwähnten „Längskanal“ einmündet, während die Gerbereiabwässer eine Klärvorrichtung durchlaufen, die unter dem Pflaster des Hofes angebracht ist und nicht genau besichtigt werden konnte. Es bestehen nur Absitzbecken mit Ueberlauf, 2 Systeme mit 4 Becken und ein eisernes Sieb als Haarfang, sowie ein Siphon. Alle 4 Monate werden die Becken gereinigt. Der Siphon wird jeden Sonnabend, weil er sonst durch die vielen in ihn gelangenden Haare verstopft werden würde, ausgenommen.

Die Gerbmethode ist dieselbe, wie bei J. Mayer & Söhne, eine Chromgerbung; die Enthaarung der Felle wird durch Kalk, aber auch durch Schwefelarsen (Realgar) bewirkt. Die Entnahme einer Probe für die chemische Untersuchung wurde aus dem vorletzten Schacht, nachdem das Abwasser schon den Siphon passiert hatte, bewerkstelligt (No. 897).

In dem Feistmannschen Betriebe werden zum grössten Teile mit Kochsalz konservierte und lufttrockene europäische Felle verarbeitet; mit Naphtalin behandelte kommen nur zum kleinen Teil zur Verwendung.

4. Lederwerke vorm. Ph. Jac. Spicharz A. G. in Offenbach. Dieselbe beschäftigt ungefähr 180 Leute. Sie entlässt zirka 120 cbm Abwasser während eines Zeitraumes von 10 Stunden Tagesarbeit. In diesem Betriebe ist die Gerbmethode keine mineralische

mit Chromsäure, sondern eine vegetabilische (Gerbsäure mit Gerbextrakten verschiedener Art, wie Eichenrinde, Kastanien, Sumach u. s. w.). Es werden nur schwere deutsche Rindhäute verarbeitet. Auch hier ist die Kläranlage unterirdisch angelegt und besteht nach Angabe des Direktors Götz aus 2 Systemen mit 4 Becken; das Abwasser passiert auch hier Koksfilter und zwar eisenemaillierte Behälter. Vor kurzer Zeit hatte eine Reinigung dieser Absatzbecken stattgefunden; es war der gehobene Schlamm auf einen grossen Haufen gebrauchter Lohe gebracht worden, von wo er nach dem Durchsickern für Dungzwecke abgefahren werden sollte.

Hinter den Koksbehältern wurde durch Einsteigen eines Arbeiters für die chemische Untersuchung eine Probe entnommen, welche eine stark alkalische Reaktion zeigte (No. 898).

5. „Union Lederwerke“ vorm. W. H. Philippi in Bürgel. Hier werden hauptsächlich Treibriemen und Sohlleder aus deutschen Rindhäuten verarbeitet. Die Gerbmethode ist eine vegetabilische (Gerbsäuregerbung) mit Dividivi, Mirobalanen, Fichten-, Eichenrinde u. s. w. Zur Enthaarung kommt nach Angabe des Inhabers Philippi lediglich Weisskalk mit etwas Schwefelnatrium zur Verwendung, niemals Schwefelarsen, da letzteres nur für die chromgare Oberlederfabrikation gebraucht werden soll. In diesem Betriebe ist die Kläranlage freiliegend und befindet sich seitlich der Fabrik. Sie ist jedoch entsprechend der Konzession überwölbt und mit Einsteigeschächten versehen. In derselben sollen zweimal je 5 Absatzbecken mit Ueberlauf vorhanden sein. Die letzte Klärung wird bewirkt in einer mit Koksfiltern versehenen Kammer. Das aus der Kläranlage fliessende Wasser, von welchem eine Probe (No. 900, mit stark alkalischer Reaktion) entnommen wurde, fliesst etwa 50 m vom Main entfernt in ein grösseres Staubecken, damit das hier aufgestaute Wasser für eine Ausspülung des Zementrohrkanals benutzt werden kann.

## B.

Die zur Gemeinde Unterliederbach bei Höchst a. Main gehörige Lederfabrik von Graubner & Scholl verarbeitet Kalb-, Ziegen- und Schaffelle, im ganzen ungefähr 1000 Felle pro Tag (nach früheren der Anstalt gemachten Angaben pro Tag ca. 1000 Kalbfelle und ca. 1000 Ziegen- und Schaffelle). Sie beschäftigt 250 bis 300 Arbeiter. An Abwässern resultieren 6—700 cbm pro Tag. Diese setzen sich zusammen aus den Einweichwässern, den eigentlichen Gerbereiwässern

und den Farbwässern. Die Gerbmethode ist eine mineralische, d. h. es werden die Felle mit Chromverbindungen in gleicher Weise behandelt, wie schon bei den Offenbacher Fabriken beschrieben wurde (Zweibadverfahren). Nur Schaffelle, die bereits vorgegerbt sind, werden in Walkfässern mit Sumach nachbehandelt. An Farben werden hauptsächlich Phosphine verwendet, auch Fuchsinreste, sogenanntes Leder-gelb, Eisenbeizen, Blauholz; doch auch noch andere Farbstoffe kommen zur Verwendung. Die Farbwässer sowie die Gerbwässer fließen in einen Sammelschacht, in welchem Roste angebracht sind, welche die gröberen Teile, namentlich Haare, zurückhalten sollen. Aus den Aeschern fließen die Wasser nur alle 6 Wochen ab; jedoch gehen die noch stark alkalischen Waschwässer und Weichwässer, von denen die ersteren kalkhaltig, die letzteren ammoniakalisch sind, auch in den Sammelschacht. In diesem treten also sämtliche Abwässer zusammen, werden mittels einer Pumpe auf ein Reisigfilter gehoben, wo sie über 3 Terrassen fließen und dann in ein System von Sedimentierbecken gelangen. Es sei noch bemerkt, dass als Beize Hundekot zur Anwendung gelangt, welcher jedoch wertvoll genug ist, um nicht grössere Mengen desselben in das Abwasser gelangen zu lassen. Zum Enthaaren dient hauptsächlich Kalk; es soll aber auch Schwefelarsen (als Realgar) zur Verwendung kommen.

Für die weitere Reinigung der Abwässer, nachdem sie durch den Rost, durch Passieren der 3 Terrassen und der Klärbecken von den meisten Sinkstoffen befreit sind, ist von der „Allgemeinen Städtereinigungsgesellschaft“ in Wiesbaden eine sogenannte biologische Anlage errichtet. Nach Angabe des Gewerbeinspektors Dr. Mansfeld ist dieselbe jedoch nicht in der ursprünglich projektierten Grösse und mit der projektierten Vorreinigung zur Ausführung gekommen; sie ist aber seit kurzer Zeit durch einen Anbau zwecks besserer Klärung erweitert, in welchen jetzt das Abwasser aus den Sedimentierbecken durch eine Rinne, welche die Verbindung der Becken und der Oxydationskörper untereinander vermittelt, und die über den Liederbach hinwegführt, geleitet wird. Diese ganze Anlage, welche als eine „biologische“ bezeichnet wird, ist mit Koks gefüllt, welcher von der Städtereinigungs-Gesellschaft in Wiesbaden s. Zt. geliefert wurde. Die Koks-schicht hat eine Tiefe von  $2\frac{1}{2}$  m und besteht in den unteren Teilen aus groben Koksstücken; dann soll feiner „Braunkohlenkoks“ folgen, während die oberste Schicht, wie konstatiert wurde, aus feinem Grus bestand. In diesen Filterkörper sind Luftschächte eingebaut.

Niemals findet ein intermittierender Betrieb statt; stets sind die Filterkammern mit Wasser überstaut. Da die Reaktion der Abwässer ausschliesslich eine alkalische sein soll, wie auch von unserem Sachverständigen sowohl jetzt als auch bei einer kurzen Besichtigung im November 1903 konstatiert wurde, kann von einer biologischen Reinigung und einer Oxydation der Abwässer keine Rede sein, wenn auch Durchlüftungsschächte eingebaut sind. Das Wasser fliesst ebenso kalk-alkalisch ab, wie es schon auf die Filter gelangt ist. Die ganze Anlage wirkt demnach nicht anders als ein mechanisches Filter.

Auch der unangenehme, faulige Geruch von suspendierten Gerbereiabfällen war nach dem Durchfluss des Abwassers durch die Anlage in keiner Weise geschwunden; er hielt sich sogar im weiteren Laufe des Liederbachs durch die Stadt Höchst und wurde von unserem Sachverständigen noch sehr deutlich beim Einfluss in den Main, den der Bach heute wie bei der ersten Mainbefahrung auf eine weite Strecke gelb färbte, wahrgenommen. Da der Liederbach schon oberhalb des Einflusses der gelben Gerbereiabwässer eine Verunreinigung durch organische Substanzen zeigte und an den im Bache befindlichen Aststückchen flottierende Pilze zu bemerken waren, wurde der Liederbach auf eine 1 km lange Strecke oberhalb der Gerberei begangen. An verschiedenen Stellen machten sich Verunreinigungen durch häusliche Abwässer, wie solche von Wäschen u. s. w., bemerkbar, so dass diese die aus der Gerberei gelangende fäulnisfähige Substanz vermehren müssen, wenn auch nur in geringem, in anbetracht der Menge der Gerbereiabwässer nicht wesentlichem Grade. Oberhalb des Ortes wurde eine Probe Liederbachwasser für die chemische Untersuchung entnommen, um festzustellen, ob sich an dieser Stelle noch die Abwässer der grossen Marxschen Gerberei in Königstein bemerkbar machten.

Auch auf der Strecke unterhalb der Gerberei von Graubner & Scholl wurde der Liederbach begangen und überall die gelbe Farbe der aus diesem Betrieb gelangenden Abwässer bemerkt. Nahe vor der Grenze von Höchst gelangt ein Ausfluss der Gemeinde Unterliederbach in den Bach; unterhalb desselben wurde reichlich Schlamm konstatiert, welcher eine schwarze Farbe hatte und stinkend war, während die schlammigen Anhäufungen oberhalb graubraun und von nur schwachem Geruche waren. Auch diese Abwässer tragen zu den Geruchsbelästigungen weiter unterhalb in nur geringem Masse bei;

ohne die Gerbereiabwässer würden sie wohl schnell vom Bache verdaut sein.

Ueber die Abwasserverhältnisse der Stadt Höchst wurde von unserem Sachverständigen versucht, Auskunft zu erhalten, sowohl auf dem Stadthause, als auch auf dem Baubureau im Bolongaro; auf dem letzteren wurde vom Stadtbaumeister Steinel die Mitteilung gemacht, dass eine Kanalisation des ganzen Stadtgebietes Höchst projektiert sei, und dass entsprechend dem alten vom Stadtbaumeister ausgearbeiteten Projekt nicht bloss der östliche Teil kanalisiert werden solle, sondern auch die alte Stadt; es würden dann die Schmutzwasserabflüsse zur Nidda und zum Liederbach, wie auch die zum Main beseitigt; auch die kleinen industriellen Betriebe würden mit eingeschlossen werden. Genauere Auskunft über Grösse, Durchlaufgeschwindigkeit u. s. w. könne noch nicht gegeben werden, da das Projekt noch dem Professor Brix in Berlin zur Bearbeitung vorliege. Von diesem sei für die Klärung der Abwässer die grosse Wiese am Ufer des Mains zwischen der Stadt und den Farbwerken in Aussicht genommen. Ueber die Graubner & Schollischen Abwässer sei erst kürzlich wieder in einer Bürgerversammlung Beschwerde erhoben, nicht allein über Geruchsbelästigungen, sondern auch darüber, dass die Pflanzen, die mit Liederbachwasser begossen würden, schon nach kurzer Zeit abstürben.

### C.

Am 20. September wurde ein Teil der am Goldbach liegenden Gerbereien einer Besichtigung unterzogen. Es wurde in Kriftel mit der Kunstlederfabrik begonnen und die Untersuchung über Hofheim bis nach Lorsbach fortgesetzt. Vom Goldbache zweigen sich verschiedene Mühlengräben bzw. Flutgräben ab, welche sich wieder mit dem Hauptbache, der unterhalb Lorsbach auch Schwarzbach genannt wird, vereinigen.

1. Kunstlederfabrik von W. Schaaff Nachfl. (Inh. Wagner) in Kriftel. Die Fabrik beschäftigt 16 Arbeiter. Die Abwässer resultieren nur von der Pappmaschine und werden in einen stehenden Zylinder (Stofffänger mit konischem Boden) gepumpt; derselbe ist zweiteilig und mit Holzwolle als Filtermaterial ausgesetzt. Der in der Holzwolle zurückbleibende Stoff geht in die Fabrikation zurück, so dass nur wenig suspendierte Stoffe in die Abwässer gelangen sollen. Diese enthalten im wesentlichen Farbstoffe, die nicht aus

Anilinfarben bestehen, sondern aus Erdfarben, wie aus englischem Rot und dergl. Nach Angabe des Inhabers Wagner soll im allgemeinen kein Abwasser ablaufen. Zur Zeit der Besichtigung gelangte aber Abwasser durch eine offene Rinne auf die benachbarte Wiese, floss hier durch einen Verteilungsgraben, Farb- und Schwebestoffe zum grössten Teil auf dem Grunde und an den Ufern desselben zurücklassend; der Rest versickerte in den Wiesen, so dass auch keine Färbung des Umlaufgrabens („Flutbach“) zu bemerken war. Derselbe dient nur bei Hochwasser zur Entlastung des Hauptgrabens. Da nach Angabe Wagners aus dem Mühlgraben auf die benachbarten Wiesen von oberhalb her oft grosse Mengen schwarzen und stark stinkenden Schlammes gelangen, sich auch in einzelnen kleinen Wiesengräben auf der Oberfläche eine schillernde Schicht vorfand, wurde unterhalb des eisernen Steges eine biologische Besichtigung des Flutbaches vorgenommen, auch um zu sehen, ob in ihn nicht doch noch Abwässer aus der Kunstlederfabrik gelangen können. Das Wasser rieselte klar und farblos über Steine; einige derselben zeigten auf der Unterseite einen schwarzen Belag, doch waren die grösseren frei davon. Auf ihnen lebten Egel, meist in jüngeren Exemplaren, auch viele Cocons fanden sich vor, gleichfalls Flohkrebse und einige leere Gehäuse von Köcherfliegenlarven. Durch den Flutbach soll nur wenig Wasser aus den oberhalb liegenden Gerbereien gelangen; das meiste Wasser soll ihm von den benachbarten Wiesen zufließen. Etwas weiter aufwärts fanden sich grosse, untergetaucht wachsende Bestände von Wasserstern (Callitriche), noch weiter oberhalb fand sich etwas brauner Schlamm, welcher jedoch völlig geruchlos war. Dieser meist günstigen Befunde halber wurde von einer weiteren Begehung des Flutbaches Abstand genommen, um später den Hauptlauf des Goldbaches genauer untersuchen zu können.

2. Etwas weiter oberhalb in Kriftel liegt die Sämischgerberei von Martin May. Sie verarbeitet im Jahre 2000 deutsche Rindshäute und beschäftigt 6 Arbeiter. Die Felle werden, nachdem sie gekalkt und enthaart sind, mit Walfischtran imprägniert; dann gelangen sie in ein Hammerwerk zwecks gleichmässiger Durchtränkung der Felle mit dem Oele; in einem Walzwerke werden dann die Felle vom Oele befreit; schliesslich werden sie in Fässern mit Tonerde fertig gemacht.

Das Wasser verbleibt in den Kalkern 14 Tage lang. Der Kalk gelangt nicht in die Abwässer, sondern wird abgefahren. Weichwässer

sind in diesem Betriebe nicht vorhanden, da die Felle aus der in Sachsenhausen befindlichen Nebenfabrik bezogen werden; aus diesem Grunde dienen die als Kälker bezeichneten Gruben wohl mehr für Konservierungszwecke. Das aus einer Presse ablaufende Fett gelangt in den Betrieb zurück, während das aus dem Tonwalfass resultierende, noch wenig Fett enthaltende Abwasser in einer Grube aufgefangen wird, aus der es durch einen am oberen Ende befindlichen Ablauf in den Bach eintritt. Dieser Bach ist der eigentliche Goldbach, jetzt häufiger Schwarzbach genannt, auch im Gegensatz zu dem erstgenannten Flutbach als Mühlbach bezeichnet. Die genaue Menge des Abwassers konnte nicht angegeben werden, zeitweise soll ungefähr 1 cbm abfließen, dann wieder in 3 Tagen nichts.

Der Schwarzbach zeigte am Abwasserauslauf weder Färbung noch Trübung.

3. Lohgerberei von J. u. C. Neumann in Hofheim. Dieselbe beschäftigt 18 Arbeiter; in der Woche werden ungefähr 100 Stück frische deutsche Rindshäute (Schlachthäute) verarbeitet. Die Gerberei wird hier nach altem System mit Eichenlohe betrieben. Alle Abwässer, die Weichwässer, sowie die aus den Kalkern abfließenden, gelangen in eine auf dem Hof befindliche, überdeckte Zentralgrube. Nach Angabe fließen Lohwässer garnicht ab; sie werden immer wieder zum Auskochen der frischen Lohe benutzt. Die ausgenutzte Lohe wird zu Lohkuchen für Brennzwecke verarbeitet. Die Abwässer gelangen mit unvollkommener Klärung durch den Sammelschacht in den Schwarzbach; jedoch findet eine Ablagerung des Schlammes statt, der alle 14 Tage entfernt werden soll. Von der Haarwäsche in den Holländern fließt das Wasser direkt in den Bach. Dieser wurde eine Strecke abwärts begangen. Das mit einer Geschwindigkeit von 1 m in der Sekunde strömende Wasser hatte ein ziemlich klares Aussehen; treibende Pilze oder Pilzbesatz unterhalb des Abwasser-ausflusses wurden an keiner Stelle, weder am Ufer noch am Grunde bemerkt.

4. Weissgerberei von Otto Schnell in Hofheim. In dieser waren zur Zeit nur drei Arbeiter beschäftigt; pro Woche sollen nur 400 Felle zur Verarbeitung gelangen und zwar ausländische Lamm- und Schaffelle. In den Betriebsräumen machte sich ein starker Naphtalingeruch bemerkbar. Das fabrizierte Leder dient hauptsächlich für Handschuhe, Futter und Buchbinderzwecke. Die Weicher und Aescher standen zur Zeit leer. Die Enthaarung wird mit Kalk und,

wie auf Befragen angegeben wurde, auch mit Realgar bewirkt; Schwefelnatrium soll nur probeweise zur Verwendung gelangt sein. Die gemischten Abwässer fließen in eine aus drei Abteilungen bestehende Klärgrube und von hier aus durch ein Rohr in den Mühlgraben. Da zur Zeit der Besichtigung der Betrieb ruhte und gar kein Abwasser abfloss, wurde zur Untersuchung, auch auf Arsen, eine Probe (No. 923) aus der dritten und letzten Abteilung, in der das Wasser schon 5 Wochen bei dem schwachen Betriebe gestanden haben soll, entnommen.

Die Haare wurden früher in dem Bache selbst gewaschen; eine Siebtrommel war hier noch aufgestellt, doch soll dieselbe nicht mehr in Benutzung genommen werden. Als Ersatz dafür dient ein Holländer, welcher im Fabrikationsgebäude aufgestellt ist. Die sich dabei ergebenden Abwässer fließen direkt in den Bach. Nach Angaben des führenden Vorarbeiters soll der Bach von oben her oft sehr stark verunreinigt sein, namentlich durch die Abwässer einer Schwärzefabrik. Es soll fast schwarzes Wasser vorbeifließen, das mit schmutzigem Schaum bedeckt ist.

5. Lederfärberei von Wagner & Völker in Hofheim. Dieselbe beschäftigt 45 Personen und verarbeitet in der Woche 300 bis 400 Häute; diese werden zum grössten Teile „glatt“, d. h. von Haaren und Abfällen befreit, bezogen. Gegerbt wird nur wenig und zwar in Haspeln mit Sumach. Die Felle sind Schaf-, Ziegen- und auch Kalbsfelle. Von Farben kommen Anilinfarben zur Verwendung, daneben auch zur Erzielung weisser Töne Bleizucker, welcher in den Fellen selbst niedergeschlagen wird. Diese Bleifärbung soll nur alle 3—4 Wochen zur Anwendung kommen.

Das Klärbassin besteht aus drei Kammern; aus demselben wird das Abwasser entsprechend den Bedingungen der Konzession nur während der Nacht zwischen 11 und 12 Uhr abgelassen und zwar aus einem Rohr, welches direkt in den Bach einmündet; das Wasser fliesst nach Angabe während der Dauer einer halben Stunde ab in der Zeit zwischen 11 und 2 Uhr. Um eine Probe für die chemische Analyse entnehmen zu können, wurde, da auch kein Kontrollschacht existierte, nicht durch Bachwasser verdünntes Abwasser gewählt, sondern die in der dritten Kammer der Kläranlage auf dem Schlamm stehende Flüssigkeit geschöpft.

In Hofheim bestehen noch vier andere Gerbereien; es wurden dieselben jedoch nicht besucht, weil sie nach dem alten Eichenloh-

verfahren, wie J. u. C. Neumann, arbeiten und aus diesem Grunde ihre Besichtigung seitens des Gewerbeinspektors nicht für notwendig erachtet wurde.

6. Aktiengesellschaft vorm. H. Denninger, Lederfabrik in Lorsbach. Sie beschäftigt 139 Arbeiter und Arbeiterinnen, verarbeitet ungefähr 2000 Kalbfelle in der Woche und zwar nur deutsche Felle, welche der Schaben halber mit Naphtalin konserviert sind. Während der heissen Jahreszeit wird in den Weichgruben der Fäulnisprozess durch Eiszugabe hintangehalten, weil das Gebrauchswasser kein kühles ist. Die Häute werden zum Teil mit Sumach, zum Teil mit aus Höchst bezogenem Chromchlorid im sogenannten Einbadverfahren gegerbt; zur Neutralisierung wird Soda verwandt. Diese Methode ist erst in der letzten Zeit eingeführt; sie soll einfacher sein als die Umsetzung aus Kaliumbichromat, auch sollen die Felle nach diesem Verfahren sich viel besser vergerben lassen. Die Chromabwässer fließen auf dem Hofe zusammen mit denen aus den Kalkern und den Weichabwässern. Alle Wässer fließen dann durch eine Holzrinne in eine am rechten Ufer gelegene Kläranlage; diese befand sich zur Zeit der Besichtigung in sehr primitivem Zustande. Es sind nur ausgehobene, nicht ausgemauerte Gruben vorhanden; undurchlässiger Boden soll das Durchsickern der Abwässer verhindern. Alle vier Gruben waren bis zum Rande mit Schlamm gefüllt; der Ablauf erfolgte in gleichmässigem Strome in den Bach, entsprechend der neuen Konzession, nach welcher die Abwässer in einer Schicht von zwölf Stunden gleichmässig abfließen sollen. Bindende Vorschriften betreffs Herstellung der Klärbassins und des Reinigungsverfahrens sind vorbehalten bis nach Abschluss der biologischen Versuche in der Gerberei von Graubner & Scholl in Unterliederbach.

Für die chemische Analyse wurde eine Probe Abwasser kurz vor dem Einlaufe in den Bach entnommen (No. 925). Die Reaktion derselben war eine alkalische. Es sei noch bemerkt, dass nur mit Kalk und Schwefelnatrium enthaart wird; Arsenverbindungen kommen nach Angabe nicht zur Verwendung; Weissfärbungen werden durch Bleizucker und Niederschlagen mit Schwefelsäure erzeugt. In den Höchster Farbwerken werden zur Zeit Versuche angestellt zur Wiedergewinnung des Chroms aus den Chromabwässern. In den Bach direkt münden auch die Waschwässer der Reiniger der „Sauggasanlage.“

Nahе der Kläranlage wurde im Bache eine starke Bildung von

schleimigen Flocken bemerkt, von denen eine Probe entnommen wurde zur Feststellung, ob diese Flocken, welche eine braune Färbung zeigten, wie vermutet werden konnte, aus Fadenpilzen sowie aus Eisenoxydablagerungen, wie sie auch im oberen Laufe die meisten Stellen des Baches auskleideten, bestanden; ein Zufluss von eisenhaltigen Wiesenwässern wurde auch konstatiert. Es wurde mitgeteilt, dass ungefähr 10 bis 12 km weiter oberhalb sich die Zellulose- und Papierfabrik von Feierabend befände, welche auch unreine Abwässer ablassen soll. Immerhin wurden im Bache noch zahlreiche Forellen bemerkt, auch in ruhigen Buchten viele Wasserläufer (Hydrometra).

7. Lederfabrik Wirz & Kathrein in Lorsbach. Sie beschäftigt 71 Personen und verarbeitet nach Angaben eines Vorarbeiters durchschnittlich wöchentlich 600 Dutzend Spaltfelle, d. h. kleine Schaffelle, bei einer Jahresproduktion von annähernd 400 000.

Die Felle werden im vorgegebenen Zustande bezogen, so dass Walk- und Aescherwässer nicht entstehen können; auch eigentliche Gerbabwässer sollen nur in geringen Mengen zum Abfluss kommen, da nur Sumachbehandlung statthat. Die meisten Abwässer kommen aus der Färberei und enthalten nicht ausgenutzte Anilinfarben. Sie gelangen in zwei aufgemauerte Absatzbecken, aus denen sie in den Bach abfließen. Ein Koksfilter sollte vorhanden sein; doch wurde von unserem Sachverständigen nur eine leere, trockene, ausgemauerte Grube vorgefunden, in welcher sich nur geringe Reste von Koks befanden. Ein Revisionsschacht existierte nicht. Da das Abwasserrohr im Bache unter Wasser ausmündete und das Abwasser sich gleich mit Bachwasser vermischte, wurde eine Probe für die chemische Untersuchung aus der Klärgrube geschöpft. Nach der Konzession dürfen die Abwässer nur nachts abgelassen werden.

Am Tage der Begehung des Schwarzbaches zeigte das Wasser, ausgenommen unterhalb der Denningerschen Fabrik, keine Färbung. Um auch Anwohner über den Zustand des Baches zu befragen, wurde auf Vorschlag des zuständigen Landrats der Mühlenbesitzer Hattmer zu Hattersheim um Angabe seiner Wahrnehmungen ersucht. Derselbe beklagte sich namentlich über den schlechten Geruch des Bachwassers, sowie über die meist schwarze Farbe desselben; zuweilen sei dieselbe auch eine rötliche. Freilich machten sich diese Missstände besonders bei dem niedrigen Wasserstande in diesem trockenen Jahre geltend. Fische sollen in dem Schwarzbach jetzt garnicht mehr vorhanden sein. Schon seit einigen Jahren sind dieselben nach An-

gabe des Müllers völlig ausgestorben. Die Entfernung von Hattersheim bis Hofheim beträgt ungefähr 4 km, von hier bis Lorsbach weitere 4 km. Unterhalb des Ortes Hattersheim, welchen der Bach durchfließt, zeigte das Wasser desselben überall eine schwärzliche Farbe, bezw. eine solche Trübung. Es wurde Plankton gefischt, welches gleichfalls diese schwarze Farbe aufwies (Anlage I).

#### D.

Farblederwerke S. Marx & Söhne in Königstein. Sie beschäftigen 66 Arbeiter und verarbeiten in der Woche 5—8000 deutsche sowie russische Kalbfelle im gesalzenen und getrockneten Zustande, ferner noch Alligatorfelle. Die getrockneten Felle werden zunächst eingeweicht, dann gekalkt und mit Kalk und Schwefelnatrium zur Enthaarung gebracht. Arsenverbindungen sollen nicht zur Anwendung kommen. Nach diesem Prozess gelangen alle Felle in die Hundekotbeizen, werden wieder gewaschen und teilweise dem Sumachgerbverfahren unterworfen, teilweise werden sie für den Frankfurter Gerbprozess vorbereitet durch Behandeln mit einer Lösung von 0,3 % Salzsäure und 6 % Kochsalz; zuletzt gelangen sie in ein Alaunbad. Gefärbt werden in Königstein gar keine Felle. Die Färbung derselben wird ausschliesslich in der Frankfurter Fabrik bewirkt. Aus sämtlichen Stationen des Königsteiner Betriebes gelangt das Abwasser, welches pro Tag 3—500 cbm betragen soll, zunächst in eine Kläranlage mit 12 Sedimentierbecken. Jedes Becken ist durch zwei Scheidewände in drei Abteile geteilt; an den oberen Seiten eingebrachte Reisigbündel bewirken eine Filtration und Sedimentierung in der Art, dass der Ueberlauf in der Breite des Bassins von dem einen zum andern übertritt. Die Reisigbündel haben hauptsächlich den Zweck, die leichten Schwimmstoffe, namentlich die Haare, zurück zu halten; die Vorrichtung soll eine sehr günstige Wirkung haben. Aus dieser Kläranlage fließt das Abwasser noch mit erheblicher Trübung, aber befreit von den gröberen suspendierten Stoffen, ab. Es zeigte noch eine deutlich alkalische Reaktion, ebenso stark, wie beim Einfluss in die Kläranlage. Nun gelangt das Wasser durch eine Holzrinne in drei eiserne Zylinder, welche mit je einer Scheidewand versehen sind; die eine Seite ist mit Dornenreisig ausgesetzt, welche Schicht das Abwasser in absteigender Richtung passieren muss. Auf der andern Seite gelangt es zum Abfluss in zwei grosse Bassins, zuerst in breitem Strome, während der Uebertritt in das zweite Bassin

durch Heber bewirkt wird. Aus dem zweiten Bassin wird das Wasser durch Schwimmer von oben in den Ablaufkanal abgeleitet. Nun tritt es auf eine Durchlüftungsanlage, welche zusammengesetzt ist aus Buchenreisig mit einer Lage gesiebter Schlacke, aus Stücken von Faustgrösse bis herab zu 20 mm. Diese Anlage von ungefähr 200 cbm Inhalt soll vorläufig nur für Versuche dienen und zur Entscheidung der Frage, ob durch eine starke Durchlüftung eine Entfernung der fäulnisfähigen Substanz bewirkt werden kann. Unter der Anlage in 1 m Höhe vom Erdboden wurden überall braune Abscheidungen und Inkrustationen bemerkt, von welchen eine Probe, mit Salzsäure übergossen, ein starkes Aufbrausen bewirkte, offenbar also aus kohlen-saurem Kalk bestand. Aehnliche Kalkabscheidungen wurden auch auf dem abschüssigen Gelände bemerkt, welches als „Rieselwiese“ weiter reinigend auf die Abwässer wirken soll. Diese Wiese hat einen Gesamtflächeninhalt von fast 30 000 qm und besitzt eine Humusschicht von nur 10 cm, welche auf einer Schicht von nahezu undurchlässiger Lette ruht. Aus diesem Grunde lässt sich eine erfolgreiche Drainage nicht durchführen. Das Gefälle der Wiese beträgt 15 : 150 m. Das Wasser rieselte in beständigem Strome über die Wiesen; auch des Nachts findet diese Rieselung statt, da sich dann die beiden grossen Becken mit einem Inhalte von insgesamt 100 cbm selbsttätig entleeren. Die Rieselwiesen sind in drei Teile geteilt, einmal durch einen breiten Weg, dann durch einen Scheidegraben, welcher der Länge nach das Gelände schneidet. Jede einzelne Fläche wird drei Monate lang berieselt; darauf folgt der zweite und dann der dritte Teil, so dass der benutzte Teil 6 Monate lang unberieselt bleibt. Nach Trocknung der Fläche, so dass das Betreten der Wiese durch Pferde ermöglicht ist, und nach dem Abmähen des Grases wird der Boden geeeggt und die losgerissenen Klumpen werden entfernt. Eine Neubesäung der Wiesen findet nicht statt; es bilden sich von selbst schnell und üppig wachsende harte Grasarten, welche ausnahmsweise auch für Futterzwecke verwendet werden. Die oben erwähnte Kalkabscheidung erstreckte sich bis zur Hälfte des Wiesen-geländes, also ungefähr 50 m weit, dann wurden grüne Algenbildungen und weissliche Flocken bemerkt, als Zeichen der beginnenden biologischen Reinigung; von beiden wurden Proben (Liederbachprobe 1) für die mikroskopische Untersuchung entnommen. An dieser Stelle stellte sich auch wieder ein schwach fauliger Geruch ein, welcher oberhalb nur wenig zur Geltung kam. Die Reaktion des Wassers

war hier eine nur ganz schwach alkalische. Im weiteren Laufe über die Rieselfläche hatte sich das Wasser mehr und mehr geklärt, so dass es im unteren Ablaufgraben keine Trübung mehr zeigte, jedoch noch von schwachem Geruche war. Nach Angabe des Betriebsführers Dornau soll dies Wasser nicht mehr fäulnisfähig sein. Für die chemische Analyse wurden vier Wasserproben (No. 933—936) geschöpft, zuerst Wasser vor dem Einfluss auf die Kläranlage, zweitens, nachdem das Wasser die oberirdische Kläranlage passiert hatte, drittens nach Verlassen der Durchlüftungsanlage und viertens von dem in den Vorfluter ablaufenden geklärten Abwasser.

Der sich in den Klärbecken absetzende Schlamm wird durch Handbagger, welche über jedem Becken verschiebbar angebracht werden können, gehoben, dann unterhalb der Kläranlage abgestürzt und in grösseren Haufen aufgestapelt; grosse Holzformen verhindern hier das Zurseitefliessen des Schlammes. Hat dieser eine genügende Konsistenz erreicht, so wird er abgefahren. Die zur Zeit vorgefundenen Schlammhaufen verbreiteten einen sehr üblen Geruch, welcher der Nachbarschaft lästig fallen muss, wie erhobene Beschwerden auch ergeben haben. Die Methode der Aufstapelung des frischen Klärbeckenschlammes ist deshalb gewählt, weil die Abfuhr des ausbebaggerten, noch halbflüssigen Schlammes durch das aufsteigende bzw. abschüssige Gelände mit grossen Schwierigkeiten verbunden sein soll.

Es sei noch bemerkt, dass die Firma Wilhelm Bruch in Berlin ein Projekt für eine neue Reinigungsanlage ausgearbeitet hat, welches der Königlichen Prüfungsanstalt zur Begutachtung vorgelegt und von ihr auch begutachtet worden ist (Gutachten vom 12. Mai 1904). In dem Projekt waren vier biologische Körper „Oxydationsbeete“, vorgesehen.

Um einen etwaigen schädlichen Einfluss des Gerbereiabwassers auf den Vorfluter festzustellen, wurde eine biologische Untersuchung desselben sowohl oberhalb wie unterhalb des Abwasserzuflusses vorgenommen.

Der als Vorfluter dienende Liederbach teilt sich oberhalb des Eisenbahnviaduktes in zwei Arme, von denen der östliche den Namen Rombach, der westliche den Namen Woogbach führt; oberhalb der Stadt Königstein wird der letztere Höhenbach genannt. Der Woogbach nimmt die Abwässer der Stadt Königstein auf und liefert auch das Gebrauchswasser für die Fabrik; in den Rombach dagegen fliessen

die Abwässer derselben. Abzweigungen als Ueberlauf haben an mehreren Stellen statt. Nach ihrer Vereinigung führen die genannten Wässer schliesslich den Namen Liederbach.

Oberhalb des Gerbereiabwasserzufflusses war das Bachbett auf eine weitere Strecke mit grösseren Steinen ausgefüllt, welche während des Winters durch Hochwasser aus dem Billthale heruntergeschleift werden sollen. Alle diese Steine zeigten auf der Unterseite einen schwärzlichen Besatz. Hier hatten sich auch viele Insektenlarven mit Röhrenchen festgeheftet; auch grössere rote Larven wurden vorgefunden, sowie Bachflohkrebse und grosse Egel. Die Gehäuse von Köcherfliegenlarven waren leer; vereinzelt fanden sich auch Tierhaare.

Unterhalb des Abwasserzufflusses bildeten sich beim Rieseln des Wassers über die Steine grössere Blasen von weissem Schaum, welche sich an ins Wasser tauchenden Grashalmen festsetzten. Im übrigen wurde dasselbe biologische Bild konstatiert wie oberhalb des Zuflusses, gleichfalls 50 m weiter unterhalb. Es wurden auf dieser Strecke viele im Wasser befindliche, sowohl abgestorbene wie frische Pflanzenteile untersucht, jedoch konnte an keiner Stelle ein Besatz von Fadenpilzen, wie von Sphaerotilus, aufgefunden werden, dies ebenso wenig in einer Entfernung von 100 m, wie überhaupt im weiteren Lauf des Baches. Insektenlarven, welche in Röhren lebten, fanden sich jedoch an allen Steinen und zwar in überaus grossen Mengen.

Es wurde auch der Ueberlaufgraben des Liederbaches untersucht, in welchen die Abwässer sowohl aus der Fabrik, wie das Wasser des Rombaches eintreten, falls der Müller bei zu grosser Wasserführung des Rombaches den Ueberschuss in den Liederbach abführt. Biologisch wurde keine Verschmutzung konstatiert.

Der Liederbach, der nun alle Zuflüsse aufgenommen hat, zeigte 1 km unterhalb des Zulaufes der Gerbereiabwässer an keiner Stelle Pilzbildung. Die an einigen Bachwinkeln und Stauungen angesammelten Schlammengen hatten keinen Geruch; einige rote Insektenlarven lebten in dem Schlamm. An dieser Stelle waren nur noch ganz vereinzelt solche Schaumblasen zu bemerken, wie sie sich unterhalb des Gerbereigrabens gebildet hatten. 2 km unterhalb und über das Dorf Schneidhein hinaus rieselte der Bach völlig klar und farblos mit nur ganz vereinzelt Schaumblasen über die Steine, die aber immer noch auf der Unterseite einen schwarzen Belag aufwiesen. Unterhalb des Zuflusses vom Ueberlaufgraben der Schneidheiner Getreidemühle wucherte auf den Steinen untergetaucht Quellmoos, an dessen Be-

ständen sich etwas Schlamm angesammelt hatte, der sich indes als völlig geruchlos erwies. Unterhalb des Absturzes einer Stauanlage, welche zur Bewässerung der Wiesen eingerichtet war, hielt sich wieder etwas Schaum, ein Zeichen, dass das Wasser noch viskose organische Substanzen aufwies. 2 $\frac{1}{2}$  km unterhalb des Abwasserzufflusses traten grüne Fadenalgen auf; sonst war auch hier das Bild dasselbe wie weiter oberhalb: oben und auf den Seiten der grösseren Steine Unmassen von Insektenlarven, auf der Unterseite der schwarze Anflug von Schwefeleisen, dazwischen auch viele Wasserasseln. Von dieser Stelle an wurde die Begehung des Liederbaches bis auf eine Strecke von 3 km fortgesetzt und hierbei immer nur dasselbe Bild konstatiert, wie es auch oberhalb des Abwasserzufflusses gefunden war. Es folgen nun am Liederbach die Dörfer Hornau, Kelkheim, Münster, Niederhofheim und Oberliederbach, wo am 20. September eine Probe Wasser (No. 922) aus dem Liederbach gelegentlich der Besichtigung der Gerberei von Graubner & Scholl für die chemische Analyse entnommen war.

Nun wurde der Bach oberhalb des Gerbereiabwasserzufflusses einer biologischen Begehung um den Berg herum bis zur Stadt Königstein unterzogen. In der Nähe oberhalb der Fabrik zeigte das Bachwasser eine starke Trübung und war auch etwas stinkig; je weiter nach Königstein zu aber der Bach begangen wurde, desto stärker zeigte sich die Trübung. Die Steine hatten hier einen nur geringen schwärzlichen Belag. Dort, wo der Rombach sich mit dem Woogbach vereinigt, war der Unterschied dieser beiden Wasserläufe ein krasser; während der erstere im reinen unverschmutzten Zustande befunden wurde, zeigte der von der Stadt Königstein kommende Woogbach eine sehr starke Verunreinigung, die bei der Annäherung zur Stadt Königstein immer stärker wurde. Am vormaligen Sturzbad wurden an den Seiten der hölzernen Rinne graue Flocken bemerkt, die von hier ab immer häufiger auftraten und an allen eintauchenden Halmen hafteten. Am „stillen Hain“ kleideten diese Pilzflocken (Anlage I, Liederbachprobe 3b) schon den grössten Teil des ganzen Grundes aus. Dieser Bach war erst am 19. September seitens der Gerberei geräumt worden, um ein besseres, nicht mit Schlammflocken durchsetztes Gebrauchswasser zur Verfügung zu haben; indessen hatte seit der Zeit die Pilzbildung schnell wieder zugenommen, so dass für die Fabrik eine Sedimentierung des Woogbachwassers in Reservoirs erforderlich sein soll. Je weiter der Bach nun der Stadt zu begangen

wurde, desto intensiver wurde die Pilzbildung, und am Uferrande traten für derartige starke Verunreinigungen typische Schlammwürmer auf, umfassende rote Haufen bildend, welche bei der Berührung mit einem Stocke sofort im Pilzschlamme verschwanden. Nahe der Stadt Königstein, besonders am Hainbad, haben die Pilzflocken eine bedeutende Länge erreicht, auch sind fast alle Steine mit schleimigen stinkenden Massen (Anlage I, Liederbachprobe 3c) überzogen; die Verunreinigung ist so stark, dass sich hier Schlammwürmer wegen Sauerstoffmangels nicht mehr aufhalten können, während die Insektenlarven schon beim Auftreten der Pilze verschwunden waren. Ein tiefsehwarzer Belag bedeckt hier überall die Steine unterhalb wie oberhalb und an den Seiten. Nur bis hierher zu den ersten Häusern war eine Begehung des Woogbaches möglich.

Die Strecke von hier bis zur Gerberei beträgt dem Laufe folgend etwa 2 km. Die Stadt Königstein, obgleich vielbesuchter Kurort, besitzt keine Kanalisation; alle Abwässer werden in den Woogbach geleitet. Nach Angabe haben die Abortgruben meist Ueberläufe; auch sollen noch die Abwässer von neun Schlächtereien in den Bach gelangen.

Begutachtung der Verhältnisse des Mainflusses von 1 km oberhalb Aschaffenburg bis unterhalb des Einflusses in den Rhein während der beiden Befahrungen vom 29. August bis zum 16. September 1904, entsprechend den Resultaten der allgemein biologischen Untersuchungen (Anlage I), der speziell bakteriologischen (Anlage II), sowie der chemischen (Anlage III und IV).

Der Main führte 1 km oberhalb der Stadt Aschaffenburg ein nach seinen chemischen und biologischen Eigenschaften normales Flusswasser. Die im Plankton — dem im Flusse treibenden pflanzlichen und tierischen Material, welches meist von mikroskopischer Kleinheit ist — vorhandenen reichlichen Mengen von kleinsten Algenformen und gewissen Diatomaceen (Anlage I, Probe I, 2) deuten jedoch darauf hin, dass weiter oberhalb Zuflüsse mit viel organischer Substanz stattgefunden haben müssen. Die pflanzlichen Bestandteile machten nur einen geringen Teil des Planktons aus; tierisches Leben war in noch geringerer Menge vorhanden; dagegen war die Hauptmasse,

ungefähr 70 Volumprozent, gebildet aus mineralischem Detritus von so feiner Beschaffenheit, dass er sich meist im Flusse schwebend erhielt, sich in seinen etwas gröbereren Bestandteilen aber auch auf allen untergetauchten Ufersteinen als graue Masse abgesetzt hatte; die submers wachsenden Pflanzen zeigten gleichfalls solchen grauen Belag. Diese Zuschwemmungen sollen nach der Meinung des bayerischen Bauamtmanns Schaaff aus der Lengfurter Gegend herrühren; sie bestanden zum grössten Teile aus kohlensaurem Kalk, enthielten aber so wenig Magnesia, dass sie aus den Dolomiten des oberen Maintals nur zum geringeren Teile stammen können. Die bei der bakteriologischen Untersuchung konstatierte Keimzahl des hier strömenden Wassers betrug 2300, die geringste, welche bei der Mainbefahrung konstatiert wurde; nur wenig Keime mehr enthielt der mit Pilzen treibende Rhein oberhalb der Stadt Mainz. Gleichfalls wurde oberhalb Aschaffenburg auch die grösste Menge Sauerstoff gefunden, und zwar 9,38 cem im Liter (Anlage IV), während die Menge desselben im Frankfurter Hafen bis auf 1 cem im Liter zurückging. Auch in weiterer chemischer Beziehung erwies sich das an dieser Stelle entnommene Mainwasser verhältnismässig rein: so war hier der Permanganatverbrauch sowie der Abdampfdruckstand geringer als an irgend einer anderen Stelle des Mains (vergl. Anlage III). Auch alle anderen Befunde lassen erkennen, dass der Main oberhalb Aschaffenburg normales Flusswasser führt.

Die ersten Verunreinigungen wurden innerhalb des Aschaffener Stadtgebietes konstatiert und zwar an den Ausflüssen des Schlachthofes, sowie des sogenannten städtischen Kanals, welcher als Reinigungsvorrichtung nur ein Gitter besitzt. Mit beiden Abflüssen gelangen denn auch nicht bloss viele gelöste organische Stoffe in den Main, sondern auch viele fäulnisfähige und faulende feste Substanzen, als Haut- und Fleishteile, sowie Küchenabfälle, Fett, Haare, Papier u. s. w., welche letzteren sich als faulender Schlamm bis auf ungefähr 100 m unterhalb der beiden Abflussstellen bemerkbar machten, dann aber im Strome verschwanden. Die gelösten faulenden Stoffe treiben mit der Strömung fort, was daraus hervorgeht, dass die Keimzahl 200 m unterhalb des städtischen Siels auf mehr als das Doppelte der oberhalb Aschaffenburg gefundenen Menge emporsteigt.

Treibende Pilze wurden hier im Main nicht bemerkt, ebenso wenig an untergetauchten Pflanzen des Ufers oder an Aststückchen

festsetzend; Pilze traten auch nicht unterhalb der Kocherlaugenausflüsse der beiden Zellulosefabriken in Aschaffenburg und Stockstadt auf, während sie sonst bei der kälteren Jahreszeit gleich unterhalb dieser Einflüsse in so grossen Massen sich gebildet hatten, dass kein Eimer, ja sogar kein Wasserglas an irgend einer Stelle des Flusses gefüllt werden konnte, ohne dass es nicht Pilzflocken enthalten hätte, und zwar bis zur Offenbacher Schleuse hin. Die Entstehungsbedingungen der Pilze, unter welchen im Main nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen fast ausschliesslich der Fadenpilz *Sphaerotilus natans* in Betracht kommt, sind noch nicht genügend aufgeklärt. Die im August und September herrschende Wassertemperatur von 17,3 bis 18,6° C. (Durchschnittstemperatur in 12 Tagen 17,9° C.) scheint für die Pilzbildung nicht günstig zu sein; dagegen fand diese in den Waschwässern der beiden Fabriken statt, jedoch in verhältnismässig unbedeutenden Mengen, die kaum bemerkenswerte Kalamitäten hervorriefen, wie solche im Winter, in den Frühlings- und den kälteren Herbstmonaten im Main konstatiert sind. Bekannt ist es aber, dass die neutralisierten Sulfitzellulose-Ablaugen von der Konzentration, in der sie aus den Kochern kommen, für die Bildung und Vermehrung der Pilze viel weniger günstig wirken, als eine 100mal verdünntere, wie sie in den Waschwässern vorhanden ist.

Nachträgliche briefliche Mitteilungen der Königlichen Wasserbauinspektion zu Frankfurt und eine eingesandte Probe bestätigen, dass vom Oktober ab der Main von neuem mit Unmengen von Pilzen trieb, wie sie von unserem Sachverständigen auch bei seinen beiden früheren Befahrungen im Mai und November konstatiert worden sind.

Die Aschaff erwies sich durch die Aschaffener Zellulosefabrik als erheblich verunreinigt, was nicht bloss durch die chemische Beschaffenheit des Aschaffwassers konstatiert werden konnte (Permanganatverbrauch 1314), sondern auch durch die Bildung von vielen Schwefelpilzen und anderen Abwasserorganismen am Einfluss in den Main (Anlage I: IV, 10), trotzdem die Entfernung von hier bis zur Fabrik  $3\frac{1}{2}$  km beträgt. Die an der Aschaff  $\frac{1}{2}$  km oberhalb der Mündung gelegene Kunstwollfabrik kann als verunreinigende Quelle in dieser Beziehung nicht in Betracht kommen, da sie, sowohl nach den biologischen als auch nach den chemischen Befunden (Anlage III, Proben IV, 7 und 8) zu urteilen, keine nennenswerten Veränderungen des Aschaffwassers bewirkt.

Die Sulfitlaugen, deren Ausflüsse sowohl aus der Stockstadter

wie aus der Aschaffburger Fabrik in der Flutrinne selbst unter Wasser ausmündeten, schienen zur Zeit der fehlenden Pilzbildung keinen stark schädigenden Einfluss auf den Fluss auszuüben, obgleich sie demselben Unmassen von organischer Substanz zuführten.

Nach dem Gutachten des Professors Conrad in Aschaffenburg vom 5. November 1900, im Auftrage der Fabriken erstattet, bezifferte sich damals die Produktion bezw. der Bedarf an Sulfitlaugen in den beiden Fabriken zusammen auf rund 580 cbm mit 43,5 t (à 1000 kg) = 43 500 kg organischer Substanz;<sup>1)</sup> sonach würden sekundlich dem Main rund 500 g organische Substanz mit den Kocherlaugen zugeführt werden. Wenn der Main bei Aschaffenburg bei Niederwasser 50 sec/cbm Wasser führt, so würde sich die im Wasser vorhandene organische Substanz pro Liter um 10 mg durch die Kocherlaugen erhöhen, eine sofortige Vermischung derselben mit der ganzen Wassermenge des strömenden Flusses vorausgesetzt.

Diese organische Substanz erleidet demnach im Main bei seiner erheblichen Wasserführung eine so starke Verdünnung, dass sie in dem unterhalb der Zellulosefabriken auf eine ziemlich weite Strecke durch keine anderen gröberen Verunreinigungen geschädigten Main nicht sichtbar zur Wirkung kommt; nur im Plankton (VI, 6 und VII, 1) machen sich Abwasserorganismen bemerkbar; jedoch können dieselben auch aus den Waschwasserabflüssen der beiden Fabriken herkommen bezw. aus deren verunreinigender Pilzsubstanz. Biologisch machen sich diese Wäschwässer in beiden Fällen am Ufer bemerkbar, an der Aschaff durch Schwefelpilze u. s. w., unterhalb Stockstadt durch faulende Fadenpilze. Da die Kocherlaugen aber fast in der Strommitte ausmünden, werden sie hier schnell mit grossen Mengen Flusswasser vermischt, so dass die frische, durch Sulfite und Aetzkalk konservierte organische Substanz garnicht erst zur Fäulnis gelangt. 100 m unterhalb des Waschwasserausflusses, an welcher Stelle also auch schon eine Durchmischung des Mainwassers mit den Kocherlaugen stattgefunden hatte, war die Verdünnung schon eine so grosse, dass der Abdampfdruckstand der Kocherlaugen von 2346 auf 421 und der Permanganatverbrauch von 11 376 auf 123 zurückgegangen war;

---

1) Diese Zahlen stimmen auch mit den in Muspratts Technischer Chemie und den von den Werken gemachten Angaben überein, nach welchen 1 Liter Kocherlauge etwa 90 g organische Substanz enthält.

auch die anderen Zahlen (vergl. Anlage III, Probe V, 1 und VI, 4) waren stark herabgemindert bis auf den Chlorgehalt, welcher naturgemäss derselbe geblieben war wie oberhalb Aschaffenburg.

Setzen sich nun aber bei niedrigeren Wassertemperaturen, wie solche Ende August und September nicht vorhanden waren, die Kocherlaugen in Pilzsubstanz um, so wirkt diese nicht bloss in ästhetischer Beziehung sowie auch in wirtschaftlicher (auf das Fischereigewerbe, auf die Wäschereien, Badeanstalten und andere Betriebe) schädigend, sondern auch durch Ablagerung an Flusstauungen, wie unterhalb der Strombiegungen, Buhnen, sowie vor den Wehren schädigend auf den Fluss ein. Die Pilze gelangen an solchen Stellen zur Ablagerung, geraten dann schnell in Fäulnis, rauben dem Wasser den für die Wasserfauna so nötigen Sauerstoff und dadurch dem Flusse einen Teil seiner selbstreinigenden Kraft. Die faulenden Pilze bilden dann als stinkender Schlamm eine langlebige Quelle der Verunreinigung, wie solche zu allen Jahreszeiten, und nicht bloss während der Bildungszeit der Pilze, im Main beobachtet werden konnte, sowohl bei früheren Befahrungen, als auch jetzt im August und September. Durch Zerfall des Zellplasmas der Pilze, der Proteine, also des Pflanzeneiweisses, entsteht bald der für alles tierische Leben so schädliche Schwefelwasserstoff, dessen Vorhandensein, wenn er sich nicht durch Bildung von Schwefelpilzen, wie an der Aschaffmündung, bemerkbar macht, sich durch Umwandlung der im Flusswasser enthaltenen Eisenverbindungen in Schwefeleisen kundgibt, welches sich auf den Steinen des Grundes niederschlägt und hier als ein schwarzer Ueberzug wahrgenommen werden kann. Bei erneuerter Sauerstoffzufuhr durch zuströmendes Flusswasser wird der Belag auf der Oberseite der Steine dann wieder oxydiert, während er auf ihrer Unterseite längere Zeit haften bleibt. Diese Verhältnisse konnten nicht bloss unterhalb des Waschwasserausflusses der Stockstädter Fabrik und an den Stauungen, wie an den Buhnen konstatiert werden, sondern auch im weiteren Laufe des Mains, wo es nur immer zur Schwefelwasserstoffbildung im Flusse oder im Schlamme kam. Im oberen Laufe des Mains dagegen, wo noch viel treibendes Calciumkarbonat vorhanden war, hatte sich dieses teilweise auf der Oberseite der Steine abgelagert.

Je mehr nun der Fluss durch organische Substanzen, besonders aus den Kocherlaugen, angereichert wurde, und solche in unlöslichem Zustande zur Ablagerung kamen, in desto grösseren Mengen entwickelte sich auch eine bestimmte Wasserfauna, wie namentlich die

Larven gewisser Zuckmückenarten, welche in aus Schlammteilen selbst angefertigten Röhren lebten und diese an den Steinen des Grundes befestigt hatten, um derart vor dem Hinwegschwemmen durch die Strömung geschützt zu sein. Der Schlamm, welcher, so lange ihm nicht durch starke Fäulnisprozesse aller Sauerstoff entzogen war, viel organische Substanz enthält, war gleichfalls charakterisiert durch zahlreiche Schlammwürmer, namentlich durch die Gattung Tubifex, auch oft durch Unmassen von Egel (Nephele), welchen die kleinen Würmer und die Insektenlarven willkommene Nahrung boten. Je mehr der Fluss durch zugeschwemmte lösliche wie unlösliche organische Substanz verunreinigt wurde, in desto grösserer Masse bildete sich diese Fauna, falls ihr nicht starke Fäulnisprozesse, Schwefelwasserstoffbildung und Sauerstoffschwund die Lebensbedingungen raubten, oder sie durch giftige Stoffe enthaltende Ablagen der chemischen Fabriken wieder abgetötet wurden. Letzteres war im unteren Laufe des Mains häufiger der Fall.

Wenn nun auch die Kocherlaugen sich zur Zeit der August- und Septemberbefahrung im Main biologisch meist nur durch Vermehrung gewisser Vertreter der gröberen Fauna bemerkbar machten, so konnte doch auch durch die anderen Untersuchungen eine Beeinflussung nachgewiesen werden; beispielsweise war unterhalb des Kocherlaugenausflusses der Aschaffenburger Zellulosefabrik der Sauerstoffgehalt des Wassers von 9,38 auf 7,57 cem im Liter zurückgegangen, auch die Keimzahl 1 km weiter unterhalb von 4900 auf 6400 gestiegen, ebenso der Permanganatverbrauch (bei den Kocherlaugen 11 376) von 25 auf 97, und unterhalb auf 123 (Anlage III: VI, 4). Durch längere Einwirkung der aus zwei Zellulosefabriken abgelassenen Kocherlaugen verminderte sich im Laufe von ca. 50 km der Sauerstoffgehalt um weitere 25 % und nahm dann bis zum Frankfurter Hafen noch mehr und mehr ab.

Die durch die Washwässer gebildeten treibenden Pilze verschwanden makroskopisch sichtbar ungefähr bei Heimstadt. Unterhalb der Ausflussstelle hatten sie sich am Ufer und an Wasserpflanzen festgesetzt, wo sie teilweise in Fäulnis übergingen und in solchem Zustande noch weiter unterhalb bei Gross-Auheim gefunden wurden (IX, 1, X, 1 und 2); im Plankton machten sich diese Fadenpilze jedoch noch bis Gross-Steinheim bemerkbar.

Die am rechten Ufer einmündende Kahl, welche die Abwässer der oberhalb liegenden Zellulosefabrik Alzenau aufnimmt, erwies sich

bei der diesmaligen Untersuchung im Gegensatz zu früheren als verschmutzt. Es zeigte nicht bloss das Wasser der Kahl nach dem 6 km langen Laufe von der Fabrik bis zur Mündung eine stark bräunliche Trübung, sondern es fanden sich auch in dem an untergetauchten Pflanzenteilen haftenden Schlamm typische Abwasserorganismen (VIII, 2), ferner zeigten die Steine unterhalb des Ausflusses Schwefeleisenbesatz. Bei den Resultaten der chemischen Analyse kommen nur die Spuren von Ammoniak und der nach dem langen Laufe des Baches verhältnismässig hohe Permanganatverbrauch (200) in Betracht. Im Mainstrome verschwinden die Kahlverunreinigungen sehr bald.

An der Buhne bei Gross-Auheim (X, 1 und 2) machten sich die dort zur Ablagerung gekommenen Fadenpilze durch faulige Zersetzungsprodukte geltend; etwas weiter unterhalb bildeten Schwimmstoffe, wohl aus Hausabwässern von Auheim herrührend, am Ufer eine schwache lokale Verunreinigung (XI, 1).

Aus dem Abflussrohr der Königlichen Pulverfabrik (Station 330,2) strömte trotz der recht erheblichen Entfernung vom Main Abwasser von  $32,8^{\circ}$ ; auch viele Pilzflocken wurden mit dem Abwasser dem Main zugeführt, welche anderer Art waren (XI, 3) als die oberhalb gefundenen. Diese Pilze, die sich in mehr sauren Abwässern bilden, fanden keine weitere Vermehrung im Flusswasser und verschwanden schon nach einer kurzen Strecke. Treibend im Flusse wurden nur noch vereinzelt Sphaerotilusflockchen gefunden, aber noch viel Calciumkarbonat. Die Azidität des Abwassers betrug 28, jedoch wurde die freie Säure durch das im Main reichlich vorhandene gelöste und ungelöste Calciumkarbonat schnell neutralisiert. Immerhin machten sich bei Gross-Steinheim die Sulfate durch den konstatierten Gehalt von 116 mg  $\text{SO}_3$  im Liter noch bemerkbar.

Hier bei Gross-Steinheim hatte sich die erste umfassende Schlammbank gebildet, nicht bloss unterhalb der Stromknickung am linken Ufer, sondern auch am rechten. Dieser aus Pilzleibern hervorgegangene Schlamm unterschied sich von normalem Flussschlamm, sowie von solchem aus sich zersetzenden grünen Pflanzenteilen und von Abfällen, wie aus Haushaltungen u. s. w. hervorgegangenen, wesentlich und besonders dadurch, dass er eine fast fettartige Beschaffenheit zeigte, leicht beweglich und äusserst schwer absiebbar war; erst nach langem Schütteln und Stossen des Siebes auf der Wasseroberfläche und der dadurch bewirkten Verminderung der feinsten Teile konnte konstatiert werden, dass in diesem stinkenden Schlamme

die sonst im Schlamm häufigen Würmer völlig fehlten. Nur am rechten Ufer wurden einige Zuckmückenlarven mitgehoben, welche in dem über dem Schlamm hinwegströmenden, 5,6 ccm Sauerstoff im Liter enthaltenden Wasser noch zu leben vermochten, während der am linken Ufer in viel dickeren Schichten vorhandene und mit Schwefelwasserstoff geschwängerte Schlamm alles Leben abgetötet hatte, sogar die Kieselalgen. Auch nach dem Trocknen dieses Pilzschlammes und Zerdrücken blieb ein rein graues, ganz feines Pulver zurück.

Der im Hanauer Stichkanal gehobene Schlamm war von ganz anderer Beschaffenheit; auch in diesem waren keine Würmer aufzufinden, ebenso wenig Insektenlarven, jedoch nur, weil durch Unmassen von sich zersetzenden Blättern den Schlammbewohnern die Bewegungsfreiheit genommen war. Es empfiehlt sich, eine Ausbaggerung dieses nach der Angabe seit 4 Jahren nicht entschlammten Kanales vorzunehmen.

Eine schwache Verunreinigung machte sich oberhalb des Ausflusses der Kinzig geltend, während diejenige des städtischen Siels, welches in der Flutrinne ausmündet, meist dem Flussgrunde den für städtische Abfallstoffe, wie Kaffeegrus u. s. w., charakteristischen Stempel aufdrückte (XIV, 5, 6, 7), aber nur auf eine Strecke von ungefähr 200 m. Im Plankton (XV, 1) wurden viel Schwebestoffe konstatiert, Abwasserorganismen mehr vereinzelt; auf dem Grunde unterhalb des Siels dagegen wurden letztere nicht angetroffen.

Die Farbwerke von Leonhard & Co. in Mühlheim lassen, nach den Klagen der Unterlieger zu urteilen, wohl meist gefärbte Abwässer in den Main. Obgleich der Säuregehalt derselben nach der Konzessionsurkunde vom Jahre 1880 bis zu 5 % (!) Säure betragen darf, sollen sie in Wirklichkeit nicht über  $\frac{1}{2}$  % enthalten. Die Reaktion der entnommenen Probe war eine nur schwach saure,<sup>1)</sup> wengleich der Gehalt an Chloriden und Sulfaten als ein hoher befunden wurde. Die unmittelbar am Uferablauf befindlichen Wasserpflanzen zeigten keine Schädigung; es waren noch reichlich junge, lebenskräftige Triebe vorhanden. Wenn zur Zeit der Befahrung nur

---

1) Nach einer Analyse von Dr. Popp & Becker in Frankfurt vom 2. Oktober 1903 betrug die Azidität = 0,4 ccm 1/10 Normalnatronlauge, die Menge der gelösten Stoffe 13,78 g (darin 9,8 Chlor) pro Liter; Arsen war in Spuren vorhanden.

auf 10 m Entfernung vom Abflussrohr im Main eine Färbung des Wassers zu bemerken war, so liess doch der Befund an der weiter unterhalb und auf der anderen Stromseite gelegenen Dornigheimer Fähre (XVI, 9, 11, 12 und 13) sowie an den Steinen des Grundes 100 m unterhalb (XVI, 10) mit Sicherheit darauf schliessen, dass zu Zeiten auch stärker gefärbte Abwässer in den Fluss gelangen. Die Färbung der Ufersteine wurde sogar bis zum Schloss Rumpenheim (XVII, 1) festgestellt, wenn auch im schwachen Masse; ferner liess der im Plankton (XVIII, 1) bis nach Mainkur viel reichlicher als oberhalb vorhandene Detritus (Farbstoffhäute und -reste) auf Zufuhr von noch farbkräftigen Stoffen schliessen.

Die Abwässer der Farbwerke von Leopold Cassella & Co. in Fechenheim sind, nach der untersuchten Probe zu urteilen, viel konzentrierter als die der Mühlheimer; der Chlorgehalt wies die hohe Zahl von 13 200 auf, der Abdampfückstand von 25 779 und der Permanganatverbrauch von 2036 (vergl. Anlage III: XX, 1). Wenn bei Fechenheim nicht wie bei Mühlheim eine Rotfärbung des Grundes oder der Steine bemerkt werden konnte, so findet dieser negative Befund darin seine Erklärung, dass die Cassellaschen Abwässer direkt in die Flutrinne eingelassen werden und hier sofort eine grosse Verdünnung erfahren, während der Mühlheimer Farbwasserausfluss am flachen Ufer ausmündet und sich naturgemäss, auch noch durch Bühnen aufgehalten, am Ufer auf weitere Strecken durch Färbung der Steine u. s. w. bemerkbar machen muss. Gleichfalls wird das Farbwasser, das bei Mühlheim fast ausschliesslich zur Tageszeit abfließt, von den Anliegern im Flusse viel häufiger wahrgenommen als das während der Nachtzeit am Grunde der Strömung in den Main gelangende der Cassellaschen Werke, ganz abgesehen davon, dass der letztere Betrieb ein sehr viel grösserer ist als der erstere.

Eine neue grössere Schlammbank wurde am rechten Ufer gegenüber der Bürgel-Offenbacher Grenze konstatiert und zwar von der Höhe eines Meters. Dieser Schlamm zeigte genau dieselbe physikalische Beschaffenheit wie der bei Gr. Steinheim gehobene. Er ist offenbar während der kälteren Jahreszeit aus unterhalb der Stromknickung zur Ablagerung gekommenen zersetzten Pilzen hervorgegangen, deren schnellere Fäulnis durch die antiseptischen Eigenschaften der Abwässer aus den oberhalb gelegenen Farbwerken, auch wohl aus den gegenüberliegenden Gerbereien gehindert sein mag. Die sonst im Schlamme häufigen Vertreter der gröberen Fauna fanden in solchem Schlamme

nicht ihre Lebensbedingungen. Die Keimzahl betrug über dieser Schlammschicht das vierfache der im Mainwasser oberhalb Aschaffenburg gefundenen Zahl und zwar 8600 bis 10000 Keime in 3 Bestimmungen. Die chemische Untersuchung des Schlammes zeigt die grosse Aufnahmefähigkeit von Wasser (72,5 %) und den verhältnismässig hohen Glühverlust von 25,4 % (Anlage III: XXII, 2). Der Trockenrückstand war grau und pulverförmig, sowie frei von gröberen Partikeln.

Die Abwässer der grossen Farbenfabrik von Karl Oehler in Offenbach scheinen dem Main während der Tageszeit nicht viel Farbstoffe zuzuführen. Auch der Abdampfrückstand, Glühverlust und Chlorgehalt der am 17. September entnommenen Tagesprobe war ein nur geringer, während in der später im November entnommenen braunroten Nachtprobe der Gesamtrückstand fast 10 g im Liter betrug und einen Chlorgehalt von 5400 aufwies, sowie auch Arsen in geringen Mengen. Der bei der ersten Befahrung vor der Abwasser-mündung gedrehte Schlamm war von teerartiger Beschaffenheit.

Die in Bürgel und Offenbach befindlichen vielen Gerbereien und Lederfärbereien führen dem Main sehr viel schlechte und mangelhaft geklärte Abwässer zu, wie bei den beiden Flussbefahrungen, sowie auch bei der späteren genauen Besichtigung der Betriebe konstatiert wurde. Die mechanische Reinigung der Abwässer ist eine sehr unvollkommene, sodass Rinder-, Kälber- und Ziegenhaare auf der ganzen Strecke des linken Ufers im Bürgel-Offenbacher Stadtgebiete den Flussgrund in grossen Massen bedeckten; am meisten kommen diese nach Ansicht der beiden anwesenden Gewerbeinspektoren aus dem Philippischen Betriebe. Mit den Abwässern gelangen aus den Gerbereien auch chromsaure Salze und reduzierte Chromverbindungen, als „Chrombrühen“ (XXVI, 3), sowie viel Kalk in den Main, ferner aus den Häuten noch viel Kochsalz (im Abwasser der Philippischen Lederwerke 1640), sowie das zur Konservierung der Felle zugesetzte Naphtalin (Mayersehe und Feistmannsche Gerberei), welches, wie bei der ersten Befahrung konstatiert werden konnte, am Flussgrund die niedere Fauna zu Grunde richtet. Diese Abwässer reagierten sämtlich ziemlich stark alkalisch; auch Arsen wurde in ihnen nachgewiesen, wie bei Mayer und bei Feistmann. Das Abwasser der Feistmannschen Lederfabrik besass eine Alkalität von 117 und einen Gehalt an Chromoxyd von 56 mg im Liter. So tragen alle die Offenbacher industriellen Abwässer recht erheblich

zur Verunreinigung und Verschlammung des Mains bei. An der letzteren beteiligen sich auch die Abwässer des Schlachthofes und die städtischen Abwässer in hohem Masse.

Bei Offenbach macht sich durch die etwas weiter unterhalb liegende Schleuse schon ein deutlicher Rückstau des Wassers bemerkbar, und die zugeführten festen Bestandteile werden nicht mehr durch die Strömung schnell weitergeführt, sondern gelangen hier in kurzer Zeit zur Ablagerung. Der im Schlamm sich absetzende Kalk, der vollkommen in die kohlen saure Verbindung übergeführt war, machte sich beim Uebergiessen des Schlammes mit Säuren durch ein sehr starkes Aufbrausen bemerkbar. In solchem auch noch haar- und chromhaltigen Schlamme fehlte natürlich die Fauna gänzlich. Nur an den Ufermauern und an den Steinen des Grundes konnten bei erneuerter Wasserzufuhr Schnecken und Insektenlarven in geringen Mengen gedeihen. Im Plankton machten die aus industriellen Betrieben in den Main gelangenden Schwebestoffe den weitaus grössten Teil aus.

Die durch den „städtischen Graben unterhalb des Hafens“ hervorgerufenen und durch unseren Sachverständigen schon im vergangenen Jahre konstatierten Missstände waren in diesem Sommer nach der längeren Hitzeperiode noch sehr viel erheblicher. Die aus dem grossen Abflussrohre strömende graue Jauche gelangte nicht gleich in den Fluss, sondern kam erst in einem Graben mit ganz unbedeutendem Gefälle zur stark stinkenden Fäulnis, sodass mächtige Sumpfgasblasen von auffallender Grösse aufstiegen. Aus diesem Graben waren dem Main soviel feste Stoffe zugeschwemmt, dass diese sich deutlich sichtbar in erheblicher Ausbreitung im Strome noch auf 135 m bemerkbar machten, um sich erst dann zu verteilen; grosse Massen dieser Faulsubstanzen hatten sich bis zu 300 m unterhalb des Grabens auf dem Grunde angehäuft. Dieser Schlamm unterschied sich wesentlich von dem aus Pilzzersetzung hervorgegangenen, namentlich in seinen physikalischen Eigenschaften (XXVIII, 3), sowie auch dadurch, dass nach dem Absieben stinkende grobe Abfälle aller Art zurückblieben. Die im Main forttreibenden Schwebestoffe vermehren sich nun zusehends; schon das unterhalb Offenbach gefischte Plankton enthielt, wie erwähnt, bedeutend mehr organischen Detritus als weiter oberhalb. Unterhalb des städtischen Grabens von Offenbach machte solcher Detritus wieder den weitaus grössten Teil des Planktons aus, und Saprobien (Paramaecien und Stentoren) sowie frisch gebildete Faden-

pilze und deren Zoogloeen waren häufig, ein Beweis für Verunreinigungen mit frisch faulenden Stoffen. Einige der grünen Planktonalgen starben hier ab und beluden sich mit Schwefeleisen; sie sind wohl durch den freien Schwefelwasserstoff abgetötet.

Viel Schmutz aller Art, auch abgestorbene Fische, hatten sich vor den Nadeln des Offenbacher Wehrs angehäuft; die Nadeln selbst lieferten durch ihren Pilzbesatz, der bei der späteren mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung von am 13. September frisch entnommenem Material sich zum grössten Teil als frisch gebildeter erwies, ein sicheres Zeichen, dass das hier durchströmende Mainwasser viel in frischer Fäulnis begriffene Stoffe enthält; aber auch ältere Pilze wurden konstatiert, welche angetrieben sein konnten. Alle diese Pilze stellten eine Vegetation dar, hervorgerufen durch die Abwässer des Offenbacher städtischen Grabens. An den Nadeln hatte sich ferner eine reiche niedere Fauna angesiedelt, die in dem durchlüfteten Wasser für die Atmung und in den Pilzen als Nahrung gute Lebensbedingungen fand. In grösster Anzahl hatten sich in dem an den Nadeln haftenden Schlamm Larven von solchen Insekten angesiedelt, welche ihren Laich ins Wasser ablegen und zwar in Wasser von derartiger Beschaffenheit, dass der aus den Eiern ausschlüpfenden Brut von vornherein die nötigen Lebensbedingungen geboten sind: in diesem Falle viel organische Substanz als Nahrung und reichliche Durchlüftung. Die aus den Eiern geschlüpften jungen Larven verfertigen sich aus den im Wasser enthaltenen und sich an den Nadeln festsetzenden Schwebestoffen mit Zuhilfenahme von Schleim kleine Röhren, welche sie an den Nadeln befestigen. Zum weitaus grössten Teil wurden hier Larven von Zuckmücken konstatiert und zwar der Gattung *Chironomus*: am häufigsten kam die Species *plumosus* vor, welche sich mit Vorliebe von Faulstoffen nährt; aber auch grössere Larven wurden an den Nadeln gefunden, welche der Gattung *Hydropsyche*, einer *Trichoptere*, angehören. Ferner hielten sich in kleinen Röhren auch Würmer auf, und zwar *Tubificiden*, als Röhrenwürmer bekannt; unter ihnen war die häufigste Art *Tubifex rivulorum*. Die Röhren dieser letzteren bestanden z. T. aus Pilzen (*Sphaerotilus natans*). Der Sauerstoffgehalt des Mainwassers weist oberhalb des Offenbacher Nadelwehrs die niedrigsten bis dahin gefundenen Werte auf (4,02); er beträgt also noch nicht die Hälfte der oberhalb Aschaffenburg gefundenen Zahl. Der im Oberkanal der Offenbacher Schleuse entnommene Schamm (XXIX, 9) erwies sich als ein Gemisch von Pilz-

schlamm und solchem aus städtischen und industriellen Abfällen bestehend; vorwiegend war der erstere.

Einige Offenbacher Betriebe, Lederleimfabriken, verunreinigen auch den oberhalb der Schleuse in den Main mündenden Grenzgraben sowohl durch faulende Substanzen als auch durch Aetzkalk. Diese Verunreinigung erstreckt sich deutlich wahrnehmbar bis zum Speckgraben, welcher zur Zeit noch die schlecht gereinigten Abwässer einiger Frankfurter Vororte aufnimmt, die jedoch demnächst der allgemeinen Frankfurter Kanalisation einverleibt werden sollen.

Im Stromgebiet der Stadt Frankfurt und im Hafen kommen die von oberhalb her zugeschwemmten Stoffe teilweise zur Ablagerung. Sie rufen an solchen Stellen, welche von der Strömung nicht dauernd berührt werden, Lagerplätzen von Schiffen u. s. w., stinkende Zersetzungen am Flussgrunde hervor, welche sich nicht bloss im Schlamm geltend machen, sondern auch in dem überstehenden Flusswasser durch die Anwesenheit von Ammoniak.

Die Keimzahl betrug oberhalb des Hafentors 5400; im Hafen selbst, wo das Wasser nicht durch die Strömung berührt wurde, war, wie erst bei der nachfolgenden chemischen Untersuchung konstatiert werden konnte, der Sauerstoffgehalt ein äusserst geringer und zwar der geringste, der überhaupt im Main gefunden wurde; er betrug bei den entnommenen Proben 1,58 und 1,00. Nach 24 Stunden hatten aber die Bakterien in beiden Fällen (XXXII, 2 und 18) den Sauerstoff völlig zum Schwinden gebracht. Allerdings waren die Proben für die Sauerstoffbestimmungen in 5 m Tiefe gepumpt, während bei der später folgenden bakteriologischen Untersuchung die Probe 6 cm unter der Wasseroberfläche entnommen wurde.

Abfälle von den im Frankfurter Gebiete lagernden Schiffen tragen auch zur Verschmutzung bei, doch nur lokal und in geringem Masse. Durch Notauslässe bedingte schädliche Einwirkungen konnten hier nicht konstatiert werden, da bei dem andauernden Mangel an Niederschlägen dieselben wenigstens im Gebiete der Stadt Frankfurt nicht geöffnet sein sollen. Der Schlamm zeigte an manchen Stellen (XXXII, 3) dieselbe Beschaffenheit wie oberhalb Hanau der aus faulenden Pilzen hervorgegangene, an deren Bildung die Kocherlaugen der Aschaffener Zellulosefabriken die Schuld tragen. Trotz der häufig erfolgenden Baggerung und der Freilegungen der Wehre häuft sich solcher Schlamm an gewissen Stellen immer von neuem an und vermindert sich wohl nur dann, wenn die wärmere Wassertemperatur

der Pilzbildung im oberen Stromgebiete nicht förderlich ist. So weit unterhalb wie in Frankfurt wirkt solcher Schlamm indes nicht mehr so aggressiv auf die Lebewelt des Wassers ein wie der frische Schlamm bei Gr. Steinheim; er bietet im Gegenteil für gewisse Würmerarten hier sehr günstige Lebensbedingungen. In der Nähe des Hafens enthielt der Schlamm sehr viel Kohlepartikelchen, von den Kohlenschiffen herrührend; sie können durch ihre absorbierende Kraft nur günstig wirken. Die oberen Schlammschichten vermögen hier selbst Muscheln wieder zu bewohnen; im Vergleich zu der Novemberbefahrung wurden diese aber sehr vermindert gefunden.

Dort, wo das Wasser Gelegenheit zum Stagnieren findet, auch ein Ammoniakgehalt sich bemerkbar machte, traten zahllose Vertreter der mikroskopischen Tierwelt auf, als Bakterienfresser namentlich Rädertiere (XXXII, 1); auch wird hier die Mikroflora wieder eine reichere. Viel ärmer ist hier das Plankton an mineralischem Detritus (Kalk), wie solcher oberhalb Aschaffenburg in grossen Mengen konstatiert wurde; teils ist dieser im Schleusenstau zum Absetzen gekommen, wie sich deutlich an den helleren Schichtungen des schwarzen Schlammes erwies, teils wird er auch durch saure Abwässer der Farbwerke in Lösung gebracht sein.

Einen guten Aufschluss über die Menge der zugeschwemmten organischen Stoffe, sowie auch über den Grad der Färbung des Mains, gab die häufige Bestimmung der Sichttiefe. Am Tage der Untersuchung des Mains im Frankfurter Stadtgebiete betrug am Morgen bei noch nicht eingetretener Färbung des Flusswassers durch die oberhalb gelegenen Farbwerke die Sichttiefe 75 cm; nach der mittags zwischen 11 und 12 Uhr auftretenden rotbraunen Farbe war dieselbe unterhalb des eisernen Steges am linken Ufer auf 43 cm zurückgegangen und betrug um 12 Uhr an der am rechten Ufer um diese Zeit ziemlich frequentierten Badeanstalt 51 cm. Das Wasser war also verhältnismässig stark trübe.

Die chemische Analyse des Flusswassers ergab ein Ansteigen des Abdampfückstandes und des Glühverlustes; der Chlorgehalt war um mehr als das Doppelte gestiegen, wohl veranlasst durch das von den Fellen der Offenbacher Gerbereien weggespülte Salz, sowie auch durch den Chlorgehalt der Farbwässer. Bekanntlich werden die Anilinfarben durch Kochsalz und durch Glaubersalz niedergeschlagen.

Die am Offenbacher Wehr konstatierte und durch die gelösten organischen Bestandteile der Offenbacher Abwässer hervorgerufene

Wasserpilzvegetation wurde am Frankfurter Wehr nicht mehr aufgefunden; hier hatte der Fluss unter Mitwirkung der Mikrofauna und Mikroflora eine gewisse Selbstreinigung erlangt, nur dass er immer noch viel Schweb- und zu gewissen Tageszeiten auch viel Farbstoffe enthielt. Geringe Verunreinigungen wurden noch festgestellt; diese kamen hauptsächlich in der Bildung von Faulalgen (Oscillatorien) an den Schleusenmauern zum Ausdruck (XXXIII, 6). Eine reiche Fauna, namentlich von Insektenlarven, lebte sowohl an den Nadeln dieses Wehres, oft in ganz dicht aneinander gedrängten Röhrchen, wie auch auf den Ufersteinen. Sie befanden sich jedoch meist in noch jugendlichem Zustande, während sie im November 1903 viel weiter im Wachstum fortgeschritten und von erheblicherer Grösse waren; im letzteren Lebensstadium tragen sie natürlich sehr viel zur Beseitigung der gerade in der kalten Jahreszeit so häufigen Wasserpilze bei. An Stelle dieser Pilze wurde jetzt die Alge *Cladophora* recht häufig gefunden; sie bildete oft grosse Büschel an den Mauern, Pfählen und Nadeln der verschiedenen Schleusen.

Der in den Unterkanal der Frankfurter Schleuse mündende Austrägergraben führte mit den Abwässern von Niederrad zur Zeit dem Main keine Verunreinigung zu; dagegen gelangten aus der Hasenhaarschneiderei und Hutstofffabrik vorm. H. Donner viel Hasenhaare mit zum Abfluss. Die chemische Analyse des Grabenwassers ergab auch einen hohen Gehalt an Ammoniak (86 mg) und einen Permanganatverbrauch von 303 mg; salpetersaures Quecksilber, das nach Angabe in dem Donnerschen Abwasser vorkommen könnte, wurde nicht nachgewiesen; auch fand sich unterhalb des Ausflusses auf Steinen und zwischen denselben angesiedelt eine reiche Wasserfauna vor (XXXV, 2).

Die Wertheimsche Asbest-Pappenfabrik, beim roten Ham gelegen, besitzt mangelhafte Kläranlagen. Die beiden Klärgruben hatten einen viel zu geringen Umfang, so dass die vielen Sinkstoffe, wie Chinaclay und Asbest in denselben nicht in genügender Weise zum Absetzen gelangen konnten. Diese Substanzen lagerten in grossen Mengen bis auf eine Entfernung von 100 m unterhalb des Abwasserausflusses am Flussgrunde, vermischt mit von oberhalb aus dem benachbarten Donnerschen Betriebe kommenden Hasenhaaren. Es scheinen aber nicht nur die Abflüsse der von ungefähr 100 Arbeiten benutzten Pissoirs mit in den Abwasserausfluss zu gelangen, sondern dem Befunde nach (XXXVI, 2a) auch noch Fäkalien. Auf der Strecke

von 5 bis zu 100 m wirkten die Abflüsse der Wertheimschen Fabrik auf das tierische Leben des Flussgrundes schädigend.

Eine starke Verschmutzung des Mains wird durch die aus der Kläranlage der Stadt Frankfurt kommenden Abwässer herbeigeführt. Diese Anlage befand sich zur Zeit der Besichtigung im Umbau, welcher nicht bloss eine Verbesserung der Vorklärung zum Zweck hat, sondern besonders auch eine solche der Klärbecken (vergl. das Begehungsprotokoll); durch eine Vermehrung derselben soll die Durchlaufgeschwindigkeit des Abwassers verringert werden. Von Wichtigkeit ist auch, dass die Klärbecken mit Schlammfängen versehen werden, aus denen der Schlamm abgepumpt werden soll. Dieser gelangt auch jetzt schon in grosse Absatzbecken zum Austrocknen an der Luft. Trotzdem dieser Schlamm mit Torf überstreut war, verbreitete er, was bei jeder Vorbeifahrt konstatiert werden konnte, einen weithin je nach der Windrichtung wahrnehmbaren Gestank, über welchen die Anlieger schon häufig Beschwerde geführt haben sollen. Die Ursache dieser argen Geruchsbelästigungen scheint darin zu liegen, dass der Schlamm in viel zu dicken Schichten zur Ablagerung gebracht wird und sich demnach in dauernder starker Gärung befindet, deren Gasentwicklung die aufgebraachte Torfschicht nicht zu verhindern vermag; auch andere Versuche (mit Kalk und Eisenvitriol) zwecks Hebung der Geruchsbelästigungen sollen fehlgeschlagen sein.

Die chemische Analyse des am untersten Ende der Auslaufgalerie zum Ablauf in den Main gelangenden Abwassers ergab noch einen Gehalt von 49 mg organischem Stickstoff.

Der Abwasserauslauf mündet in der Stromrinne des Mains am Grunde aus. Die hier mit dem Heyrothschen Apparate geschöpften Wasserproben zeigten deutliche Reaktionen auf Ammoniak und salpetrige Säure, die in weiterer Entfernung verschwanden. Vor der Abflussöffnung hatten sich nur grobe Abfälle, wie Papierfetzen, Zahnstocher, Obst- und Gemüsereste u.s.w. abgelagert. Alle feineren Stoffe wurden schnell mit der Strömung weitergeführt. Wie gross die Menge dieser in den Main geschwemmten und meist schon in Fäulnis befindlichen Schwebestoffe ist, konnte nicht bloss durch die bakteriologische Untersuchung (am 15. September 200 m unterhalb des Ausflusses an der Oberfläche: Keimzahl 15000), sondern besonders auch durch die Bestimmung der Sichttiefe konstatiert werden; oberhalb des Kläranlagenausflusses betrug dieselbe 64 cm, dicht unterhalb aber nur 25 cm. Darauf schien eine schnellere Verteilung der Schweb-

stoffe im Strome stattzufinden, denn schon 20 m unterhalb des Ausflusses betrug die Sichttiefe an der Oberfläche 53 cm, und 50 m unterhalb wieder 63 cm. Es scheint sonach an der Ausflusstelle eine schnelle Aufwirbelung des Abwassers nach oben zu erfolgen, worauf dann weiterhin die schweren Stoffe sich mehr am Grunde halten und durch die Stromverhältnisse dem linken Mainufer zugetrieben werden.

Unterhalb des grossen Notauslasses der Frankfurter Kanalisation, welcher der Kläranlage gegenüber auf der rechten Mainseite ausmündet, wurde gleichfalls eine sehr starke Verunreinigung konstatiert, und zwar war nach dem Befunde zu schliessen, dass sowohl vor längerer Zeit, als auch unlängst verunreinigende Zuflüsse stattgehabt hatten. Der unterhalb des Notauslasses auf einer weiten Uferstrecke angehäufte Schlamm enthielt sehr viel frisch faulende Stoffe, ferner frische Kirscherne u. s. w.; die Ufersteine zeigten sowohl auf der Unterseite, wie auch auf der Oberseite einen Überzug von Schwefeleisen, ein Beweis von sich andauernd abspielender Zersetzung mit Schwefelwasserstoffentwicklung. Bei der anhaltenden Trockenheit des ganzen Sommers bezw. dem Ausbleiben von grösseren Niederschlägen kann ein selbsttätiger Überlauf der Abwässer nicht stattgefunden haben. Wie der oben genannte Befund zu erklären ist, ist diesseits nicht weiter geprüft worden. In weiterer Entfernung vom Notauslass war auf dem rechten Ufer kein Schlamm zur Ablagerung gekommen, ebensowenig wie in der Strommitte. Den steinigen Grund der rechten Flussseite kleideten dagegen viele Schwämme (Spongillen) aus, welche sich mit Vorliebe von fein verteilten faulenden Abfällen nähren. Zu Anhäufungen von stinkendem, faulendem Schlamm kam es wegen der dort herrschenden schwächeren Strömung auf der linken Mainseite; ganz besonders hatte er sich zwischen den Schilf- und Rohrbeständen abgelagert und bot der sogenannten Abwasserfauna willkommenen Aufenthalt und Nahrung. Durch die hier lagernden Faulstoffe kam es an den untergetauchten Wasserpflanzen zur reichlichen Bildung des Fadenpilzes *Sphaerotilus* (XXXVII, 14a und b). Diese Verhältnisse waren am linken Ufer noch die gleichen 600 m unterhalb der Kläranlage, während sich von hier ab auch am rechten Ufer die Zersetzungsprozesse faulender Substanzen an der Bildung von Schwefeleisen auf den Ufersteinen kenntlich machten. Im Wasser des Strommitte waren noch weithin die durch Gallenfarbstoffe tingierten Fragmente von Muskelfasern nachzuweisen, als Leitstoffe für Fäkalien. Gleichfalls fanden sich am linken Ufer abgelagert noch auf weitere Strecken die Reste von Zeitungs- und

anderem Papier, wie sie aus den Klosetts ins Abwasser gelangen, ebenso auch Reste von Muskelfasern (XXXVIII, 3d und 4). Die aus der Frankfurter Kläranlage in den Main gelangten Schwebestoffe liessen sich bei dem hellen Wetter vom Boote aus schon mit blossen Auge bis fast 1 km Entfernung vom Ausflusse erkennen. Das Verhältnis des Planktons zum Pseudoplankton wurde hier wie 1 : 7,7 (!) festgestellt<sup>1)</sup>. Es überwog also das letztere das erstere in ganz ungewöhnlich hoher Weise. Wie gross die Menge der faulenden Substanz in diesen Schwebestoffen ist, konnte durch die starke Entwicklung von Schwefelwasserstoff nach dem Übergiessen derselben mit Salzsäure bewiesen werden. Der Absatz dieser Schwebestoffe wurde am linken Ufer gegenüber Griesheim noch in grossen Anhäufungen konstatiert.

In ähnlicher Weise wie die Abwässer der Stadt Frankfurt schädigen den Main die Abwässer der Griesheimer chemischen Fabriken: 1. des Chemikalienwerks Griesheim (oberer und unterer Betrieb, früher Nötzel, Istel & Co., sowie Marx & Müller) und 2. der Chemischen Fabrik Griesheim, deren Betrieb Elektron oberhalb des Chemikalienwerks gelegen ist, während der Betrieb Maintal sich stromabwärts daran anschliesst. Der erste oberhalb des Betriebes Elektron in den Main mündende Ausfluss scheint unschädliche Tages- und Küchenwässer der Beamtenwohnungen zu enthalten; dagegen ist der Abfluss<sup>2)</sup> aus dem Betriebe Elektron nicht harmlos; auch war die Temperatur des

1) Das frisch entnommene Plankton wurde in einem grossen Spitzglase so lange unter möglichster Kühllhaltung bei Seite gestellt, bis sich der gröbere, dunkelbraun gefärbte Detritus abgesetzt hatte; von diesem Bodensatz wurde dann das Plankton in ein anderes Glas abgegossen. Der Bodensatz wurde noch einmal und, wenn es erforderlich schien, zweimal mit filtriertem Flusswasser aufgerührt und das nach dem Absetzen vom Niederschlag getrennte Wasser mit dem ersten lebenden Plankton vereinigt. Beide Proben wurden mit Formalin konserviert und in Berlin volumetrisch bestimmt.

2) Nach einer nachträglichen Mitteilung der Königlichen Wasserbauinspektion zu Frankfurt vom 3. Januar 1905 existieren in Griesheim für den Betrieb Elektron 7 Ausflüsse, und zwar folgende:

1. Ein Ausflussrohr zwischen den beiden ersten Häusern,
2. ein desgl. beim dritten Haus,
3. ein desgl. vom Arbeiterheim,
4. ein desgl. oberhalb der Schwefelkieshalle,
5. ein gewölbter Abflusskanal unterhalb derselben,
6. ein desgl. vor dem Fabrikeingang,
7. ein desgl. oberhalb des Hebewerks.

Aus den drei letzteren Rohrleitungen fliessen die Fabrikabwässer ab.

abfliessenden Wassers eine ziemlich hohe (nach Mischung mit Flusswasser noch 35,3<sup>0</sup>) und der Geruch ein aromatischer, zugleich aber ein schwefelwasserstoffartiger. Vor dem Auslauf hatte sich teeriger Schlamm angehäuft, welcher die Fauna des Grundes abgetötet hatte, und zwar bis auf eine Strecke von über 50 m.

Viel mehr Sink- und Farbstoffe wurden durch das Chemikalienwerk Griesheim dem Flusse zugeführt, erstere mehr durch den oberen Betrieb (früher Marx & Müller), letztere mehr durch den unteren (früher Nötzel, Istel & Co.). Aus dem oberen Betriebe wurden ferner soviel teerige Stoffe abgeführt, dass alle Rohrstengel am Ufer unterhalb des Ausflusses damit schwarz und meist glänzend behaftet waren. Grosse Anhäufungen bildeten die mit dem Abwasser in den Main gelangten Sinkstoffe, meist aus schwer löslichen Kalksalzen bestehend. Jemehr der schwefelsaure Kalk, auch wohl noch andere Schwefelverbindungen, sich mit dem Flussschlamm mischen, desto mehr wirkt dieser vermöge der sich in ihm entwickelnden Gase (meist Sumpfgas, Methan) reduzierend auf dieselben unter oft starker Bildung von Schwefelwasserstoff. Dieses Gas schlägt die im Flusswasser enthaltenen Eisenverbindungen als schwarzes Schwefeleisen nieder und erteilt dem Schlamm dadurch eine schwarze bis tief-schwarze Farbe. Je nachdem die Zuflüsse viel oder wenig Schwefelverbindungen enthalten, bilden sich auf dem Flussgrunde schwarze oder weisliche Schichten, welche im weiteren Laufe schliesslich völlig schwarz werden. Solche meist mit Schwefelwasserstoffentwicklung verbundenen Reduktionsprozesse würden vielleicht nicht in so intensivem Masse bei Griesheim auftreten, wenn nicht schon der Schlamm von oberhalb her noch immer stark fäulnisfähig wäre, d. h. wenn nicht die schlecht gereinigten Abwässer der Stadt Frankfurt hier den Flussgrund schon geschädigt hätten.

Dieser Umstand ist wieder beweisend dafür, dass bei grösseren Verunreinigungen nie mit einem bestimmten Verdünnungsverhältnis bezw. mit der Wasserführung des Vorfluters allein gerechnet werden darf, sondern dass es stets auf die örtlichen Verhältnisse ankommt.

Wenn Freund und Uhlefelder<sup>1)</sup> in „Versuchen mit Nachbehandlung der Frankfurter Abwässer in Oxydationsfiltern“ diese verwerfen, weil sie zu teuer und „unnötig seien, da ja ein guter Vorfluter

---

1) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. XXXIV. 1902. S. 292.

vorhanden sei“, so sind bei diesem Urteil die weiteren Verunreinigungen unterhalb und die schädlichen Wirkungen von dem Frankfurter Faulschlamm auf Griesheimer Chemikalienabfälle ausser Acht gelassen.

Die Bedingungen für tierisches Leben waren in dem schwefelwasserstoffhaltigen Schlamm des oberen Betriebes völlig ausgeschlossen.

Aus dem unteren Betriebe des Chemikalienwerks Griesheim kamen soviel Farbstoffe, dass nicht bloss das Flusswasser, sondern auch selbst der Schlamm rot gefärbt war; doch fanden sich der Strommitte zu noch einige allerdings sehr widerstandsfähige Vertreter der gröberen Fauna, wie Egel und Chironomuslarven.

Am meisten Niederschläge hatten sich unterhalb des Betriebes Maintal abgelagert. Hier fanden sich neben weissen kalkigen Abscheidungen auch rote, blaue und grünliche Schichtungen, welche in weiterer Entfernung und Durchmischung mit dem reduzierenden Flusschlamm völlig schwarz wurden. Diese Abfälle enthielten auch Schwefel in Substanz (mit solchem werden ja Benzolderivate behandelt) in derartigen Mengen, dass derselbe mit blossem Auge leicht aus dem Bodensatz herausgelesen werden und zur Identifizierung verbrannt werden konnte. Die Umsetzung des Schwefels in dem kalkalkalischen Schlamm musste hier natürlich in viel höherem Masse durch Bildung von Schwefelwasserstoff pp. auf den Fluss einwirken, sodass der Geruch des Schlammes ein fast fäkalartiger wurde (XLI, 4 g und h). Die auf der Wasseroberfläche befindliche irisierende Schicht bewies, dass auch noch teerölartige Produkte mit dem Abwasser in den Fluss gelangen; ebenso wies der Schlamm, nachdem der freie Schwefelwasserstoff durch grössere Wassermengen fortgeführt oder oxydiert war, nach 200 m einen mehr aromatischen Geruch auf; ferner blieben nach dem Absieben des Schlammes, der gänzlich ohne Leben war, teerartig glänzende Massen zurück, und zwar noch über 300 m hinaus (XLI, 4 m); erst nach 400 m erschien wieder schwaches Leben. Trotzdem aus den Griesheimer chemischen Fabriken viele Sinkstoffe dem Strome zugeführt werden, trieb die grössere Menge derselben von der Frankfurter Kläranlage an immer noch auf der linken Seite des Flusses, wie durch Bestimmung der Sichttiefe (XLI, 5) bewiesen werden konnte. Die Mitte blieb auch hier bei Griesheim völlig schlammfrei, während sich das ganze linke Ufer verschlammte zeigte.

Dass die sich aus dem Chemikalienschlamm entbindenden giftigen Gase auch die im Wasser schwebenden mikroskopischen Lebewesen

schädigten, konnte bei der Untersuchung des unterhalb der Werke bis zum Höchster Wehr gefischten Planktons an abgestorbenen und schwarz gefärbten Planktonalgen (XLI,9) konstatiert werden. Hier wurden im Plankton auch Schwefelpilze gefunden.

Seit längeren Jahren ist die Schlammanhäufung vor dem Höchster Wehr eine bedeutende gewesen, und es wurde oft die Frage aufgeworfen, welche Verunreinigung am meisten die Schuld trage. Auch wenn bei der Flussbefahrung dieser Frage von vornherein keine Bedeutung beigelegt worden wäre, hätten doch die Unterschiede der Schlammführung und der Schlammbeschaffenheit auf den beiderseitigen Ufern auffallen müssen. Oberhalb der Frankfurter Kläranlage waren die Verhältnisse sowohl im Strom wie am Flussgrunde und an den Ufern beiderseits sich ziemlich gleich. Von hier an trat zwischen beiden Ufern ein merklicher Unterschied ein, abgesehen von der durch den grossen Frankfurter Notauslass nur zeitweise veranlassten Verunreinigung. Durch die dauernde Zufuhr von fäulnisfähigen Schwebe- und Sinkstoffen, wie sie mit den Abwässern aus der Frankfurter Kläranlage gelangen, findet, wie erwähnt, eine erhebliche Schlamm- bildung statt, welche, durch Strom- wie auch durch Bodenverhältnisse bedingt, sich fast ausschliesslich auf das linke Ufer beschränkt. Hier zieht sich der Schlamm, teilweise durch Uferpflanzen, namentlich Rohrbestände festgehalten, auf die ganze Strecke bis unterhalb Griesheim hin, wo er stellenweise zu grösseren Anhäufungen gelangt; durch den Wehrstau kommt sodann der Schlamm zu immer stärkeren Ablagerungen und erreicht vor dem Höchster Wehr eine Mächtigkeit von  $1\frac{1}{4}$  m. Dieser aus städtischen Abfallstoffen hervorgegangene Schlamm charakterisiert sich durch eine faulige Gärung, welche sich durch Entwicklung von Sumpfgasblasen sowie durch Gestank bis zum Höchster Wehr hin kenntlich macht; der Schlamm ist leicht absiebbar, und in ihm lebt eine reiche Fauna, namentlich rote Zuckmückenlarven, Schlammröhrenwürmer, Asseln, Ohrschnecken, kleine Muscheln, Egel u. s. w., welchen Tieren er zum Teil eine gute Nahrungsquelle bietet. Dieser Schlamm ist in seinen physikalischen und biologischen Eigenschaften gleich dem, welcher unterhalb des Offenbacher städtischen Grabens gedreht wurde, und der sich wesentlich unterschied von dem oberhalb gefundenen, aus Pilzsubstanz hervorgegangenen. Die dritte Schlammart ist die, welche unterhalb der Griesheimer Betriebe gehoben wurde. Hier sind es infolge des Mangels von Absitzbecken mit den Abwässern in den Fluss gelangte Abfallstoffe, wie Kalk, Gips, teerartige unlösliche Rückstände

aus der Anilinfarbenfabrikation u. s. w., sogar erbsengrosse Stücke elementaren Schwefels (aus dem Betrieb Maintal), welche sich mit dem Flussschlamm vermischen und diesen mit aus Gips und Schwefel durch Umbildungsprozesse hervorgegangenem Schwefelwasserstoff anreichern, sodass tierisches Leben streckenweise ganz ausgeschlossen ist: erst auf weitere Strecken hin treten in ihm die gegen starke Verunreinigungen sehr widerstandsfähigen Egel (*Nepheles vulgaris*) auf. Der Unterschied der beiden hier in Betracht kommenden Schlammarten — die dritte aus Pilzsubstanzen hervorgegangene spielte unterhalb Griesheim keine Rolle mehr — machte sich vor dem Höchster Wehr in charakteristischer Weise geltend. Während hier am rechten Ufer verhältnismässig geringe Schlammengen gedreht wurden, welche noch den Geruch der aus den Griesheimer Betrieben in den Fluss gelangten Benzolderivate aufwiesen, wurden auf der linken Seite vor dem Höchster Wehr bedeutende Mengen noch in starker Gärung begriffenen Schlammes konstatiert, in welchem noch Papierfetzen und, auf mikroskopischem Wege, durch Gallenfarbstoffe gelb tingierte Muskelfaserreste, sowie — nach der Trocknung des Schlammes — auch viele Haare und Wollfädchen nachgewiesen werden konnten. Besonders charakteristisch ist der mikroskopische Befund von solchen Muskelfasern als Leitfragmenten für Fäkalien in dem Schlamm auf der ganzen linken Uferseite. Schliesslich kommt noch die Uebereinstimmung in der Menge des Glührückstandes bzw. des Aschengehaltes bei den beiden unterhalb der Frankfurter Kläranlage sowie vor dem Höchster Wehr gehobenen Schlammproben in Betracht (17,9 : 82,1 und 17,1 : 82,9); es wurden beispielsweise in dem Chemikalienschlamm unterhalb der Höchster Farbwerke 44,3% Glühverlust und 55,7% Asche, sowie in dem Pilzschlamm gegenüber Bürgel 25,4% Glühverlust und 74,6% Asche konstatiert.

Hiernach sind die missständigen Schlammanhäufungen grösstenteils auf die Frankfurter Kläranlage zurückzuführen. Zu bemerken ist noch, dass auch die Keimzahl in dem hier über den faulenden Schlamm langsam hinwegfliessenden Wasser als die höchste bis dahin gefundene konstatiert wurde und zwar mit 104 000 Keimen pro 1 cem, während sie unterhalb der Frankfurter Kläranlage 15 000 betrug, bei Griesheim aber wieder bis auf 6800 abgenommen hatte.

Der im Flusswasser vorhandene, nicht bloss durch Zersetzung von chemischen Abfallstoffen, sondern auch aus städtischen Ablagen hervorgegangene Schwefelwasserstoff verriet sich durch Bildung von schwarzen Niederschlägen, besonders von Schwefeleisen auf den Nadeln

des Höchster Wehrs; Wasserpilze, wie am Offenbacher Wehr, konnten als Nadelbesatz nicht aufgefunden werden, wenn auch im Flusswasser einige Flöckchen trieben (XLI, 9). Auch an den Nadeln des Höchster Wehrs hatten sich viele Insektenlarven, Schnecken, Würmer u.s.w. angesiedelt; Reste von städtischen Abfällen, wie von Gemüse, Zeitungspapierfetzen mit Muskelfaserresten (XLII, 9) waren vor den Nadeln angetrieben.

Die in den Main am oberen Stadtteil von Höchst mündende Nidda führt dem Fluss auffällige Verunreinigungen nicht zu. Die nach Angabe in den oberen Niddalauf gelangenden Abwässer aus Frankfurter Vororten und einigen industriellen Betrieben sind im unteren Niddalauf für das Auge nicht mehr erkennbar, ebensowenig solche aus dem Sulzbach von Soden herkommend; doch wird der untere Lauf der Nidda durch die Abfälle aus der in Nied befindlichen Gelatinefabrik von Fischer & Schmidt verschmutzt, besonders durch Tierhaare: mit diesen waren ganze Strecken des Niddagrundes bis zum Main hin bedeckt, während die stinkenden Wasch- und Kalkwässer dieser Gelatinefabrik nicht wesentlich zur Verunreinigung einer längeren Niddastrecke beitrugen, ebenso wie es bei den aus dem östlichen Stadtteile von Höchst aus mehreren Ausläufen in die Nidda gelangenden Spül-, Haus- und Fabrikwässern der Fall war. Geringe Pilzbildung hatte hier allerdings statt; auch war vor der Mündung etwas Schlamm abgelagert, aus dem einige Gasblasen aufgestocheert werden konnten, doch zeigte derselbe nur einen schwachen Geruch. Die mechanische Reinigung der Gelatinefabrikabwässer bleibt aber verbesserungsbedürftig. Sehr bemerkenswert war der Vergleich der Sichttiefe der Nidda mit der des Maines, welche letztere 45 cm betrug, während die Nidda trotz der trübenden Zuflüsse nach dem starken Nachtregen eine solche von 1,24 m aufwies.

Recht starke Verunreinigungen führt der Liederbach mit sich, zum geringeren Teil aus der Stadt Höchst und der Gemeinde Unteliederbach, zum weitaus grössten Teil aus der in letzterer Ortschaft ungefähr 3 km weiter oberhalb gelegenen Gerberei von Graubner & Scholl. Die milchig gelb gefärbten Abwässer liessen sich im Main mit voller Deutlichkeit noch 105 m weit verfolgen; auch der Flussgrund war auf eine gleich lange Strecke mit stinkendem Schlamm bedeckt. Bei den „Gerbereiabwässern“ weiter unten in diesem Gutachten wird die erwähnte Gerberei eingehender besprochen sowie Ratsschläge zur Abhülfe der Missstände gegeben werden.

Auch aus der Deutschen Gelatinefabrik in Höchst gelangen äusserst mangelhaft geklärte Abwässer in den Main. Die Zuschwemmung von tierischen Haaren ist hier eine so bedeutende, dass der Flussgrund im weiten Umkreise bis zu den Höchster Farbwerken hin mit solchen Haarzotten sowie mit Kalkbrei und faulenden Abfällen bedeckt war. Auch dem Ufer drückte der aus faulenden Fleischteilen hervorgegangene Schwefelwasserstoff seinen Stempel auf; gleichfalls fanden sich in dem unterhalb dieser Fabrik gefischten Plankton nur ganz vereinzelt Lebewesen, meist nur Detritus und abgestorbene Rotatorien. Eine Verbesserung der Klärvorrichtung ist bei dieser Fabrik dringendes Erfordernis.

Die Höchster Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning entlassen ihre Abwässer aus 4 Ausflüssen in den Main. Der erstere, östliche nimmt die Ablaufwässer der von mehreren tausend Arbeitern benutzten Badeanstalt, sowie andere Seifen- und Fabrikspülwässer auf; er mündet in eine Abzweigung des Liederbaches. Abfälle verschiedener Art, wie sie aus Küchenspülungen resultieren, hatten sich unterhalb des Zuflusses abgelagert und befanden sich im stinkenden Zustande. Bis hierher waren auch noch die aus der Deutschen Gelatinefabrik geschwemmten tierischen Haare getrieben.

Der zweite Ablauf kommt aus der Fabrik selbst und mündet in der Stromrinne unter Wasser aus. Viel gefärbte Stoffe und teerartige Bestandteile hatten dem unterhalb des Ausflusses befindlichen Schlamm ein typisches Aussehen gegeben. Diese schlammige Verunreinigung erstreckte sich nicht bloss auf das linke Ufer und die hier wachsenden Sumpfpflanzen, sondern auch auf die rechte Uferseite, an welcher Schwefeleisenbildung statthatte.

Der dritte Ablauf (aus der Fabrik selbst der zweite) nimmt die Abwässer der Säurefabrik auf und mündet gleichfalls in der Strommitte unter Wasser aus; auch hier flossen gefärbte Abwässer ab, welche viele erbsengrosse, fettartige braune Klumpen mit sich führten, die sich bis unterhalb Kelsterbach in ziemlich grossen Mengen auf der Wasseroberfläche hielten; sie hatten auch die Nadeln des Okrifteler Wehrs verschmutzt.

Sehr viel Schlamm hatte sich unterhalb des letzten Ausflusses angehäuft, der reichlich Küchenabfälle enthielt, aber auch einen nitrobenzolartigen Geruch aufwies. Aus der Mischung aller 4 Abflüsse, welche bald teer- und fettartige, bald Nitrobenzol und Naphtalin enthaltende, bald stark kalkhaltige, sowie fäkalartig stinkende Bodensätze

bildeten, war schliesslich ein Schlamm entstanden, welcher weithin eine durch Schwefelwasserstoff und Sumpfgasbildung stark aggressive Wirkung auf alles im Flusse vorhandene Leben äusserte. Dieser schädliche Einfluss erstreckte sich auch auf die linke Mainseite, sowie auf die im Flusse treibenden Organismen, also das Plankton. Dieser Chemikalienschlamm wies im Gegensatz zu dem unterhalb der Frankfurter Kläranlage angehäuften Schlamm einen sehr geringen Gehalt an Trockensubstanz auf (10,5 %), welche ihrerseits auch nur 55,7 % Asche enthielt. Der Keimgehalt des Wassers war 5 m unterhalb des letzten Ausflusses der Höchster Farbwerke noch höher als über dem Schlamm des Höchster Wehrs und betrug 116 000.

500 m unterhalb der Farbwerke zeigte der Uferschlamm fast überall noch eine Mächtigkeit von 1 m, und erst nach mehr als 3 1/2 km traten vereinzelt die widerstandsfähigen Vertreter der gröberen Fauna im Schlamm auf; bis dahin schien alles abgetötet, was dem Abwasserstromen ausgesetzt war.

Die Abwässer der Kelsterbacher Kunstseidefabrik bewirken zur Zeit keine Verunreinigung des Mains, augenscheinlich weil die sauren Abwässer nicht in den Fluss abgelassen werden, sondern zur Versickerung gelangen (vergl. Begehungsprotokoll). Bei dem sich schnell steigernden und sehr gut prosperierenden Betriebe wird indes eventuell im Interesse der Reinhaltung der Grundwasserstroms für bessere Behandlung der sauren Abwässer Sorge zu tragen sein. Vorkehrungen, dieselben wieder in den Betrieb zurückzubringen, sind nach Angabe in Aussicht genommen.

An der Okrifteler Schleuse war die Schlammanhäufung trotz des Chemikalienschlammes aus den Höchster Farbwerken bedeutend geringer als vor dem Höchster Wehr. Ferner war hier kein Schmutz und Unrat mehr angetrieben, wenn auch die aus den Höchster Farbwerken gelangenden teeartig riechenden, braunen Massen sich an den Nadeln des Wehrs festgesetzt hatten. Die Wasserfauna war an den Nadeln des Okrifteler Wehrs besonders durch Egel charakterisiert, welche gleich den hier weniger zahlreich vorhandenen Insektenlarven meist in Röhren lebten; augenscheinlich erwiesen sich gerade die Egel widerstandsfähiger gegen das Höchster Abwasser als die Vertreter der anderen Fauna.

Der weiter unterhalb am rechten Ufer einmündende Goldbach wird durch viele im Lorsbacher Tal gelegene Gerbereien verunreinigt (vergl. IV: Gerbereien); jedoch sind die Verunreinigungen in

seinem unterem Laufe nicht mehr so stark, dass den Fischen der Aufenthalt in dem Bachwasser nicht mehr ermöglicht wäre. Schlammablagerungen fanden an den beiden Ausflüssen des in seinem unteren Teile „Schwarzbach“ genannten Goldbaches, dem Mühl- und dem Wehrgraben, in erheblichem Masse statt; dieser Schlamm enthielt noch viel faulende organische Substanzen, erstreckte sich jedoch nicht viel weiter als 50 m unterhalb der beiden Ausflüsse. Feine aus dem Bach kommende Schlammartikel wurden natürlich mit dem Mainströme weitergeschwemmt

Durch die Abwässer der Okrifteler Zellulosefabrik kam es weder im November 1903 noch auch im September 1904 zu einer bemerkenswerten Wasserpilzbildung im Main, welche während der kälteren Jahreszeit bis jetzt bei allen von uns untersuchten Zellulosefabrikabwässern in dem Vorfluter beobachtet worden ist. Nur ganz vereinzelte Flöckchen wurden hier aufgefunden. Auf welchen Ursachen das Ausbleiben der Pilzbildung in Okriftel beruht, konnte während der Befahrung und bei der Besichtigung der Fabrik nicht eruiert werden. Neben sehr viel Holzteilen gelangt mit den Abwässern aber auch elementarer Schwefel (nach Angabe aus den Absorptionstürmen) in den Main und zwar in nicht unerheblichen Mengen; es unterliegen diese Schwefelkörner im alkalischen Flussschlamm auch hier einem schnellen Auflösungsprozesse, wie an dem Kleinerwerden der Schwefelstücke, je länger sie im Schlamm verblieben, und an ihrem schliesslichen gänzlichen Verwinden deutlich beobachtet werden konnte. Es kam dabei auch hier zu einer intensiven Schwefelwasserstoffbildung, durch welche die im Flusswasser enthaltenen Eisenverbindungen niedergeschlagen wurden. Der schwefeleisenhaltige Schlamm wurde mit der Strömung weitergeführt, was durch die Untersuchung des Planktons (LIII, 14) bewiesen werden konnte; auch manche abgestorbenen Planktonorganismen waren schwarz mit Schwefeleisen durchsetzt. Unterhalb der Zellulosefabrik Okriftel wurde unter allen im Main für die bakteriologische Untersuchung entnommenen Proben die höchste Keimzahl gefunden und zwar 210 000. Diese war allerdings schon bei der Okrifteler Schleuse auf 140 000 gestiegen. Auch die durch die Reduktionsprozesse bewirkte Sauerstoffabnahme war eine recht bemerkenswerte; während die Sauerstoffmenge oberhalb der Okrifteler Schleuse noch 4,33 ccm in 1 Liter betragen hatte, war sie 50 m unterhalb des Abwasserausflusses der Zellulosefabrik auf 1,22 herabgesunken, ein Gehalt, den Edelfische nicht mehr auszunutzen im

Stande sind, abgesehen von den andern giftigen Gasen, welche selbst mehr widerstandsfähige Weissfische wesentlich schädigen können.

Die Verhältnisse an den weiter unterhalb gelegenen Schleusen bessern sich insofern, als sich hier gröbere Sinkstoffe in nur unerheblichen Mengen ablagern; gleichfalls ist die Menge der feineren mit der Strömung hinweggeführten Schwebestoffe eine geringere geworden. Gelöste Farbstoffe, wohl zum grössten Teil aus den Höchster Farwerken herrührend, halten sich jedoch bis hierher noch deutlich sichtbar, ebenso ungelöste, im Plankton durch rot, lila und blau gefärbte Partikel bei der mikroskopischen Untersuchung bemerkbar. Während im oberen Mainlaufe, von Mühlheim an bis nach Höchst, stets die rote oder die modifiziert rotbraune Färbung des Wassers ausschliesslich konstatiert wurde, war hier neben dieser letzteren auch eine grüne zu bemerken.

Ganz typisch trat hier aber der eigentümliche Geruch auf, welcher von der Okrifteler Schleuse an deutlich zu bemerken gewesen war; aus den chemischen Fabriken schon von Griesheim her in den Main gelangende Benzolderivate, wie gechlorter Benzylalkohol u. a. dergl. aromatisch riechende Produkte, verleihen dem Mainwasser, wenn es in grossen Mengen aufgewirbelt wird, wie am Uebersturz der Wehre, einen ganz besonderen Geruch, den man als hyazinthenähnlich bezeichnen kann; jedoch wird derselbe in unangenehmer Weise durch das, aus den in dem alkalischen Chemikalienschlamm stattfindenden Reduktionprozessen stammende, Schwefelwasserstoffgas modifiziert; dieses letztere wird, wie oben erwähnt, durch die Griesheimer und Höchster chemischen Fabriken sowie durch die Okrifteler Zellulosefabrik aus und mit dem Schlamme ins Mainwasser übergeführt. Wenn auch bald in der Mainströmung eine Oxydation des Gases eintritt, so müssen doch immer Schwefelalkalien (oder organische Schwefelverbindungen, auch solche mit alkalischen Erden), sowie sich durch saure Abwässer wieder umsetzendes Schwefeleisen zusammen mit den aromatischen Verbindungen dem Mainwasser einen solchen charakteristischen Geruch verleihen; alle solche Verunreinigungen schädigen jedoch nicht oder nicht wesentlich die zahllosen Vertreter der gröberen Fauna, welche Tag und Nacht, jahraus jahrein an den Nadeln der Wehre tätig sind, die hier angetriebenen feineren Schlammteile durch ihre Nahrungsaufnahme zum grossen Teile zu beseitigen, um durch ihr Wachstum wieder selbst den Fischen als Nahrung zu dienen. Eine ähnliche Fauna finden wir im Schlamme selbst vor, so lange

dieser nicht durch Chemikalien oder zu starke Fäulnisprozesse geschädigt ist.

Abwässer von kleineren Ortschaften, wie von Rüsselheim u. a. sind nicht im Stande, dem Main auffällige Verunreinigungen beizubringen; doch tragen industrielle Anlagen, wie anscheinend auch die der Opelschen Fahrradfabrik, durch viel Eisenabscheidungen (LV, 1) zur Verschmutzung bei.

Am Kostheimer Wehr waren Schlammanhäufungen garnicht mehr vorhanden; solche wurden auch im November des vorhergehenden Jahres dort nicht bemerkt; gleichfalls war der an den Nadeln haftende Schmutz ein nur geringer, und demgemäss war auch die Fauna zurückgegangen, namentlich die Insektenlarven; vielleicht fühlten sich diese auch nicht wohl in dem hier mit Riechstoffen geschwängerten Wasser. In viel stärkerem Masse als an dem Flörsheimer Wehr hatten sich hier jedoch schwarze Abscheidungen an den Nadeln gebildet, welche ein deutliches Kennzeichen dafür waren, dass das Mainwasser noch Schwefelverbindungen enthielt, welche hier durch gelöstes Eisen zur Abscheidung gelangten. Zur Bildung solcher Abscheidungen tragen die aus Rüsselheim zugeführten Eisenmengen sicherlich mit bei, zumal auch braune Sedimente, bestehend aus Eisenoxydhydrat, an den Nadeln mehrfach gefunden wurden.

Der Geruch und die Braunfärbung des Mains war an der Kostheimer Schleuse nur sehr wenig herabgemindert.

Typische Abwasserorganismen, wie Euglenen u. s. w., die am Höchster Wehr an den Nadeln gefunden wurden, kamen an den weiter unterhalb gelegenen Wehren nicht mehr vor. Der Sauerstoffgehalt war aber kurz oberhalb des Kostheimer Wehrs, wo sich kein Schlamm mehr ablagerte, noch sehr herabgemindert und betrug nur 3,09 cem im Liter.

Unterhalb der Kostheimer Zellulosefabrik wurden ähnliche Verhältnisse gefunden wie bei der Okrifteler Fabrik. In beiden Fällen war die Beseitigung der Abfälle eine sehr mangelhafte, denn auch in Kostheim wurden Unmassen von Holzstücken gedretschet, obgleich in der Fabrik die Zahl der sogenannten Aestefänger um 4 vermehrt sein soll. Ebenso wie in Okriftel waren auch die in Kostheim abfallenden Holzstücke mit Schwefelkörnern beladen, deren Zersetzung im alkalischen Schlamm unter Bildung von Schwefelwasserstoff und anderen Schwefelverbindungen in gleicher Weise statthatte wie in Okriftel.

Die chemischen Analysen des Mainwassers ergaben im Vergleich der oberhalb Aschaffenburg entnommenen Probe mit der an der Mündung des Mains in den Rhein natürlich eine Erhöhung der gelösten Bestandteile, im besonderen der Chloride. Die Chlormenge hatte sich bis zu den unterhalb Hanau gelegenen Fabriken auf 26 mg im Liter gehalten; bei Frankfurt war sie auf 60 gestiegen, in Höchst auf 70, und vor der Mündung betrug sie noch über 60 mg; dementsprechend war auch der Abdampfrückstand von 352 auf 424, 474 und 434 an den genannten Entnahmestellen erhöht, sowie der Glührückstand von 124 auf 142 und vor der Mündung auf 162. Die Alkalität war, wie schon erwähnt, durch Sedimentation des Calciumcarbonats und durch Bindung durch saure Abwässer herabgemindert; besonders war aber der im oberen Mainlaufe reichlich vorhandene suspendierte kohlensaure Kalk durch Ummengen von Detritus aller Art, auch durch fein verteiltes Schwefeleisen ersetzt. Der Permanganatverbrauch im filtrierten Mainwasser hatte schon unterhalb der Aschaffener Zellulosefabrik sich von 25 auf 97 und unterhalb Stockstadt auf 123 erhöht, war dann wieder abgesunken und betrug schliesslich noch 78 mg im Liter.

Das trübe und verunreinigte Mainwasser machte sich im Rhein noch auf eine weite Strecke hin bemerkbar. Dieser trübe Wasserstrom wurde am rechten Ufer des Rheins bis Biebrich hin verfolgt; nach Berichten der begleitenden Beamten bleibt er bis unterhalb Rudesheim deutlich sichtbar.

Obgleich der Rhein stark mit Pilzen trieb, ein Zeichen, dass weiter oberhalb Mainz viele stickstoffhaltige organische Substanzen zufließen, war der Unterschied in der Sichttiefe doch ein recht auffallender; im Rhein betrug dieselbe 1,13 m, während sie im Main vor der Mündung 63 cm betrug und bei Biebrich in dem mit Mainwasser vermischten Rhein 90 cm.

Das Rheinplankton zeigte im Vergleich zu dem des Mains in dem Vorkommen einzelner Organismen Verschiedenheiten, namentlich auch im Fehlen von Palmellaceen, den vielen verschiedenen einzelligen grünen Algenformen; ähnlich verhielt es sich insofern, als es wie der Main oberhalb Aschaffenburg viel suspendierten kohlensauren Kalk mit sich führte, welcher jedoch im Main teils durch Sedimentation, teils durch Bindung von sauren Abwässern bis zu seiner Mündung fast ganz verschwunden war.

Es sei hier noch auf die Resultate hingewiesen, welche die Be-

stimmungen der Alkalinität des Mainwassers (Anlage III) in seinem Laufe von Aschaffenburg bis zur Mündung in den Rhein ergeben haben. Die Alkalinität entspricht dem sog. Säurebindungsvermögen, das für die verschiedenen Flüsse nach neueren Untersuchungen ein verschiedenes ist <sup>1)</sup>, für den Main wurde dasselbe zu 140 festgestellt, d. h. 140 mg SO<sub>3</sub> sind imstande, 1 l Mainwasser, oder vielmehr die in demselben enthaltenen Bicarbonate des Calciums und Magnesiums zu neutralisieren. Die Zahl 140 entspricht einer Alkalinität von 35, wie solche oberhalb Aschaffenburg im filtrierten Mainwasser gefunden wurde, im unfiltrierten 36 <sup>2)</sup>. Im Frankfurter Stadtgebiet betrug die Alkalinität des Mainwassers 32, unterhalb der Griesheimer und Höchster Farbwerke 31 und vor der Mündung in den Main nur noch 30 (gleich einem Säurebindungsvermögen von 120).

Nun ist es aber bekannt, das die Alkalinität im Laufe der Flüsse gewöhnlich nicht ab- sondern zunimmt, allem Anschein nach hauptsächlich eine Folge der von bewohnten Stätten abfallenden Laugen; für den Main wurde von uns aber das Gegenteil konstatiert (ein Wiederanstiegen wurde nur unterhalb der kalkhaltigen Zuflüsse von zwei Zellulosefabriken beobachtet), ein Zeichen, dass aus gewissen am Main gelegenen industriellen Betrieben soviel saure Abwässer abgelassen werden, dass die Alkalinität schliesslich um 20 % abgenommen hat, während sie unter anderen Verhältnissen zugenommen haben müsste. Was die Keimzahl anbetrifft, so betrug dieselbe unterhalb der Kostheimer Schleuse noch 40000 (oberhalb derselben allerdings nur 20000), während das Rheinwasser oberhalb des Mainzuflusses in 1 ccm trotz der vielen treibenden Fadenpilze nur 2400 Keime enthielt, 1 km unterhalb des Mainzuflusses war die Keimzahl im Rhein schon wieder auf 20000 gestiegen, gewiss ein Zeichen der ungünstigen Beeinflussung dieses Stromes durch das Mainwasser. Auch eine geringe Abnahme des Sauerstoffgehaltes wurde an der letzteren Stelle konstatiert, und zwar von 5,45 auf 4,79, während das Mainwasser vor der Mündung 4,19 ccm Sauerstoff in 1 Liter enthalten hatte.

Alle während der 3 Wochen ausgeführten Mainuntersuchungen: die biologischen, d.h. die zoologischen, botanischen und bakteriolo-

1) Vergl. C. Weigelt, Erster Tätigkeitsbericht, erstattet der Generalvers. des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands. Sonderabdruck aus der Zeitschrift: Die chem. Industrie. S. 10.

2) Bestimmung nach Wartha, 100 ccm Wasser erforderten 3,5 ccm  $\frac{1}{10}$ -Normalsalzsäure zur Neutralisation.

gischen, wie die chemischen, einschliesslich der Sauerstoffbestimmungen, ferner auch die physikalischen (Feststellung der Sichttiefe) geben, wie aus den angeführten Beispielen und aus den beigegebenen Tabellen hervorgeht, miteinander übereinstimmende Resultate, sodass hierdurch die Beurteilung der einzelnen Mainstrecken wesentlich erleichtert wurde und zugleich an Sicherheit gewinnt.

Die Frage, ob etwa durch das von der Frankfurter Kläranlage an sehr verunreinigte Mainwasser auch der Grundwasserstrom in Mitleidenschaft gezogen würde, war bei der zweiten Mainbefahrung berücksichtigt worden. Es wurden an mehreren, in verschiedener Weise angelegten und in unmittelbarer Nähe des Schleusenstauens belegenen Brunnen und im Vergleich dazu auch an dem benachbarten Mainwasser Untersuchungen angestellt, gleichfalls an einem nahe am Ufer belegenen, sehr viel Gebrauchswasser für die Okrifteler Zellulosefabrik liefernden grossen Brunnen.

In keinem Falle ergaben sich Anhaltspunkte dafür, dass die Verunreinigungen des Mains auch in das Grundwasser übergegangen seien. Das in der Schleusenammer von Okriftel befindliche Wasser wies die hohe Keimzahl von 140 000 auf, während das Wasser des benachbarten Brunnens nur die geringe Menge von 54 Keimen enthielt. Die Resultate der chemischen Analyse entsprechen denen der bakteriologischen Untersuchung (zweite Befahrung L, 1 und L, 2).

Ueber die Verunreinigung des Mains durch die 4 Zellulosefabriken in Aschaffenburg, Stockstadt, Okriftel und Kostheim ist folgendes kurz zusammenfassend zu bemerken:

Alle 4 Fabriken arbeiten nach dem Mitscherlichschen Verfahren, d.h. sie stellen durch schweflige Säure gebleichte reinweisse Holzfasern her. Die holzinkrustierende Substanz geht bei diesem Prozesse in die Kocherlaugen über. Diese wirken doppelt schädlich auf den Vorfluter erstens durch die, nicht bloss als direktes Fischgift schädliche, sondern auch das mikroskopische pflanzliche und tierische Leben im Flusswasser schädigende schweflige Säure, welche sich allerdings in viel Wasser führenden Vorflutern bald in Schwefelsäure umsetzt und als solche, gebunden an Kalk, nicht mehr aggressiv auf die Lebewelt der Flusses einwirkt, zweitens durch die sehr beträchtlichen Massen von organischer stickstoffhaltiger Substanz. Die Bedingungen, unter welchen sich diese durch Verdünnung mit dem Wasser des Vorfluters in Pilzzellen umsetzt, sind noch nicht genügend erforscht, weder wissenschaftlich, noch in praktischer Beziehung. Tatsache ist,

dass es in der wärmeren Jahreszeit, d. h. bei höherer Wassertemperatur, nur selten, wenigstens in grossen Vorflutern, zur intensiven Pilzbildung kommt, während im Herbst, Winter und Frühling die Pilzbildung meist schon unmittelbar am Kocherlaugenzufusse auftritt. Die Temperatur des Mainwassers betrug während der Zeit der beiden Befahrungen von Ende August bis Mitte September im Durchschnitt  $17,3^{\circ}\text{C}$ ; bei derselben wurde unterhalb der Zuflüsse der Kocherlaugen in keinem Falle Pilzbildung bemerkt, wohl aber am Zufluss der Waschwässer unterhalb Stockstadt sowohl, wie in Kostheim; in Aschaffenburg auch schon in den Klärbecken. Die Vermehrung der grünen Algen, sowohl der treibenden wie der festsitzenden, schien durch die viele organische Substanz der Kocherlaugen nicht sehr gefördert zu sein. Die Stromgeschwindigkeit ist im nicht kanalisiertem Teil des Mains für deren Bildung vermutlich eine zu grosse.

Durch welche Verhältnisse es bedingt ist, dass unterhalb der Okrifteler Zellulosefabrik Pilze nicht auftreten, konnte bis jetzt nicht eruiert werden; weder bei der Befahrung im November der vorigen Jahres, also in der kalten Jahreszeit, noch bei den beiden diesjährigen Untersuchungen konnten unterhalb der Ausflüsse treibende Pilzflocken aufgefunden werden. Die Tatsache, dass in Okriftel die Kocherlaugen nach dem Ritter-Kellnerschen Verfahren bei höherer Temperatur ( $145\text{—}160^{\circ}$ ; nach Mitscherlich kommen nur  $106\text{—}110^{\circ}$  zur Anwendung) und unter hohem Drucke erzeugt werden, kann wohl für das Ausbleiben der Pilzwucherung nicht als Erklärung herbeigezogen werden.

Die Pilze, von denen verschiedene Arten in Betracht kommen, von denen von unserem Sachverständigen im Main bei den Zellulosefabriken aber nur die eine Art *Sphaerotilus natans* festgestellt wurde, bilden für den Fluss eine arge Kalamität. Nicht bloss, dass sie die Verwendung des unfiltrierten Mainwassers als Gebrauchswasser für manche Gewerbe, wie für Wäschereien, Bleichereien u. s. w., zur Zeit des Maximums ihres Auftretens fast unmöglich machen, dass sie die Badeanstaltsbesitzer schädigen, dass sie den Fischern die Netze verkleben, oft sogar dieselben völlig verstopfen, sie rufen auch an Stellen, wo die Stromgeschwindigkeit des Flusses sich verringert und es zu Stauungen kommt, durch ihre Ablagerungen Fäulnisprozesse hervor, welche meist eine langlebige Quelle von Verunreinigungen bilden. Solche Pilzsedimente, welche sehr schnell in Zersetzung übergehen unter Entbindung von Schwefelwasserstoff und weiterer intensiver

Schwarzfärbung des Schlammes durch Schwefeleisen, wurden in geringen Mengen unterhalb der Bühnen konstatiert, in sehr grossen aber unterhalb der Stromknickungen, wie bei Gross-Steinheim und Bürgel gegenüber, ferner natürlich oberhalb der zunächst gelegenen Wehre. Dieser Pilzschlamm war von einer fast fettartigen Beschaffenheit und derart klebrig, dass er sich nur sehr schwer auf der Wasseroberfläche absieben liess. Den üblichen Bewohnern normalen Flussschlammes, wie Würmern, Insektenlarven, Krustaceen u.a. limicolen Lebewesen, gewährt dieser Pilzschlamm vermöge seiner anormalen Eigenschaften nicht die erforderlichen Lebensbedingungen. Er wirkt ferner noch dadurch schädigend, dass durch die vielen sich in ihm bildenden reduzierenden Gase, wie namentlich Methan und Schwefelwasserstoff, der für das Tierleben nötige Sauerstoff nicht bloss in, sondern auch über dem Schlamm verdrängt wird. Während bei der Novemberbefahrung von den Aschaffburger Zellulosefabriken herrührende Pilze noch an der Frankfurter Schleuse treibend gefunden wurden, war diesmal das Mainwasser mit Ausnahme einiger sich nicht weit erstreckender Pilzbildungen, wie unterhalb des Stockstadter Waschwasserausflusses, im grossen und ganzen pilzfrei; aber wie gesagt, die vom Winter und Frühling her abgelagerten Pilze führten andauernde lokale Schädigungen herbei.

In den Kocherlagen, welche mit jeder Kocherfüllung, die etwa 50 cbm beträgt, dem Flusse 5400 kg organische Substanz zuführen (die Kocherlagen der A.G. für Zell- und Maschinenpapierfabrikation Aschaffburg betragen allein täglich 43 500 kg), wird diese bei der herrschenden Wassertemperatur von über 17° nicht in Pilzsubstanz umgesetzt; es wurden unter solchen Umständen die vielen organischen Massen durch die Verdünnung unschädlich gemacht. Die chemische Analyse des Mainwassers zeigte unterhalb Stockstadt keine wesentliche Erhöhung der festen Bestandteile, wenn auch der Permanganatverbrauch fast um 30 % gestiegen war, entsprechend dem hohen Verbrauch an Permanganat der Kocherlagen selbst (11376 mg im Liter); auch durch die bakteriologische Untersuchung wurde keine sehr erhebliche Vermehrung der Keimgehaltes durch die Stockstadter Kocherlagenzuflüsse (von 4900 Keimen in Aschaffburg auf 6400 1 km unterhalb Stockstadt) erwiesen.

Freie bzw. halbgebundene schweflige Säure konnte bei der diesmaligen Befahrung im Mainwasser überhaupt nicht aufgefunden werden, während im Mai 1903 der Gehalt des Stockstadter Abwassers, wie es

in den Main gelangte, an „freier“ (frühere Analyse von Dr. Rau in Hanau) schwefliger Säure 186 mg im Liter betrug.

Bei der diesmaligen Befahrung übten die abgelassenen Waschwässer eine mehr grobsinnlich wahrnehmbare Verunreinigung aus als die sonst so bedenklichen Kocherlaugen: in Stockstadt durch eine, wenn auch nicht erhebliche Pilzbildung, in Aschaffenburg durch viele mitgeführte Unreinlichkeiten, welche sich noch am Ausflusse der Aschaff in den Main geltend machten durch Bildung von Schwefelpilzen und Faulalgen. Auch die chemische Analyse des Aschaffwassers zeigte mehrere km unterhalb der Fabrik noch einen Permanganatverbrauch von 1308 mg im Liter (Anlage III: IV, 7 und 8). Dagegen war in Okriftel und Kostheim die Verunreinigung durch die dortigen Zellulosefabriken ganz anderer Art. Hier war die mechanische Reinigung der Abfallwässer eine derartig mangelhafte, dass vor dem Auslaufe beider Fabriken sich Unmassen von Holzstücken, sogenannte Aeste, angesammelt hatten, welche allmählich im Flusse in Zersetzung übergingen; aber ein noch viel schlimmerer Umstand war der, dass aus beiden Fabriken sehr viel Körner elementaren Schwefels mit in den Fluss geraten waren, welche im alkalischen Schlamm einem schnellen Umsetzungsprozesse unterlagen unter reichlicher Bildung von Schwefelwasserstoff. Die Zersetzung unterhalb des Okrifteler Ablaufes war eine derart starke, dass hier 15 m unterhalb desselben bei der bakteriologischen Untersuchung 210 000 Keime konstatiert wurden, eine Zahl, wie solche gleich hoch an keiner andern Stelle des Mains gefunden war; noch 50 m weiter unterhalb betrug der Sauerstoffgehalt nicht viel mehr als 1 cem im Liter.

Es muss Sorge getragen werden, dass bei den letzteren beiden Fabriken Einrichtungen getroffen werden für bessere mechanische Vorklärungen, sodass nicht bloss die Zuschwemmung von vielen Aesten, sondern auch hauptsächlich des für den Flussgrund so sehr aggressiv wirkenden Schwefels für die Zukunft verhindert wird. Um die über-grosse Pilzbildung während der kälteren Jahreszeit bei den beiden Aschaffenburger Zellulosefabriken zu verhindern, scheint vor der Hand kein anderes Mittel übrig zu bleiben als Eindampfen der Kocherlaugen, wie es mit Erfolg bei am Rhein gelegenen Strohzellulosefabriken geschehen soll.

Was die Abwässer der Farbwerke betrifft, so ist es schwer, nach der kurzen Besichtigung einiger Anlagen derselben ohne eingehendes Studium aller Produkte und Reinigungsmethoden ein Gutachten abzugeben.

Nach Angaben hat sich das in den Cassellaschen Werken durch viele Versuche erprobte Verfahren gut bewährt, nämlich die Reduktion der Farbstoffe mit Eisen unter Zusatz von Salzsäure und unter Einblasen eines sehr kräftigen Luftstromes. In den Höchster Farbwerken kommen differente Methoden zur Entfärbung des Wassers in Betracht; in beiden Fällen scheint die Entfärbung jedoch nicht ausreichend zu sein.

Was die in den Main mit den Abwässern eingeschwemmten Farbstoffe betrifft, so sind dieselben an und für sich, d.h. solange sie nicht giftige chemische Stoffe in grösseren Mengen enthalten, für den Fluss in biologischer Hinsicht nicht schädlich; sie wirken jedoch in ästhetischer Beziehung in hohem Masse widerlich, namentlich auch in den Badeanstalten. Am Main zieht das grosse Publikum, dem äusseren Eindruck folgend, als Verunreinigung in der Regel nur die stark gefärbten Abwässer in Betracht, während die anderen, die Lebens- und Regenerationsprozesse im Flusse wirklich schädigenden Abwässer nicht zur grobsinnlichen Wahrnehmung kommen mit Ausnahme der in Unmengen treibenden Pilze, die aus den Abwässern hervorgegangen sind.

Die Beseitigung der mit den Farbwässern zum Abfluss gelangenden Sink- und Schwebestoffe, sowie der aus den Chemikalienwerken und anderen chemischen Fabriken ist für den Fluss selbst von viel grösserer Wichtigkeit. Es kann den grossen Werken nicht schwer fallen, in dieser Hinsicht für bessere (namentlich grössere) Kläranlagen Sorge zu tragen. In einigen Fabriken, wie im Betrieb Elektron-Griesheim und einigen andern, wie Mühlheim, im allgemeinen auch in den Höchster Farbwerken mit Ausnahme einiger Betriebe existieren gar keine Absatzbecken, obgleich es doch nicht sehr an Platz gebricht. Natürlich wirken für die Beseitigung der Sink- und Schwebestoffe die Anlagen in desto besserem Masse, je umfassender sie sind; namentlich bewirkt eine Verlangsamung der Durchflussgeschwindigkeit eine bessere Sedimentierung der Schwebestoffe. Die in den Main mit den Fabrikabwässern gelangenden suspendierten Stoffe haben sich durch die immer mehr anwachsende Industrie in einer Weise vermehrt, dass es an der Zeit ist, dem stets vermehrten Zuschwemmen gerade dieser Stoffe Einhalt zu tun. Sind die Farbstoffe mit Kalk gefällt, so gehen beim Auspressen der Niederschläge doch noch sehr viele ganz feine und leichte Partikelchen in den Fluss, welche das Wasser trüben und schliesslich doch zur Absetzung gelangen. Bei der Untersuchung

des Planktons waren solche kleinen gefärbten Schollen und Häutchen im Mainwasser häufig nachzuweisen.

Wenn die zur Zeit noch unvollkommen funktionierende Kläranlage der Stadt Frankfurt sehr wesentlich zur Vermehrung des im Main treibenden Detritus beiträgt, so wird andererseits von der Neueinrichtung derselben zu hoffen sein, dass die durch die Anlage zur Zeit bedingten Missstände beseitigt oder wenigstens in erheblichem Masse gemindert werden. Neuanlagen und Verbesserungen der vorhandenen Reinigungsanlagen sind aber auch von den Farbwerken, besonders von deren chemischen Abteilungen zu erstreben, zumal da bei der Kanalisierung des Mains die Schwebestoffe nicht schnell mit der Strömung weitergeführt werden, sondern zum grossen Teile vor dem Wehrstau zur Ablagerung gelangen, um dann plötzlich beim Öffnen der Wehre nach eingetretenem Eisgang in den Rhein geschwemmt zu werden. Nach Mitteilungen der Schleusenmeister und Wasserbauwarte ist beim Abbau der unterhalb der Kläranlage gelegenen Wehre und beim Reinigen der Nadeln die Anhäufung des Schmutzes so gross und der Gestank desselben ein so intensiver, dass den Arbeitern eine besondere Entschädigung gewährt werden muss. Nach brieflicher Mitteilung des Königlichen Wasserbauinspektors zu Frankfurt a. Main vom 1. Januar 1905 wurden an diesem Tage wegen plötzlich eingetretenen Frostwetters die Wehre zum zweiten Male gelegt: „Beim erstmaligen Niederlegen ist vor dem Offenbacher Wehr eine ungeheure Schlammmasse abgetrieben, die jeder Beschreibung spottet; auch am Frankfurter Wehr war die Verunreinigung eine gewaltige. Nun ist wenigstens der Strom wieder einmal gespült worden“. Durch die Schleusen der Trommelwehre wird immerhin ein beträchtlicher Teil der Sedimente auch andauernd stromabwärts geführt, sodass die durch das Mainwasser bewirkte Trübung des Rheins noch sehr deutlich bis Biebrich verfolgt und die Verschmutzung durch die Sichttiefe eruiert werden konnte; nach Angaben soll sie aber noch viele Kilometer weiter im Rhein deutlich sichtbar sein. Inwieweit die in den Main abgeführten Sinkstoffe sich als Schlamm im Rhein bemerkbar machen, kann nur eine Untersuchung dieses Flusses ergeben.

Noch schädlicher als die feinen und leichten Schwebestoffe sind die sich schon gleich unterhalb der Abwasserausflussstellen ablagernden groben Sinkstoffe, namentlich in chemischer Beziehung. Es kommen hierbei zuerst in Betracht die sich schon an den Ausflüssen, sogar schon in den Ausflussrohren der Chemikalien- und Farbwerke ab-

lagernden Kalkmassen, welche nur noch zum geringen Teile aus Aetzkalk bestehen, zum allergrössten Teile schon in kohlen sauren Kalk übergegangen sind; da diese letztere Kalkverbindung einen normalen Flussbestandteil, allerdings in geringen Mengen, bildet, wie er schon aus Gesteinen durch den Verwitterungsprozess, wie auch durch Regenabschwemmungen von oberhalb Aschaffenburg her dem Flusse zugeführt wird, hat diese Verunreinigung keine Bedeutung, wenn sie nicht eine erhebliche quantitative Steigerung erfahren hat. Die oben genannten Kalkmassen enthalten aber, wie chemisch nachgewiesen wurde, schwefelsauren Kalk, welcher sich durch Neutralisation der im Betriebe verwendeten Schwefelsäure, Benzolsulfosäure u. s. w. mit Aetzkalk gebildet hat. Sowie dieser Gips nun in den Flussschlamm gerät, welcher im ganzen Flussgebiet unterhalb der Frankfurter Kläranlage ein faulender ist, so gehen, wie schon des öfteren erwähnt, starke Reduktionsprozesse vor sich, und es kommt zur Bildung des giftigen Schwefelwasserstoffgases, ganz ebenso wie dies durch Auflösung des durch Zellulosefabriken in den Fluss gelangten Schwefels geschieht. Dieser elementare Schwefel fehlt aber auch nicht in dem durch gewisse chemische Fabriken, wie den Griesheimer Betrieb Maintal, zugeschwemmten Bodensatz; er verhindert im Schlamm durch seine Lösung aërobe Zersetzung, ohne welche der Schlamm eine dauernde Verunreinigungsquelle bildet.

Aus den Fabriken, welche Teerprodukte verarbeiten, wie Griesheim und Höchst, gelangen mit den Abwässern ferner viele leichte fett- und teerartige Stoffe in den Fluss, welche unschwer durch Eintauchbretter in den Kläranlagen zurückgehalten werden könnten. Diese setzen sich in grossen Mengen an Rohr- und Schilfstengeln fest (1. Anlage, XL, 4), oder sie treiben mehrere Kilometer weit, oft grosse Strecken die Wasseroberfläche bedeckend, fort und setzen sich schliesslich an den Nadeln der Wehre fest (L, 4). Die vielen in Lösung befindlichen, mit den Abwässern zugeschwemmten Substanzen liessen sich chemisch in den entnommenen Proben nicht mehr bestimmen; aber durch den Geruchssinn konnten sie als Benzol- und Toluolderivate verschiedener Art erkannt werden. Sie erteilten von unterhalb Höchst an dem Mainwasser, namentlich an den Wehrstrudelungen, den eigentümlich hyazinthenähnlichen Geruch, der aber immer durch Schwefelwasserstoff oder andere Verbindungen in nicht angenehmer Weise modifiziert war.

Unmassen von tierischen Haaren, sowie gleichfalls viel kalkige

Abfälle wurden unterhalb der Gelatinefabriken konstatiert, namentlich in Höchst unterhalb der Deutschen Gelatinefabrik; sie bedeckten den Flussgrund auf weite Strecken hin; solche Haarwülste gelangten auch aus Hasenhaarschneidereien in den Main, sowie namentlich aus vielen Gerbereien.

Was nun die sauren und alkalischen Abwässer anbetrifft, wie solche aus den Farbwerken und chemischen Fabriken in den Main gelassen werden [beispielsweise saure: aus der Königlichen Pulverfabrik (XI, 2), aus den Mühlheimer Farbwerken (XVI, 1), aus der Okrifteler Zellulosefabrik (LIII, 1), aus Griesheim, Betrieb Maintal, aus dem östlichen und westlichen Schacht der Höchster Farbwerke, Wagner & Völker in Hofheim u. a.; alkalische Abwässer: aus den Aschaffburger Zellulosefabriken, aus den Cassellaschen Farbwerken (XX, 2), aus dem Chemikalienwerk Griesheim, im Liederbach aus der Gerberei von Graubner & Scholl, aus den Gerbereien von Spicharz, von Feistmann, von Philippi, von Mayer & Sohn, von Schnell, von Denniger, von Marx & Söhne u. s. w.], so konnte in dieser Beziehung eine nachteilige Wirkung auf das Flusswasser nicht konstatiert werden. Die grossen Betriebe leiten ihre Abwässer meist in die Flutrinne selbst, und hier tritt bei der reichlichen Wasserführung des Mains durch den chemischen Faktor der Selbstreinigung desselben schnell eine Bindung sowohl der Säuren wie des Alkali ein. Letzteres wird durch die im Flusse gelöste Kohlensäure in Karbonat übergeführt, bei Kalk in unlösliches Monokarbonat, das bei Ueberschuss von Kohlensäure in lösliches Bikarbonat übergeht. Die Säuren gehen gleichfalls eine Bindung ein und zwar mit dem im normalen Flusswasser stets vorhandenen Calciumkarbonat, die Salzsäure als lösliches Chlorcalcium, die Schwefelsäure als Gips, welcher, in grösseren Mengen niedergeschlagen, jedoch in Schlamme — wie mehrfach erwähnt — in Schwefelwasserstoff sich umsetzen kann. Wie schon oberhalb Aschaffenburg nicht bloss im Plankton, sondern auch als Ablagerungen am Ufer konstatiert wurde, führt der Main aus den oberen geologischen Bildungen schon erhebliche Mengen Calciumkarbonat mit sich, welche sich zum Teil sedimentieren, zum Teile wahrscheinlich aber durch die sauren Fabrikabwässer in Lösung gehen: Schon unterhalb Mühlheim beginnt der Lösungsprozess; unterhalb Frankfurt tritt in dem Bodensatz des Planktons mit Salzsäure ein nur noch geringes Aufbrausen ein; unterhalb Höchst ist der im Wasser suspendierte kohlen-saure Kalk scheinbar ganz verschwunden,

obgleich doch noch mit den Ausflüssen mehrerer Fabriken Kalk in nicht unerheblichen Mengen zugeschwemmt wird.

Die schnelle Bindung der Säuren und Alkalien würde für die Zweckmässigkeit der Einleitung der Abwässer direkt in die Flutrinne sprechen, wenn auch in fischereilicher Beziehung von kompetenter Seite in der letzten Zeit gegen diese Art der Einleitung wichtige Bedenken geltend gemacht sind<sup>1)</sup>. Nach den von unseren Sachverständigen gemachten Erfahrungen ist über das zweckmässigste Verfahren in dieser Beziehung ein bestimmtes Urteil zur Zeit noch nicht abzugeben, da in jedem Flusse die chemischen, physikalischen und biologischen Faktoren der Selbstreinigung andere sind, es auch sehr auf die Natur der Abwässer und deren Vorreinigung ankommt, ferner auf die Beschaffenheit des Ufers, auf die unterliegenden Betriebe u.s.w. Im Main hat unser Sachverständiger beobachtet, dass viele am Ufer gelegenen Ausflüsse dieses auf grössere Strecken hin schädigten, namentlich durch Gips und elementaren Schwefel, dass aber auch in die Strommitte geführte grosse Abwassereinleitungen noch auf mehrere Kilometer die Fauna des Ufers abtöteten, wie unterhalb Höchst am rechten Ufer; hier kommen freilich sehr grosse Mengen von schädlichem Abwasser im Betracht. Eine sehr günstige Wirkung des in die Flutrinne geführten Einlasses konnte bei den Kocherlaugen der beiden grossen Aschaffener Zellulosefabriken beobachtet werden zur Zeit der höheren Wassertemperatur und des Ausbleibens der Pilzbildung; die Unmengen der eingeführten Kocherlaugen wurden ziemlich schnell durch Verdünnung unschädlich gemacht. Die wichtige Frage, ob auch zur Zeit der intensiven Pilzbildung die Einleitung in die Strommitte geeigneter ist, als vom Ufer aus, konnte bei der August- und Septemberbefahrung nicht entschieden werden; andere Gutachter (vergl. die Akten der Stockstadter Zellulosefabrik) behaupten es. Es muss hier betont werden, dass bei der Mainbefahrung durch unseren Sachverständigen die Auffindung der Auslässe am Grunde der Strommitte in allen Fällen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft war.

Die Frage, welche Farbwerke an der oft starken Färbung des

---

1) Von Dr. Schiemenz, Leiter der biologischen Station des Deutschen Fischereivereins am Müggelsee, in mehreren Vorträgen, während früher die Einleitung der Abwässer am Ufer für die Fischerei als am schädlichsten erklärt wurde (Allgemeine Fischereizeitung. Jahrg. 1889. S. 2. „Ueber den nachteiligen Einfluss der Papier- und Pappdeckelfabriken usw. auf Fischwasser“).

Mainwassers im Gebiete der Stadt Frankfurt<sup>1)</sup> am meisten beteiligt sind, konnte während der unserem Sachverständigen zur Verfügung stehenden Zeit nicht hinreichend klargestellt werden; es hätten zu dem Zwecke noch einige Tag- und ganz besonders mehrere Nachtfahrten ausgeführt werden müssen, da die stark gefärbten Abwässer der Cassellaschen und Oehlerschen Werke, der Konzession entsprechend, während der Nacht abgelassen werden. Dem Anscheine nach kommen die Abwässer von Leonhard in Mühlheim und Oehler in Offenbach nicht in dem Masse in Betracht, wie die Cassellaschen, da hier die in den Main geschickten Farbstoffmengen ungleich grösser sind, als in den andern Fabriken. Nach der Konzessionsurkunde darf 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> km unterhalb der Cassellaschen Rohrausmündung eine Färbung des Flusses nicht mehr wahrnehmbar sein!

Die im Jahre 1889 ad hoc berufene Kommission (vergl. die Hessische Denkschrift Nr. 509, XXXII. Landtag, zweite Kammer der Stände, 1903/1906 S. 26) war zu dem Ergebnis gekommen, dass die Abwässer aus der Oehlerschen Fabrik in schwachem und ständigem Strome den Main auf grössere Strecken nicht färbten, und dass die während der Nacht aus dieser Fabrik auslaufenden gefärbten Abwässer durch das Mainwasser, selbst bei niedrigem Wasserstande, derart verdünnt würden, dass die Färbung schon in verhältnismässig geringer Entfernung von der Ausflusstelle nicht mehr wahrnehmbar sei, das Wasser überhaupt nicht mehr gefärbt in das Gebiet der Stadt Frankfurt gelange. Im Juli 1900 machte (l.c. S. 30) das Kreisamt Offenbach der Königlichen Regierung zu Wiesbaden die Mitteilung, dass nach den veranlassten Ermittlungen die Färbungen des Mains auf die Cassellasche Fabrik in Fechenheim zurückzuführen seien, dass allerdings die Trübungen und sonstigen Verunreinigungen zum Teil in

1) Beschwerden über die durch die oberhalb liegenden Farbwerte verursachte starke Färbung des Mains wurden erhoben von:

1. den Badeanstaltsbesitzern in Frankfurt a. Main (gez. Aug. Wirth und Phil. Ehrlein), sowie dem Vorsitzenden der Frankfurter Fischereigenossenschaft, Friedr. Dannhof usw. am 24. August 1903. Eine am 19. August 1903 am Ausfluss der Mühlheimer Farbwerte entnommene Abwasserprobe wurde der Anstalt zur Untersuchung übersandt (Auftrag des Herrn Ministers der geistlichen pp. Angelegenheiten vom 23. Oktober 1903).
2. Eingabe über die Verunreinigung des unteren Mainlaufes an den Landtag und den Reichstag und Petition der Hessischen Fischereigenossenschaft an den Reichstag (Petitionskommission des Reichstags. No. 356. 11. Legislaturperiode, 1. Session 1903/1904).

linksmäinischen Zuflüssen in den Strom ihren Ursprung hätten. Die Stadt Offenbach habe über die Klärung ihrer Abwässer eine endgültige Entschliessung noch nicht gefasst. In dem Gutachten des Bauausschusses vom 29. April 1902 wird behauptet, dass durch die Stadt Offenbach keine über das zulässige Mass hinausgehende Verunreinigung des Mains stattfände. Durch eine Verfügung des Grossherzoglichen Ministeriums des Innern vom September 1903 scheint jedoch die Angelegenheit einer Kläranlage für die Gesamtabwässer der Stadt in Fluss zu kommen.

### Städtische Abwässer.

Von den städtischen Abwässern kommen für den Main, was eine Verunreinigung auf weitere Strecken anbetrifft, hauptsächlich die unvollständig geklärten Abwässer der Stadt Frankfurt in Betracht. Die gleichfalls unzureichend gereinigten Ablaugen von Aschaffenburg, sowohl die der städtischen Kanalisation als auch die des Schlachthofes, konnten den Main dort, wo er auf weite Strecken oberhalb noch nicht ungünstig beeinflusst war, nur auf verhältnismässig kurze Strecken verunreinigen. Zuflüsse aus kleineren unterhalb folgenden Ortschaften kommen für den Reinheitsgrad des Flusses, wie aus den Ergebnissen der Untersuchung der entnommenen Proben hervorgeht, nicht in Betracht; einen geringen Einfluss in dieser Beziehung haben die Abwässer der Stadt Hanau, welche gegenwärtig noch keine oder nur wenig Fäkalien enthalten. Erst in Offenbach machten sich am Ausflusse des städtischen Grabens schlimme Verhältnisse bemerkbar, nicht bloss in dem offenen Graben schon vor dem Einflusse in den Main, sondern besonders auch durch faulende Ablagerungen unterhalb des Abflusses. Die Stadt Frankfurt aber sendet zur Zeit andauernd grosse Mengen von Schweb- und Sinkstoffen nicht bloss aus der Kläranlage, sondern auch aus dem grossen Notauslass, also direkt in die Flutrinne sowie vom Ufer aus, in den Main, sodass sich der Schlamm weithin an beiden Ufern und vor den Wehren als faulender Modder bemerkbar machte<sup>1)</sup>.

Was nun die Geruchsbelästigungen, welche durch die Schlammbecken der Frankfurter Kläranlage verursacht und in weiterem Umkreise

1) Bericht des Wasserbauwirts Blumentritt an die Wasserbauinspektion vom 16. August 1903 darüber, dass Exkremeute aus der Stadt „ohne zu klären“ direkt in den Main abgeführt sind. Wind und Wellen hatten den Unrat auf das rechte Ufer getrieben.

ganz besonders stark in der warmen Jahreszeit wahrzunehmen sind, betrifft, so sei bemerkt, dass dieser Uebelstand nicht eher schwinden wird, als bis der Schlamm in dünneren Schichten zur Ablagerung gebracht wird. Die Tiefe des Schlammes beträgt zur Zeit  $1\frac{1}{2}$  m bei einem ursprünglichen Wassergehalt von 90%; der Schlamm verbleibt in den Becken ungefähr 1 Jahr hindurch. Würde dieser Schlamm in Schichten von nur 20 cm, höchstens bis zu 35 cm, auf die Felder gebracht werden, so wäre seine Austrocknung bis zur Stichreife in mehreren Tagen je nach der Jahreszeit beendet, und es könnte keine so intensive Gärung wie jetzt in der dünnflüssigen tiefen Masse stattfinden. Das Bestreuen mit Torf, Kalk oder Eisensulfat vermag die starken Gärungsprozesse und Geruchsbelästigungen nicht zu verhindern.

#### Begutachtung

betreffend die Einwirkung der Abwässer aus am Main sowie an dessen Nebenflüssen gelegenen Gerbereien (vergl. die letzten Resultate der Anlage I und die letzten der Anlage III).

Die bisher noch unerledigt gebliebene Frage der Reinigung von Gerbereiabwässern<sup>1)</sup> konnte von unserem Sachverständigen am besten in der Marx'schen Gerberei in Königstein studiert werden, soweit wie die verhältnismässig kurze zur Verfügung stehende Zeit es zuliess. Die Art der Einrichtung dieser Gerberei sowie namentlich auch ihr Umfang könnte vielleicht vorbildlich werden für die Klärung und Reinigung der Gerbereiabwässer überhaupt, zumal bei dem guten Willen und dem Interesse, welches die Inhaber der Firma, sowie der Werkführer an den Tag legten; an dieser Stelle könnte mit Erfolg der fortlaufende Reinigungsprozess von Gerbereiabwässern eine gewisse Zeit hindurch studiert werden. Es soll hier von der Begutachtung der bei der Begehung bereits beschriebenen beiden Abteilungen der

1) Es sei bemerkt, dass die vom „Verein deutscher Gerber“ gestellte Spezialpreisaufgabe (vergl. die Zeitg. „Schuh u. Leder“ No. 18 vom 4. Mai 1901, S. 32): „Wie am einfachsten und wirksamsten die Abwässer der Gerbereien unschädlich gemacht und geklärt werden usw.“ nach einer Mitteilung in der Zeitschrift „Gesundheit“ jetzt gelöst ist; die Veröffentlichung ist in der Zeitg. „Schuh u. Leder“ erfolgt. Unseres Erachtens ist jedoch die Frage endgültig noch nicht geklärt, zumal die verschiedenen Arten der Gerbereiabwässer zu wenig oder auch garnicht bei der Lösung der Aufgabe berücksichtigt worden sind. Auf die gegenseitige Beeinflussung derselben kommt es aber bei einigen in diesem Gutachten beschriebenen Gerbereien vorwiegend an.

Kläranlagen und ihrer technischen Einzelheiten abgesehen werden. Ihre Einrichtung bewies, dass der allergrösste Teil der nicht gelösten stark fäulnisfähigen Stoffe in den Becken zur Ablagerung gelangte. Zur besseren Nachreinigung war nun von dem Werkführer eine sogenannte Durchlüftungsanlage aus Reisig und Koks errichtet, welche das Abwasser zu passieren hatte, bevor es auf das Rieselfeld gelangte. Unser Sachverständiger stellte jedoch bei genauerer Besichtigung und Untersuchung fest, dass die scheinbar gute Wirkung dieser Anlage nicht auf blosser Durchlüftung, wenn solche als Oxydation der fäulnisfähigen Substanz aufgefasst wird, sondern auf der durch die Kohlensäure der Luft bewirkten teilweisen Entkalkung der durchfliessenden Abwässer beruhe. In dem ganzen unteren Teil und auf dem Boden dieser Anlage hatten sich dicke braune Kalkinkrustationen gebildet; trotzdem gelangte das Wasser immer noch mit deutlich alkalischer Reaktion auf das Feld, sodass von einer reinigenden Bakterienwirkung nicht die Rede sein konnte. Auch das Rieselfeld selbst vermochte in seiner ganzen ersten Hälfte noch keine biologische Wirkung auf das Abwasser auszuüben, solange die Fäulniskeime durch den vorhandenen Kalk gelähmt waren. Diese kamen erst zur Wirkung, nachdem durch den Lauf des Abwassers das abschüssige Feld hinab der gelöste freie Aetzkalk durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft in unlöslichen kohlen-sauren Kalk übergegangen war — derselbe Prozess wie in der Durchlüftungsanlage — und sich wie schon in dieser auch auf der oberen Hälfte des Rieselfeldes ausgeschieden und abgelagert hatte. Auf der unteren Hälfte dieses Feldes fanden nun lebhaft biologische Prozesse statt, wie unser Sachverständiger durch Auffindung von Saprobien (Abwasserorganismen) verschiedener Art konstatieren konnte, welche bei dem Reinigungsprozess mitwirkten, sodass von dem unteren Teil des Rieselfeldes das Wasser schliesslich frei von Aetzkalk, klar und geruchlos abliief und in dem, allerdings bereits durch die Abwässer der Stadt Königsstein beeinflussten Vorfluter keine irgendwie bemerkbare Steigerung der Verunreinigung hervorrief.

Nach Konstatierung dieser Vorgänge wird es nun zu empfehlen sein, dass, um eine noch vollständigere Reinigung der Abwässer herbeizuführen, die sogenannte Durchlüftungsanlage als Entkalkungsanlage gradierwerkartig und vielleicht parallel der Hauswand vergrössert werde. Eine bedeutend schnellere Abscheidung des Kalkes könnte und müsste vielleicht in der Reisanlage dadurch bewirkt werden,

dass über dieselbe die in der Fabrik abfallenden Rauchgase geleitet würden und zwar in der Weise, wie es unten (S. 173) bei der Beurteilung der Graubner & Scholl'schen Abwässer angegeben werden wird; bei der geringen Entfernung der Feuerungsanlage von der jetzigen Durchlüftungsanlage würde solche Zuleitung der viel Kohlensäure enthaltenden Abgase ohne grosse Kosten und Schwierigkeiten bewerkstelligt werden können. Der Erfolg dürfte voraussichtlich ein guter sein.

Nach einer derartig bewirkten Entkalkung der Abwässer würde die erste Hälfte des Rieselfeldes gleichfalls für rein biologische Vorgänge zur Verfügung stehen. Da das für die Rieselung angekaufte Feld nicht eigentlich einem solchen Zwecke entspricht, weil der Boden über der undurchlässigen und undrainierbaren Schicht zu wenig durchlässiges Material enthält, so würde durch die Aufbringung von Erdmaterial und Erhöhung des unteren Teiles der Rieselfläche diese als solche viel wirksamer gemacht werden können, zumal dann, wenn ihr eine etwas mehr horizontale Richtung gegeben werden könnte. Diese Aptierung würde sich vielleicht mit dem aus dem Staubecken gehobenen Erdreiche mit nicht hohen Kosten bewerkstelligen lassen. Das einmal ausgehobene Staubecken würde für den ursprünglich beabsichtigten Zweck immer noch gut dienlich bleiben, bei gut gereinigten Abwässern sogar noch für die Fischzucht Verwendung finden können.

Es seien nun noch kurz die Resultate der 4 aus den verschiedenen Stationen der Kläranlage entnommenen Abwasserproben besprochen (vergl. Anlage III letzte Seite Nr. 933 bis 936). Man hätte erwarten sollen, dass das aus der Fabrik der Kläranlage zufließende Wasser die ungünstigsten Resultate aufweisen müsste; doch im Gegenteil. Der Permanganatverbrauch beträgt beispielsweise weniger wie die Hälfte als nach Abfluss aus dem Sedimentierbecken, gleichfalls der Ammoniakgehalt, ähnlich auch der Abdampfrückstand. Die Kochsalz- bzw. Chlorbestimmung ergab, dass auch der Chlorgehalt etwas weniger als die Hälfte betrug; da nun der Chlorgehalt bei dem Reinigungsprozess konstant bleibt, so war hierdurch der Beweis erbracht, dass 2 Abwässer verschiedener Konzentration vorlagen, obgleich die zweite Probe nur ungefähr 15 Minuten später geschöpft war. Es ist diese Differenz ein Beweis dafür, dass, bevor die Probenahme bewirkt wird, erst die Durchflussgeschwindigkeit des Abwassers durch die Anlage festgestellt werden muss, wenn die verschiedenen Analysenresultate in Vergleich gestellt werden sollen. Auch die Differenzen zwischen den

beiden folgenden Analysen sind so auffallend geringe (vergl. Abdampfrückstand und Permanganatverbrauch; der Gehalt an Ammoniak war völlig gleich), dass auch hier keine Schlüsse auf die fortschreitende Reinigung zu ziehen sind, zumal der Kalkgehalt sogar von 178 auf 222 gestiegen war. Dass ziemlich grosse Mengen Kalk zur Abscheidung gelangen, wurde bei der Durchlüftungsanlage konstatiert. Dass das zuletzt abfliessende Abwasser wieder ein solches von geringer Konzentration war, beweist der mehr als um die Hälfte zurückgegangene Gehalt an Kochsalz. In früherer Zeit von anderer Stelle ausgeführte, unserem Sachverständigen mitgeteilte Abwasseranalysen hatten einen Abdampfrückstand von 5000, einen Glühverlust von 1400 und einen Permanganatverbrauch von 1500 ergeben, also ein sehr viel konzentrierteres Abwasser als das zur Zeit der Untersuchung durch unseren Sachverständigen entnommene. Falls nun bei der Marx'schen Reinigungsanlage vergleichende Versuche zur Feststellung der fortlaufenden Reinigung von neuem angestellt werden sollten, kann nicht die bei einem eintägigen Besuche bewirkte Probeentnahme massgebend sein, sondern es muss hierzu eine mehrtägige Kontrolle der verschiedenartigen Abwässer unter genauer Feststellung der Dauer ihrer Durchflussgeschwindigkeit bei den verschiedenen Stationen stattfinden.

Allem Anscheine nach wird sich eine bessere Reinigung der Abwässer aus der Marx'schen Gerberei nach der beschriebenen Weise, also mit Vergrösserung der bestehenden Entkalkungsanlage und Aufschüttung des unteren Teiles der Rieselfelder bewirken lassen. Wir empfehlen jedoch zunächst Versuche in dieser Beziehung anzustellen und hierbei auch die Frage zu berücksichtigen, inwieweit es sich eventuell empfehlen würde, zur Unterstützung des Reinigungsvorganges das künstliche biologische Verfahren, wie es in dem Projekt der Firma Wilhelm Bruch, Berlin, vorgesehen wurde, mit heranzuziehen. Dringend notwendig erscheint besonders für die warme Jahreszeit die anderweitige Unterbringung der unmittelbar unterhalb der Klärbecken aufgestapelten Schlammmassen, vielleicht nach dem Dorfe Schneidhain zu. Diese Schlammmassen kommen bei der viel zu grossen Höhe nur sehr langsam zur Austrocknung, faulen stark und geben je nach der herrschenden Windrichtung Veranlassung zu Geruchsbelästigungen für die oberen und unteren Anlieger, besonders aber für die Stadt Königstein. Diese Stadt, welche auf den Ruf einer gesunden Badestadt Anspruch macht und viel von Sommerfrischlern besucht wird, wird nicht umhin können, für die Reinigung ihrer Abwässer mehr als

bisher zu tun. Die biologische Untersuchung des Woogbaches, der Vorflut dieser Abwässer, zeigte recht schlechte Zustände.

Die bei der Anwesenheit unseres Sachverständigen von dem Gewerbeinspektor aufgeworfene Frage, ob das auf dem Rieselfeld der Marxschen Gerberei gewachsene Gras für Futterwecke nicht ohne Gefahr der Ansteckung mit Milzbrandkeimen verwendet werden könne, da hier keine Häute von ausgewachsenen Rindern, sondern nur Kalbfelle zur Verwendung kämen, muss von der Anstalt nach der vorliegenden Literatur<sup>1)</sup> dahin beantwortet werden, dass auch die Kälber ebensogut wie die ausgewachsenen Tiere vom Milzbrand befallen werden. Aus dem Grunde müssen wir Vorsicht bei der Verwendung des Rieselgrases für Futterzwecke für geboten erachten; im übrigen würde diese Frage abschliessend von zuständiger veterinärsachverständiger Stelle zu beurteilen sein.

Wenn durch die genannten Verbesserungen der Abwasserklärungs- vorrichtungen der Marxschen Gerberei und vielleicht durch weitere Kontrolle dieser Abwässer eine gewissermassen vorbildliche Reinigung der bisher so schwer zu klärenden Gerbereiabwässer ohne Nachfäulung erreicht werden kann, so werden die Verhältnisse gleich schwieriger, sowie die Abwässer nach der Färbung der Felle mit Unmassen von Farbstoffen belastet sind. Ein Teil dieser schwer zu reduzierenden zur Verwendung kommenden Farbstoffe (Fabrikationsreste und Rückstände) hat baktericide Eigenschaften, wirkt wenigstens in ähnlicher Weise lähmend wie Kalk auf die Organismen, welche die biologische Reinigung der Abwässer einleiten, sodass dieser letztere Prozess erst nach längerem Laufe im Vorfluter vor sich gehen kann. Es werden ferner die aus dem Ein- und Zweibadverfahren mit in die Abwässer gelangenden Chromverbindungen den natürlichen Reinigungsprozess hintanzuhalten im Stande sein.

Derartige Vorgänge fand unser Sachverständiger in dem durch die Abwässer der Gerberei von Graubner & Scholl verunreinigten Liederbach vor.

Die Klagen über die Verunreinigung des Liederbachs durch die Abwässer der Gerberei von Graubner & Scholl währen schon Jahre lang und haben die betreffenden Akten der Königlichen Regierung

---

1) In dem Buche von Feser (Der Milzbrand auf den oberbayerischen Alpen. München 1877) sind eine ganze Reihe von Beobachtungen von Milzbrand bei Kälbern (Jungrindern) aufgeführt.

und der Gewerbeinspektion zu dicken Fascikeln anschwellen lassen. In neuester Zeit ist nach Mitteilung des Höchster Stadtbauamtes noch eine Petition von Höchster Bürgern an den Reichstag um schleunige Abstellung der bestehenden Missstände eingereicht worden.

Die Anstalt macht nun folgende diesbezügliche Vorschläge unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Verhältnisse;

In erster Linie würde an eine Kanalisierung des unteren Liederbachlaufes von der Fabrik an bis zur Mündung in den Main zu denken sein, wie sie seitens der Firma Graubner & Scholl erstrebt worden ist. Es haben sich hierbei jedoch sehr grosse Schwierigkeiten in den Weg gestellt nicht bloss durch Enteignungen der Anlieger, sondern besonders durch die Gerechtsame zweier am unteren Laufe des Liederbachs gelegener Wassermühlen, welche abzulösen der Fabrik allein nicht möglich ist.

Ein zweiter Weg wäre der, das Gebrauchswasser für die Fabrik nicht mehr dem Liederbache zu entnehmen, sondern aus Schächten und Brunnen (bezw. durch Erweiterung der bereits bestehenden), und alle Abwässer durch ein gesondertes Rohr dem Main direkt zuzuführen, der nach seiner Wasserführung einen geeigneteren Vorfluter als der Liederbach abgeben würde und nach den von unserem Sachverständigen gemachten Beobachtungen nach einer Strecke von einigen 100 m dieselben vermutlich verdaut haben würde.

Falls diesen Projekten sich durch Konzessionsverweigerungen und andere Umstände zu grosse Schwierigkeiten, namentlich auch zu bedeutende Kosten in den Weg stellen sollten, wäre vor allem eine Trennung der verschiedenen Abwässer zu erstreben, d. h. der fäulnisfähigen und faulenden von den Chrom- und Farbwässern, wie sie seitens der Anstalt in ihrem im Auftrage der Firma Graubner & Scholl erstatteten Gutachten vom 17. Oktober 1903 bereits vorgeschlagen wurde. Die Chrom- und Farbwässer halten die biologische Reinigung durch ihre antiseptischen Eigenschaften zurück; besonders tun dies die für die Färbung verwendeten Abfälle aus den Farbwerken, wie Fuchsinrückstände, Phosphine u. s. w.; diese Substanzen sind ausserdem äusserst schwer zu reduzieren, d. h. zu entfärben; auch Eisen- und andere Beizen, welche ja ebenfalls zu den Farbwässern gehören, würden für die gesonderte Behandlung in Betracht kommen. Die Farbwässer müssten für sich mit Torf oder anderen Zusätzen eingedampft, und die Chromwässer zweckmässig einer besonderen chemischen Behandlung behufs Rückgewinnung des Chroms unterworfen

werden, was bei der nicht grossen Menge dieser Abwässer nicht zu bedeutende Schwierigkeiten machen dürfte; Ratschläge hierfür würden im Chromatbetriebe der Griesheimer Werke durch den Direktor Lang wohl gern gegeben werden. Wenn das völlige Eindampfen u. s. w. dieser Abwässer sich ohne zu grosse Kosten bewerkstelligen liesse, wäre dieser Weg für die Wiedergewinnung des Chroms aus den dortigen Abwässern wohl der geeignetste. Eine Trennung der Eisenbeizabwässer von den Chromabwässern würde zweckmässig erscheinen; ihr Zusatz zu den faulenden Aeschern und Enthaarungsabwässern beim Zulauf in die Absitzbecken würde für eine schnelle Sedimentierung sowohl, als auch für den Entkalkungs- und den darauf folgenden biologischen Prozess voraussichtlich von Nutzen sein. Es wäre in Erwägung zu ziehen, ob sich die Trennung dieser Eisenbeizabwässer von den Farbbrühen praktisch ermöglichen liesse.

Wenn auch in der entnommenen Abwasserprobe Arsen nicht nachgewiesen werden konnte, so gelangt es doch nach Angabe als Realgar zwecks Enthaarung zur Verwendung; auch für die Niederschlagung des Arsens als unlösliches Eisenarsenit würden die Eisenbeizwässer eventuell zweckmässig verwendet werden können.

Es bleiben nun die sehr viel organische faulende Substanz enthaltenden Weichwässer, die faulenden Aescher und die viel Aetzkalk mit sich führenden Enthaarungswässer übrig. Auch der Kalk hält bei diesen den biologischen Reinigungsprozess zurück. Wie gross übrigens die Menge der in dem die Fabrik verlassenden Abwasser enthaltenen, durch den Kalk gelähmten Mikroorganismen ist, zeigt die bakteriologische Untersuchung, die wir etwa 4 Wochen nach der Probeentnahme an dem Abwasser ausführten, welches bis dahin in geschlossener Flasche gestanden und seinen Gehalt an freiem Aetzkalk bewahrt hatte, in dem sich also während dieser Aufbewahrungszeit Mikroorganismen nicht hatten entwickeln können. In der Gelatinekultur desselben kamen aus 1 ccm des „definitiv gereinigten“ Abwassers 8 Millionen (!) Keime zur lebenskräftigen Entwicklung. Diese Zahl spricht für einen sehr grossen Gehalt des Abwassers an zersetzungs-fähigen organischen Substanzen und damit gewiss dafür, dass bei der Reinigung von Gerbereiabwässern in erster Linie die biologische Methode in Frage kommen muss, und dass ohne diese die chemische Klärung, abgesehen von den andauernd hohen Kosten, illusorisch bleiben muss. Nach den vorerwähnten Untersuchungen würde es von

Interesse sein, noch weitere bakteriologische Untersuchungen der Chemikalien enthaltenden Abwässer anzustellen.

Um die Abwässer auf dem Fabrikgelände einem längeren Ausfallungsprozesse zu unterwerfen, ist ihre Menge allerdings viel zu gross; die Weichwässer und Fleischteile enthaltenden Abwässer sind es aber, welche die widerwärtigen Gerüche beim offenen Durchfluss durch die Stadt Höchst bedingen; es muss deshalb auf eine bessere Reinigung gerade dieser in erster Linie Bedacht genommen werden. Um sie zu ermöglichen, wären zuerst die bereits vorhandenen Klärvorrichtungen zu berücksichtigen und zu verwenden, nebst den vorhandenen und anscheinend gut funktionierenden Vorklärungen vor allem die Körper der sogenannten biologischen Anlage. Diese bleibt völlig ohne Wirksamkeit, solange das Abwasser mit einem so grossen Kalkgehalte auf die Körper fliesst, wie es ihn bis jetzt wohl meist besessen hat (am 19. September 1904 nach der Titration mit Schwefelsäure eine Alkalität, entsprechend 128 mg freiem CaO in 1 Liter).

Deshalb wird in erster Linie die Entfernung des Kalks aus den Abwässern erstrebt werden müssen. Die Möglichkeit hierfür ist gegeben durch Errichtung einer gradierwerkartig eingerichteten, aus Reisig oder Faschinen bestehenden, nicht zu niedrigen Anlage, welche derart frei liegen muss, dass Luft und Wind ungehinderten Zutritt haben; zur Verdichtung derselben könnte zweckmässig Schlaecke Verwendung finden, wie in der Königsteiner Gerberei, in deren sogenannter Durchlüftungsanlage, wie unser Sachverständiger feststellen konnte, ein gewisser Teil der Kalkes entfernt wurde trotz ihres im Verhältnis zur Abwassermenge geringen Umfanges. Durch die feine Verteilung und stetige Berührung des in möglichst dünnen Schichten niedertropfenden Abwassers mit der kohlenstoffhaltigen Luft würde eine Umwandlung des Aetzkalkes in kohlenstoffsauren Kalk und ein Niederschlagen desselben auf dem Reisig auch unterhalb desselben tropfsteinartig, sowie durch Krustenbildung auf dem Boden bewirkt werden. Um diese Abscheidungen zu befördern, käme u.E. auch eine Zuleitung von Rauchgasen möglichst unmittelbar in die Reisigschichten hinein in Frage, welche in diesem Falle vor dem Zutritt der äusseren Luft möglichst geschützt werden müssten. Es steht dann zu erwarten, dass nach der Entfernung des Aetzkalkes, der als kohlenstoffsaure Kalk zur Abscheidung gelangt, das Abwasser nunmehr für die weitere biologische Reinigung geeignet sein wird, namentlich auch aus dem Grunde, weil, wie durch unseren Sachverständigen in Königstein

beobachtet wurde, auch viele organische Schwebestoffe mit der genannten Abscheidung zugleich entfernt werden. Diesbezügliche Versuche müssten mit dem Abwasser angestellt werden (vielleicht in Königstein und zwar durch vergleichende Bestimmungen nicht bloss des Kalkgehaltes vor und nach dem Durchfluss, sondern auch des Glührückstandes und des Permanganatverbrauches).

Die jetzt vorhandene Reisanlage würde als Entkalkungsanlage durchaus nicht genügen, auch muss u. E. das Abwasser zuerst die Absitzbecken passieren und erst dann auf die Entkalkungsanlage gepumpt werden. Ob es zweckmässiger wäre, diese Anlage auf dem rechten Liederbachufer zu errichten und nach Entfernung der jetzigen Durchlüftungsanlage die Sedimentierbecken zu erweitern, hängt natürlich von dem zur Verfügung stehenden Gelände ab. Da die bereits vorhandenen sogenannten Oxydationskörper für den intermittierenden Betrieb nicht recht geeignet erscheinen, die Bedienung dieses Betriebes auch wohl nicht sorgfältig genug geregelt werden könnte, so würde sich die Einrichtung des Sprengverfahrens mit Tropfkörpern vielleicht bewähren; derartige Versuche dürften bei der einmal vorhandenen Anlage ohne Aufwendung zu grosser Mittel bewerkstelligt werden können; die hierdurch bedingten Kosten würden sich bei einem in der angegebenen Reihenfolge methodisch angelegten Reinigungsverfahren der Abwässer voraussichtlich rentieren.

Der Versuch muss entscheiden, ob das Wasser auf diese Weise soweit gereinigt wird, dass es unbedenklich dem Liederbache übergeben werden kann. Es darf hierbei vorausgesetzt werden, dass die für sich gereinigten Chrom- und Farbwässer die Selbstreinigung etwa dauernd oder zeitweise in ihnen noch vorhandener zersetzungsfähiger Reste im Vorfluter nicht hintanhaltend würden. Es wäre dann wohl ausgeschlossen, dass nach Beseitigung der stark faulenden Substanzen Klagen über neue Geruchsbelästigungen im Gebiete der Stadt Höchst erhoben würden, auch, falls Chrom und Arsen für sich beseitigt sind, nicht mehr darüber, dass das Wasser als Gebrauchswasser, wie zum Pflanzenbegiessen u. s. w., geradezu giftig sei.

Die Reinigung der Abwässer würde also in folgende Teile zerfallen :

1. Chemische Reinigung der chromhaltigen Abwässer und Wiedergewinnung der abfallenden Chromverbindungen.
2. Eindampfung der Farbwässer mit Torf oder Kohle allein oder zusammen mit den Chromabwässern.

3. Biologische Reinigung aller Einweichwässer, Enthaarungswässer und faulenden Aescher und zwar in folgender Reihenfolge: Zuerst Durchfluss durch eine Reihe von Absitzbecken mit zweckmässig verfertigten und vertikal eingesetzten Filtern, Aufpumpen der vorgeklärten Abwässer auf eine genügend hohe Entkalkungsanlage unter Zuführung von Rauchgasen, Absitzenlassen des ausgeschiedenen kohlensauren Kalkes und schliesslich biologische Reinigung der entkalkten Wässer in den vorhandenen Koks-körpern unter Anwendung des Tropfverfahrens. Die nun auch von Faulstoffen befreiten Wässer würden wohl unbedenklich dem Liederbach übergeben werden können. Genauer in dieser Beziehung lässt sich natürlich erst nach Anstellung des oben genannten Versuches sagen, bei dem eventuell zweckmässig auch die oben erwähnte Verwendung der Eisenbeizwässer zu berücksichtigen wäre.

Die bei den Reinigungsverfahren ad 1 und 2 abfallenden Abwässer können unter der obigen Voraussetzung, dass sie für sich, unvermischt mit den andern besonders zersetzungsfähigen Abwässern, der Reinigungsbehandlung unterzogen werden, voraussichtlich unbedenklich dem Liederbach überantwortet werden.

In letzterer Linie wäre noch in Betracht zu ziehen, ob nicht die Stadt Höchst die Graubner & Schollischen Abwässer in ihre demnächst zu errichtende Kanalisation mit aufnehmen könnte; da aber schon zu viele industrielle Abwässer bei der verhältnismässig kleinen Stadt derselben zugeführt werden sollen, ist wohl für den Anschluss der aus der Gemeinde Unterliederbach stammenden, sehr aggressiv wirkenden und noch viel Aetzkalk, Chrom und auch Arsen enthaltenden sehr geringe Aussicht vorhanden. Die zur Zeit bestehenden und schon so lange währenden Missstände erfordern auch eine viel schnellere Regelung, als sie durch die noch der Zukunft angehörende Frage der Aufnahme der Abwässer in die Kanalisation von Höchst möglich erscheint.

Solange die Höchster Kanalisation noch nicht zur Ausführung gelangt ist, muss die in Höchst gelegene Deutsche Gelatinefabrik angehalten werden, ihre Abwässer viel besser mechanisch zu reinigen; die Menge der mit denselben in den Main geschwemmten tierischen Haare ist eine so bedeutende, dass das Flussbett am rechten Ufer bis zur Mitte der Farbwerke hin mit dicken Wülsten derselben

bedeckt ist. Auch die Nidda wird durch die in Nied gelegene Gelfatinefabrik in ähnlicher Weise verschmutzt.

Eine ungenügende mechanische Reinigung der Abwässer besitzen auch die Offenbacher Gerbereien; da dieselben im Stadtgebiete belegen sind, gebietet es ihnen für umfassende Kläranlagen meist an Platz. Wohl aus diesem Grunde, auch wohl etwaiger Geruchsbelästigungen halber, werden die Abwässer nach behördlicher Vorschrift in unterirdischen Anlagen einer Reinigung unterzogen und zwar derart, dass die aus Kokskörben bestehenden Filter zwecks Reinigung auswechselbar sind. Da nun die einzelnen Behälter nicht vollkommen aneinander schliessen, gelangt durch die Zwischenräume ein grosser Teil von Haaren, Chromrückständen und Schlamm hindurch, wie solche Mischung von unserem Sachverständigen bei der ersten Mainbefahrung am Flussgrunde konstatiert worden ist.

Ob auch die aus den Gerbereien in den Main gelangenden Reste von Chrom- und Arsenverbindungen und inwieweit sie einen schädlichen Einfluss auf die Lebewelt im Flusse haben, konnte in der gegebenen Zeit nicht genau genug eruiert werden; nach den Resultaten der vorliegenden Untersuchungen scheint dies auf weitere Strecken indes nicht der Fall zu sein.

Wenn es sich ermöglichen liesse, in den unterirdischen Kläranlagen der Offenbacher Gerbereien grössere Sedimentierbecken anzulegen, so würde eine chemische Behandlung, welche wesentlich die Ausfällung des gelösten Arsens bezwecken soll, angezeigt erscheinen. Beim Behandeln der Felle mit Kalk und Schwefelarsen wird nämlich das die Lockerung der Haare bewirkende Schwefelcalcium gebildet, während gleichzeitig die Hauptmenge des Arsens sich mit Kalk zu arsenigsaurem Kalk verbindet. Letzterer ist nun allerdings sehr schwer in Wasser löslich, namentlich in Gegenwart von Ammoniak, löst sich aber in Ammoniaksalzen. Da nun die Entstehung solcher Salze bei den mannigfachen komplizierten Prozessen der Gerberei anzunehmen ist, so liegt die Gefahr nahe, dass mindestens ein Teil des arsenigsauren Kalks in Lösung bleibt. Ein Zusatz von genügenden Mengen Eisenoxydsalzen (oxydierter Eisenvitriol) zu der durch ihren Kalkgehalt alkalischen Flüssigkeit würde eine Ausfällung von Eisenoxydhydrat bewirken, von dem es durch die Versuche von Bunsen und Berthold (Göttingen 1834) feststeht, dass es arsenige Säure aus ihren Lösungen quantitativ zur Ausscheidung bringt.

An weiteren Schädigungen des Flusses durch mit den Gerberei-

abwässern zugeschwemmten Substanzen käme Naphtalin in Betracht, mit welchem aus dem Orient zugeführte Felle zwecks Konservierung bestreut sind. Dasselbe setzt sich im Flusse zu Boden und raubt dem Flussschlamm alles Leben, wie nicht bloss im Main bei Offenbach, sondern auch bei andern Vorflutern durch unsere Untersuchungen festgestellt wurde; dagegen erleidet das aus den Fellen in Lösung übergehende Kochsalz eine so grosse Verdünnung, dass chemisch ein Mehrgehalt an Chlor gegenüber den Strecken weiter oberhalb nicht konstatiert werden konnte.

Das im Zweibadverfahren nach dem chromsauren Kali zur Verwendung kommende unterschwefligsaure Natron liess sich in der entnommenen Menge Abwasser nicht nachweisen, auch nicht dessen Umsetzungsprodukte. Ebenso wenig konnte Gerbsäure in den entnommenen Proben von Abwässern aufgefunden werden, die aus Betrieben von Lohgerbereien stammten, wie von Spiecharz und von Philippi in Offenbach.

Viel mehr als den grossen Mainstrom müssen Gerbereiabwässer, welche giftige Substanzen wie Arsen, Chrom, Blei und gewisse Farbstoffe enthalten, einen kleinen Vorfluter schädigen, wie es der Goldbach ist. Wenn es auch nicht möglich war, an dem einen zur Verfügung stehenden Tage die verschiedenen Betriebe zugleich mit dem ganzen Lauf des Goldbaches zu untersuchen, so ist die Schädigung desselben schon dadurch bewiesen, dass in dem Bache bis nach Hattersheim nach Angabe alle Fische ausgestorben sind, sowie ferner durch die Untersuchung des weiter unterhalb entnommenen Planktons, welches Unmassen von Lohedetritus und anderen Abfällen enthielt, aber kaum noch mikroskopische Lebewesen; dagegen waren Fadenpilze und deren Zoogloeen, Faulalgen und andere Abwasserorganismen nicht selten. Nahe der Mündung in den Main sollen jedoch im Goldbache wieder Fische, die wohl vom Main eingewandert sind, ihre Lebensbedingungen finden. Die an der Mündung des Mains zur Ablagerung gekommenen Schlammmassen waren erhebliche, und der im Main an dieser Stelle treibende Detritus wird durch den des Goldbaches (Schwarzbaches) immer weiter vermehrt. Anzunehmen ist ferner, dass sowohl die Chrom- wie die Arsenverbindungen sich schon oberhalb in dem Schlamm des Goldbaches ablagern werden, und derselbe bei Hochwasser auf die Wiesen geschwemmt wird, wo er die Gräser als Futtermaterial unbrauchbar machen kann. Vergiftungen von Kühen, Schafen, Enten u. s. w. durch arsenhaltiges Heu sind an andern Orten

nachgewiesen worden (J. König, Verunreinigung der Gewässer, 2. Bd. S. 176 und 337). Ueber die Schädlichkeit der Chromverbindungen sind bei Fischen Versuche angestellt; doch hat sich nach C. Weigelt dieselbe als nicht sehr bedeutend herausgestellt.

Bei den einzelnen Gerbereien des Goldbachtals wurden an den Ausflusstellen der Abwässer selbst keine besonderen Missstände bemerkt, weder bei den Lohabwässern der J. & C. Neumannschen Gerberei, noch bei den nach der mineralischen Methode arbeitenden. Auch bei der Untersuchung der scheinbar starken Verunreinigung oberhalb der Denningerschen Gerberei durch Anhäufungen von braunen Flocken stellte es sich heraus, dass diese nicht aus Faden- und anderen Wasserpilzen bestanden, sondern aus Kiesel- und grünen Algen, deren Fäden mit Eisenhydroxyd durchsetzt waren und auf eine weiter oberhalb stattgehabte Verunreinigung hindeuteten.

Damit eine bessere Kontrolle der ablaufenden Wässer in Zukunft ausgeübt werden kann, empfiehlt sich die Forderung von Kontrollschächten, welche, soweit unser Sachverständiger sehen konnte, in keiner dem am Goldbache gelegenen Gerbereien und Färbereien vorhanden waren.

Im allgemeinen sind die Forderungen an die verschiedenen Gerbereien im Goldbachtale betreffend die Kläranlageneinrichtungen in den letzten Jahren verschärft und dahin abgeändert, dass ein unkontrollierbares stossweises Ablassen des Abwässer während der Nachtzeit unterbleibt, und dieselben während der Arbeitszeit bzw. während 24 Stunden kontinuierlich zum Abfluss gebracht werden. Der Vorzug, dass wie bisher nur während der Nacht die Abwässer abgelassen werden dürfen, besteht allerdings darin, dass am Tage ungefärbtes Gebrauchswasser zur Verfügung steht, vielleicht noch weiter in ästhetischer Beziehung darin, dass während der längsten Tageszeit der unerfreuliche Anblick von strömendem Farbwasser erspart bleibt. Da einige Betriebe ihre Abwässer jedoch der alten Konzession entsprechend ablassen, ist eine möglichst gleichmässige Behandlung der einzelnen Betriebe anzustreben; es erscheint im Interesse der Anlieger dringend wünschenswert, dass es den Fabriken nicht überlassen wird, nach Gutdünken zu handeln, d. h. bald zur Tageszeit bald zur Nachtzeit abzulassen. Der Allgemeinheit nützlich und besonders dem Vorfluter weniger schädlich wird ein auf Tag und Nacht verteilter Ablauf der Abwässer sein, deren Reinheitszustand dann auch einer besseren Kontrolle unterzogen werden könnte. Ein Vorteil des Tagabflusses

würde bei grossen Betrieben — hier kommen ferner die am Main gelegenen Farbwerke in Betracht — noch darin liegen, dass die Farbbrühen durch die Kühl- und Kondenswässer eine bedeutende Verdünnung erleiden. Wie unserem Sachverständigen mitgeteilt wurde, dürfen zur Zeit die im hessischen Gebiet gelegenen Farbwerke ihre Farbbrühen nur Nachts ablassen, damit nicht die unterhalb gelegene Militärschwimmanstalt durch solche Abwässer belästigt werde, während solcher Art aber das Baden in den Frankfurter Badeanstalten, welche gegenwärtig von den Nachtwässern am Tag erreicht werden, verleidet werden kann.

Allgemein muss die Forderung erhoben werden, dass Kontrollschächte, aus welchen jederzeit Abwasserproben zur Untersuchung seitens der zuständigen Beamten entnommen werden können, vorhanden sind, und zwar ausserhalb des Fabrikgeländes nahe dem Ufer. Beispielsweise fehlte ein Kontrollschacht in der Wertheimschen Fabrik, ebenso in den Gerbereien des Lorsbachtals. Diese Revisionschächte müssen in zu jeder Zeit benutzbarem Zustande gehalten werden und nicht in solchem, dass eine Oeffnung schwer oder unmöglich ist, wie beispielsweise bei demjenigen der Aschaffener Zellulosefabrik. Im Betrieb Griesheim-Elektron war der Kontrollschacht zwischen den Fabrikgebäuden gelegen; in ihm strömten anscheinend aus mehreren Betrieben verschiedene Abwässer zusammen, sodass ohne die genaueste örtliche Untersuchung es nicht möglich war, bestimmte Proben für die Prüfung zu gewinnen.

Von Wichtigkeit ist die Anlage der Kontrollschächte besonders in solchen Betrieben, welche ihre Abwässer am Grunde der Strommitte auslassen; unter den jetzigen Umständen ist die Aufsicht über Schädigungen des Flusses durch Effluvia eine äusserst schwierige.

Was die Frage angeht, welche Mengen von schädlichen Stoffen unter Berücksichtigung aller örtlichen Verhältnisse in den Abwässern enthalten sein dürfen, so stösst die Beantwortung auf grosse Schwierigkeiten ebenso wie die Frage, ob die Zuleitung am Ufer oder in der Strommitte geeigneter ist. In beiden Fällen kommen durchaus lokale Verhältnisse und die Individualität des Flusses in Betracht. Es lassen sich sogar für einen und denselben Flusslauf, wie für den Main, kaum einheitliche Bestimmungen festlegen, da beispielsweise die Säuren und Alkalien von ganz verschiedener Wirkung sein werden, je nachdem sie in die kanalisierte oder nicht kanalisierte Strecke gelangen. Bei der Schwierigkeit dieser ganzen Angelegenheit können diese Fragen im

vorliegenden gutachtlichen Bericht nicht gut eingehender behandelt werden; es bedürfte dazu eines besonderen Antrages an die Anstalt. Bemerkt sei nur, dass der nach den hessischen Konzessionsurkunden (Mühlheim) erlaubte Säuregehalt zu 5 % u. E. ein viel zu hoher ist.

Wie des öfteren erwähnt, kommen nach Angaben einiger Betriebsleiter und Vorarbeiter in den Gerbereien zwecks Enthaarung der Felle immer noch Arsenverbindungen zur Verwendung; von unserem Sachverständigen wurde bei den Besichtigungen ausschliesslich Realgar vorgefunden, kein Auripigment. Wenn auch dieser Arsenverbindung vor anderen Enthaarungsmitteln wie Schwefelalkalien u. s. w. der Vorzug gegeben wurde, so wäre doch, soweit wir die Verhältnisse übersehen, die Verwendung so stark giftiger Chemikalien am besten ganz zu verbieten, obgleich der Betrieb dann ein etwas erschwertes sein würde. Bei der oft sehr primitiven Einrichtung mancher Klärvorrichtungen wird eine Beseitigung der Arsenverbindungen aus den Abwässern nicht immer möglich sein. Dass auch an andern Orten Arsen als Enthaarungsmittel zur Verwendung kommt, beweist ein vom Verein deutscher Gerber an die deutschen Gerbereien gerichtetes Rundschreiben, auf welches im ganzen 120 Fragebogen zur Beantwortung eingeschickt und der Anstalt übergeben sind. Bei der Frage, welches Enthaarungsmittel zur Anwendung komme, ist freiwillig in 22 Fällen die Angabe für Arsenik bezw. dessen Verbindungen gemacht, also bei 18,3 %.

Zum Schluss seien noch die Mitteilungen angeführt, welche unserm Sachverständigen während der Befahrung des Mains und nachträglich über das Vorkommen gewisser Fischarten im Main seitens der Königlichen Wasserbauinspektion gemacht worden sind. Diese Angaben können natürlich nicht Anspruch machen, eine Klarlegung der fischereilichen Verhältnisse im Maingebiet herbeizuführen; sie sollen nur in etwas die Möglichkeit für das Gedeihen von Fischen in der nur schwach verunreinigten Strecke sowie andererseits auch im dem durch schädliche Zuflüsse aller Art verunreinigten Main von Aschaffenburg an illustrieren; einige Beispiele aus der einschlägigen Literatur seien ausserdem noch angeführt.

Nach Berichten von L. Buxbaum in Raunheim (Allgemeine Fischereizeitung, München 1904, S. 223) hat die Wanderung der Mainfische im Frühjahr 1904 nicht den normalen Verlauf genommen wie in den Vorjahren, nach Annahme teils wegen Reparaturen an Schleusen und Wehren, teils wegen der Ungunst der Witterung; nur

bei warmem Wetter und Sonnenschein soll der Zug flott von statten gehen. Zuerst wurde Mitte April der Wanderzug von Schneidern (*Alburnus lucidus*) konstatiert, dann von Rotaugen und Rotfedern; Anfang Mai folgten Haseln (*Squalius leuciscus*), Weissfische (*Chondrostoma nasus*), Grossen oder Krossen (*Gobio fluviatilis*), Flussbarsche, auch Kaulbarsche. Gegen Ende Mai vorwiegen Bresem (*Abramis brama*), sowie Barben und Döbeln. Ende Mai wurde auch eine Forelle von 3 Pfd. Gewicht gefangen, „die aber bald starb“. Auch Karpfen, wohl ausgesetzte, scheinen sich an das schlechte Mainwasser gewöhnt zu haben; ferner kamen noch Schleien, Karauschen, Hechte und Aale vor. Maifisch und Lachs<sup>1)</sup> gehen nur noch bis an das Kostheimer Wehr. „Sobald Ueberstau eintritt und Nadeln gezogen werden müssen, fliesst das Wasser rascher ab, wird reiner, und es kommen mehr Fische vor; wird aber der Stau wieder hergestellt, so wird das Wasser unrein und die Fischerei geht schlecht u. s. w.“ Im Herbst geht der Zug zu Tal, ist aber nicht so bemerkbar wie der Frühjahrszug. Nach Angabe einiger Schleusenmeister sollen im Herbst in den Fischpässen am meisten Aale enthalten sein. Im nicht kanalisiertem, also im oberen Teile des Mains sollen Bresem (*Blei*, *Abramis brama*) häufig sein, nach Berichten von Hanauer Fischern in der dortigen Gegend namentlich auch Barben, die sich im Winter am Grunde in grossen Mengen zusammendrängen. Hier soll ihnen der durch Sedimentation von Pilzen aus den beiden Aschaffener Zellulose-Fabriken gebildete Schlamm, wie er etwas weiter oberhalb bei Grosssteinheim sich an beiden Ufern in dicken Schichten angehäuft hatte, gefährlich werden. Viele tote Barben treiben dann auf dem Main; ihre Flossen und Schwänze sollen nach den Worten der Fischer förmlich abgefaut sein (der Main wird als Fluss der Barbenregion bezeichnet). Ebenso empfindlich sind die Schwalen (*Nase*, *Chondrostoma nasus*), nicht so sehr die andern Weissfische, wie die im Main häufigen Haseln (*Squalius leuciscus*). Nach anderen Angaben werden die unterhalb Fechenheim gefangenen Fische nicht gekauft, „da sie nach Schmutzwasser schmecken“. Vor dem Offenbacher Wehr wurden von unserem Sachverständigen viele tote Fische bemerkt.

---

1) Der Lachs steigt nach anderen Berichten schon seit längerer Zeit nicht mehr in den Main (Zeitschrift f. Fischerei und deren Hilfswissenschaften. Jahrg. 1895. S. 241).

In einer weiteren Mitteilung<sup>1)</sup> heisst es: Das Mainwasser ist durch die Fabriken bei Fechenheim in einen fast unhaltbaren Zustand gekommen.... Tote Fische zeigen sich häufig an der Oberfläche, und Raubvögel haben sich dort angesiedelt, um sie wegzufressen. Das Wasser hat für Fischer und Schiffer, welche mit blossen Füssen im Wasser waten, schon öfters schlimme Zufälle hervorgebracht. Waschen und Bleichen mit Flusswasser und das Tränken des Viehs in demselben musste eingestellt werden. Das Ufergras wird nicht mehr vom Vieh gefressen u. s. w.

Der gegen unreine Abwässer so sehr empfindliche Lachs steigt wie erwähnt nicht mehr in den Main. Nach der Zeitschrift für Fischerei Jahrg. 1895, S. 241, sind die gewöhnlichen Mainfische, Weissfische, Barben, Barsche, Hechte, Karpfen und Schleien in ihrer Empfindlichkeit gegenüber Abwässern relativ herabgestimmt; sie passen im allgemeinen sich auch erfahrungsgemäss verunreinigtem Wasser leichter an als die Salmoniden. Was nun die Karpfen und Schleien anbetrifft, so sind diese Fische in den letzten Jahren im Main, namentlich wegen der zunehmenden Verschlammung, immer mehr verschwunden; auch die Hechte scheinen sich in dem trüben Wasser nicht mehr recht wohl zu fühlen. Interessant ist es aber, dass nach Umfragen der Königlichen Wasserbauinspektion zu Frankfurt bei den Fischern konstatiert worden ist, dass im Jahre 1904 im Main noch Bachforellen gefangen worden sind, und zwar im Bezirk des Wasserbauwartes Krolikowski auf der Mainstrecke Kahl bis Fechenheim im ganzen 15 bis 20 Pfund mit einem Gewicht von  $\frac{1}{4}$  bis 2 Pfund. Auf der gestauten Strecke von Fechenheim bis Frankfurt sind keine Forellen gefangen, aber ein  $\frac{1}{2}$  Pfund schwerer Zander. Nach dem Bericht des Wasserbauwartes Blumentritt sind von Sachsenhausener und Höchster Fischern im Februar und März 1904 Forellen bei niedergelegten Wehren gefangen, und zwar erstens oberhalb der alten Mainbrücke, zweitens unterhalb des Frankfurter Wehrs und drittens oberhalb Griesheim, im ganzen 40—50 Stück von  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  Pfund Gewicht; während der heissen Tage im Juli wurden bei einer Wassertemperatur von 27—28° mehrere tote Forellen gefunden. Nach dem Bericht des Wasserbauwartes Marggraf in Hochheim a. Main sind im letzten Sommer keine Forellen gefangen, auch keine beobachtet; jedoch wurde

---

1) Fischerei-Zeitung. Neudamm 1899. S. 488: „Die Fischereiverhältnisse des Grossherzogtums Hessen“ von Schulrat Dosch in Worms.

festgestellt, dass im Wickerbach<sup>1)</sup>, Lorsbach (Bonnemühle) und in einem kleinen Bach, in der Gegend von Offenbach mündend, Bachforellen öfter vorkämen. Im vergangenen Winter gleich nach dem Niederlegen der Wehre sind einige Forellen an der Mündung des Wickerbaches gefangen worden, und zwar 4 Stück im Gewicht von  $\frac{1}{4}$  bis 2 kg. Im Winter 1902 ebenfalls gleich nach dem Abbauen wurden einzelne Exemplare an der Bonnemühle gefangen. „Im Main selbst haben die Fischer des dortigen Bezirks noch nie Forellen weder beobachtet noch gefangen.“

Im Frühjahr jeden Jahres und zwar im Mai kommen unterhalb des Kostheimer Wehrs einzelne Regenbogenforellen vor, welche nach Ansicht der Fischer vom Rhein aufsteigen; Anfang September d. Js. 1 km unterhalb der Wickerbachmündung wurde eine Bachforelle gefunden, die von einem Fischotter gefangen war.

Ausser der Möglichkeit des Zuzuges dieser Edelfische vom Rhein her ist aber auch die Stromabwärtswanderung derselben nicht ausgeschlossen; es wurden nämlich nach der Allgemeinen Fischereizeitung, Jahrg. 1904, S. 271 vom Unterfränkischen Kreisfischereiverein während der Jahre 1897 bis 1903 dem Main und dessen Zuflüssen mit einem Kostenaufwande von über 19 000 M. zugeführt: 56 285 Stück Lachsbrut, 266 056 Bachforellenbrut, 41 845 Stück Regenbogenforellenbrut, 36 733 Machsaiblingsbrut, 2800 Stück Zanderjährlinge, noch mehr Karpfen, Schleie, Aale und Krebse.

Da von den Fischern des Untermains im Main selbst noch nie Forellen gefangen wurden und auf der Strecke weiter unterhalb von Sachenhausener und Höchster Fischern nur bei niedergelegten Wehren, so gewinnt die Zuwanderung von Forellen aus dem bayerischen Gebiete an Wahrscheinlichkeit. Es ist auch kaum anzunehmen, dass vom Rhein aus Forellen in den trüben und durch die Höchster Farbwerke stark parfümierten Main einwandern werden. Gerade die letzte Strecke des Mains, besonders vom Okrifteler Wehre an, weist neben dem eigentümlichen hyazinthenähnlichen Geruch auch einen schwefelwasserstoffartigen auf; sei es, dass durch die Schlammzersetzen unterhalb Höchst, namentlich durch den in demselben zur Auflösung kommenden elementaren Schwefel (wie er auch durch die Okrifteler Zellulosefabrik mit dem Abwasser in den Main gelangt) der Fluss das Schwefel-

---

1) Der Wickerbach mündet nach der Karte gegenüber Rüsselsheim in den Main, unterhalb der Flörsheim-Raunheimer Schleuse.

wasserstoffgas als solches noch gelöst enthält, sei es dass dieses durch den im Wasser enthaltenen Sauerstoff oxydiert wird unter Schwefelabscheidung — solche Verhältnisse sind den Edelfischen, den Salmoniden, durchaus nicht zusagend, und ihr Aufsteigen vom Rhein aus erscheint sehr unwahrscheinlich.

Auch für die andern Fische, welche widerstandfähiger sind als die Edelfische und sich den Verunreinigungen des Mains mehr und mehr angepasst haben, werden die Verhältnisse auf der kanalisierten Strecke immer ungünstiger, da an den Ufern die Schlammansammlungen immer grösser zu werden scheinen. Die Strommitte wird nach den Befunden unseres Sachverständigen fast auf der ganzen Flussstrecke durch die Strömung schlammfrei gehalten mit Ausnahme vor den Wehren, von wo aus der Schlamm bei Niederlegung derselben fortgeschwemmt wird; aber die an den Ufern namentlich zwischen den Uferpflanzen angehäuften Schlammmassen sind für die Fischzucht besonders dadurch schädlich, dass sie den Fischen die Laichplätze rauben. Die Schaffung von Laichplätzen könnte u.E. durch Anlage von Stromeinbuchtungen, besonders durch Benutzung schon vorhandener Altwässer gefördert werden. Den Fischen würden solche Schlupfwinkel, welche man nicht verschlammten und verkrauten lassen darf, nicht bloss gute Gelegenheit zur Abbleichung geben, sondern sie würden sich unter Umständen auch retten können vor sie gefährdenden Abwässern. Die Altwässer müssen natürlich stets mit dem Strome in Verbindung bleiben. Da die Fische sich früher im noch nicht kanalisierten Main mehr an bestimmten Stellen sammelten, jetzt aber mehr auf die einzelnen Haltungen, also die Strecken zwischen den einzelnen Schleusen, verteilt sind, so wäre in jeder Haltung für die Erhaltung bestehender Altwässer oder für eine neue Einbuchtung Sorge zu tragen, falls nicht schon ein unverschmutzter Bach oder Nebenfluss einmündet.

Die Frage, ob für die verschiedenen Fische im Main genügend Nahrung vorhanden ist, muss wohl bejaht werden. Schon in dem durch die beiden Aschaffburger Zellulosefabriken verunreinigten Teile des Mains wurden besonders auf den Steinen des Grundes zahllose Larven von Zuckmückenarten konstatiert. Diese werden von den allermeisten Fischen sehr gerne genommen, sowohl von denen des Grundes, als von denen, die mehr an der Oberfläche leben, von letzteren hauptsächlich zur Zeit des Ausschlüpfens des Insektes aus der Larvenhülle. Dazu kommt noch, dass viele Larven der Gattung Chironomus bei reichlicher Faulschlammmahrung, wie sie ja im Main

vorhanden ist, zu allen Jahreszeiten sowohl im jugendlichen als auch im ausgewachsenen Zustande im Wasser vorhanden sind. Forellen haschen besonders gerne die auf der Wasseroberfläche schwebenden Insekten. Sie werden auch die an den Nadeln des Offenbacher und Frankfurter Wehrs namentlich im Winter<sup>1)</sup> in so sehr bedeutenden Mengen vorhandenen Trichopterenlarven (Hydropsyche) sehr gerne nehmen; an diesen Stellen sind ja auch von Sachsenhausener und Höchster Fischern Forellen gefangen worden und zwar zur Zeit der Niederlegung der Wehre, also im Winter, bei welcher die grösseren an den Wehrnadeln haftenden Larven wohl leicht abgeschwemmt wurden.

Barben und Bleie, wie sie von unserem Sachverständigen in noch jungen Exemplaren auf der Strecke von oberhalb Hanau bis Griesheim mit der Dreische erbeutet wurden, nähren sich gleichfalls von Chironomuslarven, aber wohl noch viel mehr von den Schlammwürmern, wie sie in so reichem Masse gerade auf dieser Strecke vorhanden waren. Von den genannten kleinen Bodenfischen nährt sich aber wieder der Aal, welcher, wie Untersuchungen seines Mageninhaltes gezeigt haben, auch gerne Egel frisst. Diese Egel (es kommt im Main fast ausschliesslich die Gattung *Nepheleis* in Betracht), welche vorzugsweise Insektenlarven und Würmer fressen, sind im unteren stark verschmutzten Mainlaufe nun äusserst häufig angetroffen worden. Sie erschienen immer als erste Vertreter der grösseren Fauna, wenn für die anderen die Lebensbedingungen bei der starken Verschmutzung noch nicht ermöglicht waren; selbst dort, wo der Flussgrund mit Wülsten von tierischen Haaren aus Gelatinefabriken und Gerbereien bedeckt war, und Insektenlarven, wie Würmer, zu fehlen schienen, wurden diese Egel aufgefunden. Sonach ist es nicht verwunderlich, wenn bei Griesheim mit dem schwarzen Schlamm ein grosser Aal hervorgezogen wurde.

Es haben bei den beiden Mainbefahrungen die Untersuchungen des Flussgrundes gezeigt, dass durch das Abwasser das Gedeihen einer gewissen Fauna, welche den Fischen zur Nahrung dient, gefördert wird, dass aber doch die normale Fauna, wie Mollusken und Krustaceen des Grundes, durch die zunehmende Verunreinigung des

---

1) Bei der Befahrung im November 1903 wurde ihre Menge nach der Absuchung einzelner Nadeln auf das ganze Wehr auf mindestens 150 000 geschätzt; die Menge der Zuckmückenlarven ist noch eine ganz erheblich grössere.

Mains immer seltener wird<sup>1)</sup> und schliesslich ganz aussterben muss, wenn nicht der weiteren Verunreinigung Einhalt getan wird. An den unteren Wehren, wo der Fluss bei sich stark anhäufenden leichten Schwebestoffen auch noch den Fischen schädliche Gase und nicht zusagende Riechstoffe (Benzolderivate) enthält, wurden schliesslich fast nur noch die widerstandsfähigen Egel beobachtet, ein Zeichen, dass die Verunreinigung des Mains bald bis zur Grenze der Möglichkeit des Tierlebens im Wasser kommen wird, wenn nicht durch Neuanlage und Verbesserung der vorhandenen Absitzbecken in den grossen Betrieben eine bessere Klärung und Reinigung der Abwässer von den Sinkstoffen erzielt wird. Die Sink- und Schwebestoffe sind es aber, welche durch den schädlich wirkenden Schlamm von allen Verunreinigungen die grösste herbeiführen.

Wie aus vorstehender Begutachtung des Mains hervorgeht, ist der Fluss in den verschiedenen Teilen der untersuchten Strecke seines Laufes in verschiedenem Grade verschmutzt.

1 km oberhalb Aschaffenburg, wo die Untersuchung begann, war der Fluss frei von Verunreinigungen.

An Verschmutzungsquellen kommen dann Städte und Industrien in Frage.

Unter den letzteren sind zunächst die Kocherlaugenabflüsse der beiden Aschaffener Zellulosefabriken zu nennen; sie veranlassen mit Ausnahme der wärmeren Monate schon vom Zuflusse an eine bedeutende Bildung von schleimigen Wasserpilzen, welche an ruhigen, nicht von der Strömung berührten Stellen des Flusses zur Ablagerung und fauligen Gärung kommen. Ferner spielen die Abwässer der Offenbacher Gerbereien und Lederfärbereien keine unwesentliche Rolle bei der Verunreinigung des Flusses, zumal die mechanische Reinigung derselben meist eine unvollkommene ist. Auch die oberhalb Frankfurt gelegenen Farbwerke (namentlich Mühlheim, Fechenheim) führen dem Main neben organischen Substanzen, Säuren u. a. Chemikalien so reichlich Farbstoffe zu, dass diese fast täglich bis unterhalb der Stadt Frankfurt dem Mainwasser eine rötlich-braune Färbung verleihen. Viel mehr noch als die oberhalb Frankfurt gelegenen Betriebe wirken

---

1) Wie beispielsweise im Gegensatz zur Untersuchung im vorhergehenden Jahre die Mollusken im Stromgebiete der Stadt Frankfurt.

die Abwässer der Griesheimer und Höchster Fabriken schädigend auf die Lebewelt des Flusses besonders durch die in grossen Mengen eingeführten Chemikalien.

Von den Städten ist es zunächst Offenbach — die oberhalb liegenden kommen nur wenig in Betracht —, dessen durch den städtischen Graben zuströmendes Abwasser so ungenügend geklärt ist, dass die Menge und Beschaffenheit des vor der nächsten Schleuse sich anhäufenden Schlammes, welcher durch den Pilzschlamm der Aschaffenburger Zellulosefabriken und die mitgeschwemmten groben Bestandteile der Offenbacher Gerbereien vermehrt wird, zu Kalamitäten führt. Eine sehr starke Verschlammung bewirken ferner die aus der Kläranlage der Stadt Frankfurt strömenden Abwässer, welche durch Hinzutritt reduktionsfähiger Chemikalien aus den Griesheimer und Höchster Werken besonders aggressiv auf das Leben im Flusse wirken. Dadurch hat schliesslich die Verschmutzung in dem unteren Laufe des Mains einen derartig hohen Grad erreicht, dass notwendiger Weise durch bessere bzw. geeignetere Klärung der Abwässer der verschiedenen in den beteiligten Bundesstaaten belegenen Betriebe und Städte der weiteren Schädigung Einhalt getan werden muss.

Die am unteren Main liegenden Fabriken und Städte würden einzeln mit ihren Abwässern für den Reinheitsgrad des Flusses an sich nicht so sehr in Betracht kommen, wenn nicht durch die oberhalb eingeleiteten Abwässer bzw. die hierdurch in der Beschaffenheit des Vorfluters bedingten Verschlechterungen die Leistungsfähigkeit des Vorfluters wesentlich herabgesetzt wäre. Diese Verhältnisse bringen es mit sich, dass die seitens der Fabriken eingeleiteten Abwässer von dem Flusse nicht in gehöriger Weise verarbeitet werden können, ja, eine direkt aggressive Beschaffenheit gegenüber der Lebewelt des Flusses annehmen. Das ist wie erwähnt der Fall mit den Sedimenten der Griesheimer und Höchster Werke, welche erst durch den aus der Frankfurter Kläranlage gelangenden faulenden Schlamm eine für das Flussleben so sehr schädliche Veränderung erleiden.

Die Kanalisation des Mains mit ihren z. Zt. bestehenden sechs Schleusen verschlimmert das Uebel insofern, als der Schlamm vor denselben zur Ablagerung kommt und der Fluss erst bei eintretendem Eisgang und Oeffnen der Wehre der langlebigen Verunreinigungsherde entledigt wird. Dieser Uebelstand kann durch die wirtschaftlich nach Angabe notwendig werdende und in nicht zu ferner Zeit zur Ausführung kommende Anlage von weiteren sechs Schleusen nach

Aschaffenburg zu nur verschlimmert werden, zumal die hier befindlichen Zellulosefabriken dem Fluss Unmassen von organischer fäulnisfähiger Substanz andauernd zuführen. Es wird für diese Fabriken nach Errichtung der neuen Schleusen, wenn inzwischen kein anderes Verfahren gefunden ist, nichts anderes übrig bleiben als das Eindampfen ihrer gesamten Kocherlaugen.

Für die Farbwerke muss für die Zukunft eine bessere Befreiung ihrer Abwässer von den Sedimenten gefordert werden in genügend grossen Absitzbecken mit verlangsamer Durchflussgeschwindigkeit. Um das Abfliessen schädlicher konzentrierter Abwässer zu verhindern, müsste in diesen Becken eine Verdünnung durch Kühl- und Kondenswasser bewirkt werden.

Die Stadt Frankfurt ist schon bestrebt, die durch ihre Abwässer hervorgerufenen Missstände zu beseitigen. Vielleicht wäre sie auch im Stande, eine bessere Kontrolle über den grossen, der Kanalanlage gegenüber mündenden Notauslass ausüben zu lassen und durch entsprechende bauliche Vorrichtungen, wie sie neuerdings bei den Notauslässen in Charlottenburg ausgeführt sind, die schädigende Einwirkung zu vermindern.

Damit aber den Stromaufsichtsbeamten die Kontrolle über die Abwässerauslässe erleichtert werde, wird die Neueinrichtung von Kontrollschächten bezw. deren bessere Zugänglichmachung gefordert werden müssen, ferner und nicht zuletzt bei Einmündung der Abwässer in die Flutrinne eine genaue, am Ufer ersichtliche Bezeichnung der Lage derselben. Es müssten diese Bezeichnungen genau die Richtung und Entfernung vom Ufer angeben, damit zu jeder Zeit eine im wissenschaftlichen Interesse zu bewirkende Probeentnahme statthaben kann.

Berlin, 29. Dezember 1904.





## Resultate

### der mikro-biologischen Untersuchungen.

- Probe I, 2. 1 km oberhalb Aschaffenburg, Plankton: Sehr viel mineralischer Detritus, meist aus Calciumcarbonat bestehend, wenig pflanzlicher; keine treibenden Fadenpilze. Häufig ist *Pandorina morum* und *Eudorina elegans*, vereinzelt kommen vor *Gonium angulosum*, *Chlamydomonas ehrenbergi*, *Scenedesmus quadricauda* und *obliquus*, *Selenastrum acuminatum*, *Rhaphidium polymorphum* und *brauni*, *Richterella botryoides*, *Pediastrum boryanum* und *duplex* mit den Varietäten *clathratum* und *reticulatum* usw. Von Diatomaceen häufig *Synedra actinastroides*, mehr vereinzelt *Melosira granulata* var. *jonensis*, *Cyclotella chaetoceras*, *Surirella splendida*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra delicatissima*, *Microneis minuta*, *Nitzschia acicularis* und *palea*, *Navicula radiosa* und *cryptocephala* usw. Als Vertreter des Zooplanktons nur *Diffugia hydrostatica*, wenig *Brachionus pala* und *Nais* sp., auch junge Chironomiden-Larven.
- Probe I, 5 und 6. Ebenda, Dretschezug und grauer Belag auf den Ufersteinen: Calciumcarbonat und anderer mineralischer Detritus; auf den Steinen auch *Cladophora glomerata* mit potamophilen Diatomaceen wie *Navicula*, *Nitzschia*, *Amphora* usw.; ferner Chironomiden-Larven.
- Probe II, 1. Achaffenburg, am Ausfluss des städtischen Schlachthofes. Schwärzlich grüner Belag auf den Steinen: *Phormidium uncinatum*, *Oscillatoria limosa* und *splendida*.
- Probe III, 2. Aschaffenburg, Sielmündung, Belag auf *Ceratophyllum*: sehr viel Detritus, auch Fett, *Euglena viridis*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Closterium moniliferum*, *Cymbella lanceolatum*, Rotifer, *Salpina*, *Nais*, *Chydorus*, junge Larven von *Chironomus* usw.
- Probe IV, 1. Flussmitte unterhalb Aschaffenburg, Plankton: keine Fadenpilze wie *Sphaerotilus*, sonst dieselben Organismen wie in Probe I, 2.
- Probe IV, 5. Achaffenburg, Zellulosefabrik, weisse Fladen aus dem Absatzbecken: Zellulosefasern und *Sphaerotilus*.

- Probe IV, 9. Aschaffmündung, grauer Besatz links vom Ausfluss: meist kohlensaurer Kalk mit Chlamydomonas, Gonium und Diatomaceen. Auch am rechten Ufer viel kohlensaurer Kalk, ferner Spirogyra, Salpina usw.
- Probe IV, 10. Ebenda, weisser Belag: Sehr viel Beggiatoa, auch viel Euglena viridis, sowie Euglena deses, Spondylomorom quaternarium. Alle diese Organismen zeigen eine starke Verunreinigung an! Ferner Chlamydomonas, Stauroneis, Callidina usw.  
Unter diesem Belag tief schwarzer Schlamm, welcher mit verdünnter Schwefelsäure eine starke Schwefelwasserstoffreaktion gibt.
- Probe IV, 11. Ebenda, gelber Belag: Oscillatoria splendida u. a. Arten, Spondylomorom und sehr viel Nitzschia palea.
- Probe V, 2. Stockstadter Zellulosefabrik, grüne Abscheidung durch Aluminiumsulfat: besteht hauptsächlich aus den grünen Planktonalgen wie in Probe I, 2 gefunden, gleichfalls aus denselben Diatomaceen; auch einige Monaden sind vorhanden.
- Probe V, 3. Ebenda, Flocken aus dem Waschwasserbassin: Zellulosefasern, keine Fadenpilze.
- Probe V, 4. Ebenda, am Kondenswasserabfluss: Schizothrix coriacea (Ktz.) Gom., Rotifer vulgaris, Synedra ulna.
- Probe V, 5. Ebenda, Waschwasserausfluss: Flocken bestehen gleichmässig aus Sphaerotilus und Zellulosefasern; grüne Planktonten wie in Probe I, 2, jedoch einige derselben gebleicht; Synura uvella, Monaden, Vorticellenköpfe, Nematoden usw.
- Probe VI, 3. Unterhalb Stockstadt, treibende Pilze: Sphaerotilus natans vermengt mit Zellulosefasern, welche jedoch meist noch zusammenhängen, d. h. als Holzgewebe vorhanden sind; vereinzelt Melosira varians, Diatoma vulgare, Epistylis coarctata u. a. Protozoen.
- Probe VI, 5. Ebenda, a) Besatz an Ufersteinen: kohlensaurer Kalk mit Sphaerotilus, Zellulosefasern und zersetzter Cladophora; b) an Potamageton natans: faulender Sphaerotilus, Zellulosefasern, viel Kalk, Chironomuslarven usw.
- Probe VI, 6. Ebenda, Plankton: Zellulosefasern und Sphaerotilus, auch noch viel kohlensaurer Kalk. Ausser den bereits konstatierten Planktonten findet sich hier Euglena viridis, auch treten viele Rotatorien auf, wie namentlich Salpina, ferner Anuraea cochlearis, Actinurus neptunius und Colurusarten, ebenso finden sich dieselben abgestorben, wie viel Anuraea- und Colurus-Panzer, sowie Chitinhüllen von Kleinkrustern.
- Probe VII, 1. Main bei Klein-Ostheim, Plankton: nur noch wenig Sphaerotilus und Zellulosefasern, von den Planktonalgen haben sich die Pediatren stark vermehrt, gleichfalls Synura uvella; Verunreinigungen zeigen auch an: Paramaecium caudatum, einzeln, Oscillatoriafäden, Closterium acerosum und von Diatomaceen äusserst viel Stephanodiscus hantzschii, gleichfalls Rotatorien wie Rotifer vulgaris, Salpina mucronata, Brachionus pala usw.
- Probe VIII, 1. Oberhalb der Kahl, Plankton: das Plankton zeigt ein mehr normales Aussehen, Sphaerotilus nur wenig, auch die obigen Abwasserorganismen haben abgenommen.

- Probe VIII, 2. In der Kahl, Stengelbesatz: meist aus Lehm bestehend, auch Oscillatorien, wenig *Euglena viridis*, *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Ulothrix zonata*, *Diglena* sp., *Aelosoma quaternarium*, Nematoden usw. Belag am Aststück: dasselbe und noch *Stentor roeseli*, auch Zuckmückenlarven.
- Probe IX, 1. Oberhalb Hainstadt, Dretsche: Sphaerotilus im ersten Stadium der Zersetzung, Zellulose- und Holzfaserbündel, *Epistylis coarctata* usw.; im andern Zuge: viel Alona-Panzer, Larvenhüllen, *Nitzschia sigmoidea*, *Stauroneis*, *Closterium acerosum* usw.  
Am Dretschebeutel klebend: viel mineralischer Detritus mit etwas Sphaerotilus und Zellulosefasern, *Diffugia*, *Cladophora*, *Closterium* usw.
- Probe X, 1 und 2. Bühne bei Gross-Auheim, schlammiger Besatz und Schwefeleisenschlamm: Larven von *Chironomus*, Salpinen, Diglenen, viel Rotifer, *Lepadella*, *Brachionus pala*, auch *Spondylomorom quaternarium*, *Paramecium bursaria*, Nematoden. Etwas weiter: kleine Asseln (*Asellus aquaticus*), viel *Scenedesmus quadricauda*, Ostracoden und *Hydra grisea*.
- Probe XI, 1. Station 330, 2, viel weisslicher Schaum am Ufer: sehr viel *Spondylomorom* und *Stephanodiscus*, gleichfalls zahlreich *Nitzschia acicularis*, ferner *Diglena catellina*, *Euglena deses*, *Chlamydomonas*, *Beggiatoa*, *Scenedesmus*, Alona-Panzer usw.
- Probe XI, 3. Abwasser aus der Königlichen Pulverfabrik, Weisse Flocken: Wasserformen von Schimmelpilzen, teils bestehend aus *Fusarium aquaeductuum*, teils aus *Mucor*. Die Flocken von mehr gelber Farbe befanden sich in beginnender Zersetzung, und konnte mikroskopisch eine Fetttropfen-Abscheidung bemerkt werden.
- Probe XII, 1. Main unterhalb der Pulverfabrik, Plankton: viel kohlensaurer Kalk, Sphaerotilus nur noch in einzelnen Flöckchen, wenig *Mucor-Mycel*; von Planktonten dieselben wie in Probe I, 2, auch noch viel *Stephanodiscus*, sowie vereinzelt *Euglena viridis*, von Rotatorien *Salpina*, Rotifer und *Lepadella*, ferner einzelne Kleinkruster wie *Chydorus*, Alona und Ostracoden, aber auch deren Panzer sowie Bosminarüssel, Insektenlarvenhüllen usw.
- Probe XIII, 1. Schlamm bei Gross-Steinheim, sehr feiner schwarzer Detritus mit abgestorbenen Diatomaceen wie *Navicula*-, *Nitzschia*-, *Synedra*-, *Cymbella*- *Gomphonema*-Arten. Larven von *Chironomus plumosus*.
- Probe XIII, 2. Ebenda, am rechten Ufer, derselbe Befund, hier sind jedoch noch einige zersetzte Fäden von Sphaerotilus aufzufinden. Spongillennadeln vereinzelt.
- Probe XIV, 2. Hanauer Hafen, Schlamm: fast nur grober pflanzlicher und tierischer Detritus, Vogelfederreste und dergl., Wollfasern und viel abgestorbene Diatomaceen, darunter auch *Melosira varians* und *arenaria*. Von lebenden Organismen: *Rotifer vulgaris*, *Nauplius* und einige Closterien.
- Probe XIV, 3 und 4. Kinzig-Mündung, Flossbesatz und schwimmende Flocken: Sphaerotilus vereinzelt und in Zersetzung, *Oscillatoria chalybea*, *Eudorina*, *Synura uvella*, auch *Stentor coeruleus* und *roeseli*.

- Probe XIV, 5. Flussgrund unterhalb der Hanauer Sielmündung, viel Haare, Kaffeegrus und Gemüseabfall, nur einige Sphaerotilus-Fädchen, sonst keine Saprobien.
- Probe XIV, 6b. Ebenda, 100 m unterhalb, Strommitte. Derselbe Befund, auch noch etwas in Zersetzung begriffener Mucor und Zellulosefasern.
- Probe XIV, 7. Ebenda, 200 m unterhalb. Ein ähnlicher Befund, auch hier keine typischen Abwasserorganismen.
- Probe XV, 1. Main zwischen Hanau und Mühlheim, Plankton: sehr viel Detritus; von den bei Aschaffenburg gefundenen kleinen Planktonten nahmen die kleinen Algenformen, die Palmellaceen, ab mit Ausnahme der Pediastron, von Diatomaceen ist hier sowie von Stockstadt an typisch Stephanodiscus hantzschii, welcher mit organischen Stoffen verunreinigtes Wasser liebt. Von Rhizopoden waren nicht selten Arcella, Diffugia und Euglypha, ferner ist noch bemerkenswert Rotifer vulgaris und vereinzelt Stentor coerules, auch viel Eier von Chironomiden, sowie kleine Tubificiden, ferner noch viel Kalk.
- Probe XVI, 3. Am Abwasserausfluss der Leonhardschen Farbwerke, Mühlheim, grauer Besatz an Wasserpflanzen: Viel Kalk und Detritus, auch viel Stephanodiscus; von Protozoen: Paramaecium bursaria, Condylostoma vorticella und Stentor roeseli; von Rotatorien: Rotifer vulgaris, Lepadella ovalis und Brachionus pala; ferner junge Chironomidenlarven und Nematoden.
- Probe XVI, 8. Dornigheimer Fähre, Besatz: Melosira varians mit wenig Sphaerotilus.
- Probe XVI, 9. Ebenda, an der Kette haftender brauner Schleim, rotbraune undefinierbare Häutchen, wohl Farbstoffausscheidungen, da an Alkohol Farbstoff abgebend, mit Salzsäure aber nicht aufbrausend; ferner noch Alona-Panzer.
- Probe XVI, 10. Ebenda, Steine am Grunde: roter Farbstoff, keine Häutchenbildung, aber gefärbte rote Schollen, auch anderer rotgefärbter Detritus und Kalk. Von lebenden Organismen: Nephelis vulgaris, Nais sp., Nauplius.
- Probe XVI, 12. Unterhalb Mühlheim, an der Buhne, Besatz an Potamogeton pectinatus: Detritus rötlich gefärbt, auch rötlich gefärbter Kalk, vereinzelt Zellulosefasern; von lebenden Organismen: Trachelomonas, Chilodon cucullulus, Vorticella sp., Rotifer u. a.
- Probe XVI, 13. Ebenda, am Ufer, Besatz an Laichkraut: sehr viel rötlich gefärbter Kalk, rote Schollen, Chironomideneier, Diffugien usw.
- Probe XVII, 1. Main am Schloss Rumpfenhein, Plankton: viel mehr Detritus wie oberhalb im Main treibend und dieser zum Teil rötlich bis rötlich-schwarz gefärbt; wieder viel Stephanodiscus, auch Cladotrix dichotoma, Synura, Eudorina, Chlamydomonas, Diffugia, Salpina, Alona und Chironomideneier.
- Probe XVIII, 1. Main oberhalb Mainkur, Plankton: weniger Farbstoffreste, sonst nichts bemerkenswertes.
- Probe XX, 3. Mainufer bei Mainkur: Detritus mit jungem Asellus aquaticus,

- roten Chironomus-Larven, *Canthocamptus*, ferner Rotifer, Nais, Nematoden, *Stentor roeseli* u. s. w.
- Probe XXII, 1. Flussgrund oberhalb Offenbach, rechtes Ufer, Schlamm: ganz feiner Detritus, keine lebenden Organismen aufzufinden, von Diatomaceen auch nur Schalen.
- Probe XXIV, 1. Gleichfalls, auf dem linken Ufer: dasselbe Resultat, noch einige Spongillennadeln.
- Probe XXVI, 5. Offenbach, Mauerbesatz unterhalb von Gerbereiabwässern: *Oscillatoria chalybea* und *limosa*, *Nitzschia acicularis*, *Navicula cryptocephala*; *Callidina*, Nematoden, *Arcella*, *Rhaphidium* usw.
- Probe XXVII, 5. Main unterhalb Offenbach, Plankton: besteht zum grössten Teil aus Detritus, auch viel *Stephanodiscus* ist wieder vorhanden neben *Eudorina*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* usw. Von Protozoen: *Arcella* und *Stentor coeruleus*; von Rotatorien: *Brachionus pala* und *amphiceros*, Rotifer und *Anuraea cochlearis*; Nauplien, Chironomideneier, Ostracoden usw.
- Probe XXVIII, 1. Städtischer Graben von Offenbach, Schlammbelag: *Euglena viridis* viel, auch *Euglena deses* auf viel Schwefeleisen enthaltendem Schlamm.
- Probe XXIX, 1. Main oberhalb des Offenbacher Wehrs, Plankton: äusserst viel Detritus die eigentlichen Planktonten können erst nach längerem Stehen von der oberen Schicht durch Abpipettieren zur Beobachtung gebracht werden, hier finden sich lebende sowie abgestorbene *Eudorina*, teils schon schwarz geworden, *Chlamydomonas*, frischer *Sphaerotilus* und *Zoogloea*, *Synura uvella*, *Closterium acerosum*, viel *Stephanodiscus*; *Difflugia* und *Arcella*, von letzterer viele abgestorbene schwarz gewordene Exemplare; *Paramaecium aurelia*, *Stentor coeruleus* häufig, *Stentor polymorphus*, Rotifer *vulgaris*, *Brachionus pala* nicht selten, *Brachionus urceolaris*, junge Chironomidenlarven usw.
- Probe XXIX, 3 und 5. Offenbacher Wehr, Nadelbesatz: *Sphaerotilus* mit Diatomaceen, besonders *Stephanodiscus*, *Oscillatoria splendida* und *limosa* mit Würmern wie Nais, Tubificiden, besonders *Tubifex rivulorum*, und Nematoden.
- Probe XXIX, 4. Ebenda, Insektenlarven: in Röhrchen lebende Larven von *Chironomus plumosus* und *motilator*, sowie auch grössere von *Hydropsyche spec.*
- Probe XXX, 4. Grenzgraben, Uferbesatz unterhalb desselben: lange Strähnen von *Cladophora glomerata*, dazwischen viel *Asellus aquaticus*, auch Rädertiere wie *Salpina* u. a.
- Probe XXXI, 1 und 2. Speckgraben, Schlammbelag; *Sphaerotilus natans* mit viel Detritus aller Art. *Phormidium uncinatum* mit *Euglena viridis*.
- Probe XXXII, 1. Main, Frankfurter Stadtgebiet, Plankton: hauptsächlich Detritus, ferner *Eudorina*, *Synura uvella*, 5 *Pediastrum*-Arten; *Stephanodiscus*, *Synedra actinastroides* und *delicatissima*, *Fragilaria crotonensis* einzeln, viel *Difflugia*, lebende und abgestorbene schwarz gewordene *Arcella*, sehr viel Rotatorien besonders *Brachionus amphiceros* mit Eiern, auch *Brach. angularis*, *Anuraea tecta*, *cochlearis* und *aculeata*,

- Triarthra longiseta, Nauplien, Bosmina cornuta, Insektenlarvenhüllen usw. Kohlensaurer Kalk ist nur noch in geringen Mengen vorhanden.
- Probe XXXII, 5. Frankfurter Kohlenhafen, Schlamm: viel feiner Detritus mit zahlreichen Kohlepartikeln, Tubifex rivulorum, abgestorbene Diatomaceen, wie Cymbella lanceolata u. a.
- Probe XXXII, 7. Main, unterhalb des Eisernen Steges, Planton: ebensoviel Detritus wie in Probe XXXII, 1, auch sonst dieselben Organismen, nur viel weniger Rotatorien; unter den vorgefundenen Brachionen ist Brach. amphiceros meist abgestorben; von Saprobien fanden sich noch vereinzelt Stentor coeruleus, auch Actinurus neptunius. Kohlensaurer Kalk ist nur wenig vorhanden.
- Probe XXXIII, 2. Frankfurter Wehr, Besatz an einer Nadel des Schiffsdurchlasses: junge Chironomus-Larven haben sich in Röhrchen lebend mit diesen an der Holznadel festgeheftet, ein Röhrchen neben dem andern; diese Röhrchen bestehen aus Detritus aller Art, auch aus Calciumcarbonat, jedoch nicht aus Fadenpilzen. Von anderen Organismen waren vorhanden Scenedesmus und Raphidium, sowie viele Diatomaceen: Nitzschia acicularis und palea, Stephanodiscus hantzschii, sowie abgestorbene Cymbellen, Melosiren u. s. w.
- Probe XXXIII, 3. Ebenda, zweite Nadel: dieselben Organismen und noch Cladophora sowie Rotifer, auch sind Tubificiden häufig.
- Probe XXXIII, 6a und b. Ebenda, Mauerbesatz: Oscillatoria formosa und Lyngbya rivulariarum und aerugineo-coerulea, Amblystegium riparium, keine Pilze.
- Probe XXXIII, 8. Ebenda, schleimiger Besatz an angetriebenen Pflanzen: Detritus mit Cladophora, jungen Tubificiden, Nematoden, Diffflugien usw., keine Fadenpilze.
- Probe XXXV, 2. Ausfluss an der Donnerschen Fabrik, Steinbesatz: kleine Schnecken und Muscheln wie Neritina fluviatilis, Sphaerium rivicola, auch Valvata piscinalis nicht selten, junge Limnaea auricularia var. ampla (Gulnaria ampla), sowie eine Unio pictorum. Zwischen den Steinen sind Asseln häufig, nicht selten Nephelis vulgaris und Dendrocoelum lacteum, ferner Bythinia tentaculata. Auf allen Steinen kleine Büschel von Cladophora glomerata.
- Probe XXXVI, 2b. Ausfluss der Wertheimschen Fabrik, Schlamm: sehr viel mineralischer Detritus, wohl Chinaclay, auch viel Zellulosefasern (Papierreste); keine lebenden Organismen.
- Probe XXXVII, 4b. Flussgrund unterhalb der Frankfurter Kläranlage: Detritus aller Art, viele Spiralgefäße, wohl Gemüseabfall, gleichfalls viel quergestreifte Muskelfasern, durch Gallenfarbstoffe teilweise gelb.
- Probe XXXVII, 11. Frankfurter Kläranlage, Absetzbecken, grüner Belag auf denselben: Palmellazustände von grünen Fadenalgen, auch Entwicklungsformen in Tetraden.
- Probe XXXVII, 14a und b. Ebenda, am linken Ufer, unterhalb, zwischen und an Phragmites, Besatz und Schlamm: Sphaerotilus natans, meist in nicht sehr dicken Massen den Detritus durchziehend, vereinzelt auch Fusarium aquaeductuum, verschiedene Oscillatoria-Arten, auch saprobe Protozoen wie Oxytricha pellationella, Chilodon cucullulus, Paramaecium caudatum,

- Stentor roeseli usw.; von Diatomaceen besonders Nitzschia acicularis, ferner Scenedesmus obliquus und quadicauda, Rhaphidium, Chlamydomonas usw. Der Detritus war typisch durch Muskelfaserreste.
- Probe XXXVII, 15. Main, unterhalb der Kläranlage, Plankton: sehr viel Detritus aller Art, in welchem namentlich gelb tingierte Muskelfaserreste hervortreten; unter den schon früher aufgeführten Planktonen sind die Palmellaceen sehr häufig, namentlich Scenedesmus- und Rhaphidiumarten, auch Pediatren und Synura uvella, von Diatomaceen wieder Nitzschia acicularis und Stephanodiscus hantzschii, von Rotatorien: Brachionus-Arten wie pala, amphicerus und angularis, auch Brachionus militaris wurde bei einer späteren Vorbeifahrt konstatiert, ferner Rotifer vulgaris, Anuraeen und Synchaeten; von Kleinkrustern Cyclops und Nauplien, Alona und Ostracoden. Kohlensaurer Kalk war hier in nur geringen Mengen vorhanden.
- Probe XXXVIII, 2e. Main, 600 m unterhalb der Kläranlage, treibende Flocken: Fusarium aquaeductuum mit viel Detritus, auch Arcella, Actinurus neptunius und Philodina.
- Probe XXXVIII, 3b. Ebenda, zwischen Schilf am linken Ufer, Flocken: Sphaerotilus und Cladophora mit sehr viel Detritus, worin braune Muskelfaserreste; dazwischen Euglena pisciformis, Stentor polymorphus und roeseli, Salpina, Philodina in Röhren, Actinurus, Alona u. s. w.
- Probe XXXVIII, 3c. Ebenda, Steine, Flocken: dieselben Organismen und noch viele junge Chironomiden-Larven, auch viel Nitzschia linearis var. tenuis, sowie einzelne Spirogyrafäden.
- Probe XXXVIII, 3d. Ebenda, gesiebter Schlamm: pflanzlicher Detritus, meist schwarz, mit Schwefeleisen überzogen. Zellulosefasern (Papierreste), Textilfasern (meist von blauer Wolle), Muskelfasern, viel Tubificiden, abgestorbene Cladophora und Diatomeenschalen.
- Probe XXXVIII, 4. Main, oberhalb Griesheim, Plankton: hier betrug das Verhältnis des lebenden Planktons zum Detritus (Pseudoplankton) 1 : 7,7! Im letzteren war nur noch sehr wenig kohlensaurer Kalk enthalten. Im lebenden Plankton fanden sich dieselben Organismen wie in Probe XXXVII, 15, ferner noch viel Arcellen und Diffflugien, auch Rotifer und Nematoden sowie einige Fäden von Oscillatoria chalybea. Gelb gefärbte Muskelfaserreste waren sehr reichlich vorhanden, gleichfalls in einer bei der zweiten Mainbefahrung an dieser Stelle entnommenen Probe, welche nicht konserviert worden war. Nach dem Ubergiessen derselben mit Salzsäure trat eine sehr bedeutende Entwicklung von Schwefelwasserstoff auf.
- Probe XLI, 9. Main unterhalb Griesheim bis zum Höchster Wehr, Plankton: Gleichfalls äusserst viel Detritus, sonst dieselben Organismen wie oberhalb, nur weniger Rädertiere; auch hier ist Brachionus militaris vorhanden, vereinzelt Polyarthra; es finden sich aber auch abgestorbene Planktonen vor, wie schwärzlich gewordene Eudorina und Gonium. Bemerkenswert ist hier das Vorkommen von Beggiatoa neben geringen Mengen von Sphaerotilus.
- Probe XLI, 4h $\beta$ . Griesheim, unterhalb Betrieb Mainthal, Steinbesatz:

- Oscillatoria splendida mit vereinzelt Beggiatoafäden. Nitzschia tenuis und acicularis, Navicula cryptocephala.
- Probe XLII, 1a. Höchster Wehr, Schlammbank vor demselben: im schwarzen Detritus viele abgestorbene Diatomaceen und Krustaceenpanzer, einige lebende Pediatren und Scenedesmen; viel gelbe Muskelfasern.
- Probe XLII, 1c. Ebenda, Schlamm weiter oberhalb: derselbe Befund, viel gelbe Muskelfasern, auch Kohlepartikeln.
- Probe XLII, 5. Ebenda, Nadeln: viel Stentor roeseli, Euglena deses, Closterium acerosum usw.
- Probe XLII, 6. Höchster Wehr, Nadelbesatz teorig: fettiger Detritus auch Fetttropfen, etwas Stärke, Koniferenpollen, Oscillatorien, Diatomaceen meist abgestorben, einige junge Chironomuslarven.
- Probe XLII, 9. Ebenda, angetriebener Schlamm: pflanzliche Reste, Getreidekörner, sehr viel gelbe Muskelfasern, Stärkemehlaballen (wohl Brotteilchen), Milben und Saprobien wie Oxytricha u. a.
- Probe XLIII, 2. Abfluss der Gelatinefabrik in Nied: meist stinkender kohlenaurer Kalk, keine Lebewesen.
- Probe XLIII, 3. Ebenda: tierische Haare mit Kalk; Salzsäure ruft starkes Aufbrausen hervor.
- Probe XLIII, 4. Ebenda: Oscillatorienbelag mit Nematoden und saproben Protozoen wie Chilodon u. a.
- Probe XLIII, 5c. Nidda, treibende Flocken: Sphaerotilus natans.
- Probe XLIII, 5d. Ebenda, Wasserpflanzenbesatz: viel Detritus aller Art, auch viel mineralischer, nur wenig Diatomaceen wie Nitzschien, auch Arcella usw.
- Probe XLIV, 3. Flussgrund unterhalb des Liderbachausflusses: viel Oscillatorien besonders chalybea und splendida, auch viel Nematoden.
- Probe XLV, 6. Main unterhalb der Deutschen Gelatinefabrik in Höchst, Plankton: besteht fast ausschliesslich aus Detritus mit einigen Sphaerotilusflockchen und Brachionen-Panzern, nur vereinzelt Diatomaceen und Palmellaceen.
- Probe XLIX, 2. Höchster Farbwerke, dritter Ausfluss, Dretschzug: grober pflanzlicher Detritus, wohl Gemüseabfall, Stärkekörner von Getreide sowie von Bohnen, auch viel Fett, also Küchenabfälle.
- Probe XLIX, 17. Main unterhalb der Höchster Farbwerke, Plankton: sehr viel brauner und schwarzer Detritus, darunter auch rot sowie violett gefärbte Schollen, Muskelfasern hier nur noch vereinzelt, sehr wenig Diatomaceen, von diesen vorwiegend Stephanodiscus, dagegen mehr Rädertiere und unter diesen am meisten Brachionen, sonst sind Arcellen und Difflogien nicht selten, von den Pediatren sind einige abgestorbene schon schwarz geworden.
- Probe LI, 1. Schleuse Okriftel, Mauerbesatz: Oscillatoria limosa und tenuis sowie Scenedesmus.
- Probe LI, 2a. Ebenda, Nadelbesatz: Cladophora fracta und Ulothrix zonata mit Synedra radians u. a. Diatomaceen.
- Probe LI, 2c. Ebenda, Nadelbesatz: Palmellazustände von Stigeoclonium und Fädchen dieser Alge, Ulothrix und Scenedesmen, keine Fadenpilze.

- Probe LI, 2d. Ebenda, Nadelbesatz: Larven von Hydropsyche und von Chironomiden.
- Probe LIII, 2b. Okrifelter Zellulosefabrik, Ablauf aus der Papierfabrik, weisse Flocken: nur Zellulosefasern und Detritus, keine Pilze.
- Probe LIII, 9. Unterhalb derselben, schleimige Massen an Uferpflanzen: Zellulosefasern und Saprobien wie *Paramaecium caudatum* und viel *Stentor roeseli*, auch *Stentor coeruleus* und *Rotifer vulgaris*.
- Probe LIII, 11. Ebenda, 150 m weiter unterhalb an Blatt von *Sparganium*: Zellulosefasern und Detritus durchzogen mit *Sphaerotilus natans*, vereinigt Brachionen und *Nitzschia acicularis*.
- Probe LIII, 14. Ebenda, Strommitte, Plankton: äusserst viel Detritus, im übrigen dieselben Organismen wie oberhalb, jedoch sind hier manche derselben abgestorben wie Brachionen und schwarz geworden wie häufig *Arcella vulgaris* und *Pedastren*; auch ein grosser Teil des Detritus ist mit schwarzem Schwefeleisen durchsetzt. Ferner finden sich viel Zellulosefasern und auch noch blaue Schollen, von Fadenpilzen nicht viel.
- Probe LIV, 2a. Schleuse Flörsheim, Nadelbesatz: *Stigeoclonium*, *Palmella*, keine Saprobien, auch *Cladophora fracta* und *Hormiscia subtilis* var. *stagnorum*.
- Probe LIV, 5. Ebenda, Mauerbesatz: *Phormidium uncinatum*, Zellulosefasern und einzelne Wollfäden.
- Probe LV, 1. 2 und 3. Rüsselheim, vor dem Ausfluss der Strassenabwässer: *Sphaerotilus*-Flocken mit Eisenhydroxyd, *Callidina* sp., junge *Tubificiden*, junge *Sphaerium rivicola*.
- Probe LVII, 3. Kostheimer Zellulosefabrik, vor dem letzten Abwasserausfluss: viel *Fusarium aquaeductum* in grösseren Flocken, darunter nur wenig *Mucor*-Fäden, Zellulosefasern häufig, auch Fetttropfen vorhanden.
- Probe LVIII, 1 und 4. Rhein, Plankton oberhalb der Stadt Mainz: sehr viel mineralischer Detritus, zumeist bestehend aus kohlen-saurem Kalk, nach der späteren Ausfällung ist auch reichlich *Magnesia* nachweisbar. Neben anderem Detritus (Zellulosefasern, Insektenlarvenhüllen, Textilfasern u. s. w.) sind grössere Flocken von *Sphaerotilus natans* häufig! Das Rheinplankton unterscheidet sich von dem des Mains hauptsächlich durch die Anwesenheit reichlicher Mengen von *Tabellaria fenestrata* forma *asterionelloides*, auch *Asterionella* ist in dreistrahligen Ketten nicht selten, von anderen Diatomaceen *Fragilarien*, *Melosiren*, *Nitzschien* und *Naviculeen*, auch *Synedra ulna* var. *splendens*, *Gomphonema intricatum* und *Microneis*; ferner *Eudorina*, *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon sertularia* var. *thyrsoides* und *Dinobryon cylindr.* var. *divergens*, *Merismopedium* usw., auch *Cyclops*, Nauplien und junge Chironomidenlarven.
- Probe LIX, 1. Rhein, Plankton unterhalb der Stadt Mainz nach Zufluss des Mains: vorwiegend typisches Rheinplankton mit *Tabellaria* und *Ceratium*, sowie viel mineralischem Detritus; von Rotatorien nur *Anuraea cochlearis*, von Krustaceen noch *Diptomus*.
- Probe A, 1. Main bei der zweiten Befahrung, oberhalb Aschaffenburg, Plankton: wie Probe I, 2, dieselben Planktonten und viel kohlen-saurer Kalk, wenig *Magnesia*, keine Abwasserorganismen.

Probe G, 2. Main, 200 m unterhalb der Frankfurter Kläranlage, Plankton nicht konserviert: nach 14 Tagen intensive Schwefelwasserstoffbildung und fäkalartiger Gestank. Schwarzer, sehr viel Schwefeleisen enthaltender Detritus.

Probe vom 14. September. Frisches Material von den Nadeln des Offenbacher Wehrs, bei starker Vergrößerung untersucht unter Zuhilfenahme chemischer Agentien: *Sphaerotilus natans* festgewachsen; Reaktionen: 1. mit Salpeter-Eosin: schwache Kontraktion und schwache Färbung, 2. beim Erhitzen: starke Kontraktion der Längsrichtung nach, 3. mit Lactophenolkupfer: starke Plasmolysierung nach allen Richtungen, 4. mit Methylenblau: Färbung der Scheiden. Bräunliche Flocken von *Sphaerotilus*: schnelle Färbung mit Methylenblau. *Oscillatoria*-Fäden enthalten Schwefelkörner von  $3\mu$  Grösse. *Euplotes charon* nicht selten, Nematoden; vegetabilischer Detritus, wohl zum Teil aus Gerbstoffresten bestehend.

Probe vom 20. September. Schwarzbach-Abzweigung, genannt der Flutgraben, unterhalb der Kunstlederfabrik: viel *Conferva bombycina*, *Melosira varians*, Nitzschien u. a. Diatomaceen; keine Fadenpilze, keine Saprobien.

Probe vom 20. September. Oberhalb der Denningerschen Gerberei, braune Flocken im Bache: grosse Strähnen der Diatomacee *Melosira varians*; sehr viel *Nitzschia palea* und *acicularis*, Fragilarien und *Synedren*; *Spirogyren* und *Conferva* vereinzelt. Von *Sphaerotilus natans* lassen sich vereinzelt Flöckchen auffinden.

Probe vom 20. September. Schwarzbach bei Hattersheim, Plankton: besteht zum allergrössten Teile aus schwarzem Detritus, ferner aus *Sphaerotilus* und Zooglooen, sowie *Oscillatorien*, abgestorbenen Closterien, Nematoden und vereinzelt *Rotifer vulgaris*. Eigentliche Planktonen sind garnicht vorhanden, von Grunddiatomaceen wurden nur einige Exemplare von *Nitzschia sigmoidea* und *palea* gefischt.

Proben aus dem Liederbach bei Königstein.

1. Zweiter Teil der Rieselwiese von Marx u. Söhne, grüner Besatz und weissliche Flocken: viel *Euglena viridis*, *Zoogloea ramigera*, *Hantzschia amphioxys*, *Paramaecien* u. a. Saprobien.
2. Rombach unterhalb der Marxschen Gerbereiabwässer: keine Fadenpilze, weiter unterhalb in einer Bucht grünliche Flocken bestehend aus *Conferva bombycina*.
3. Woogbach a) nahe der Gerberei (als Gebrauchswasser), graue Flocken: *Sphaerotilus natans* mit Textilfasern wie Wolle, auch vereinzelt Muskelfasern, Nematoden und abgestorbene Diatomaceen. b) Oberhalb der Gerberei, am „stillen Hain“, graue Flocken am Grunde: *Sphaerotilus natans* mit *Euglena viridis* zahlreich, *Paramaecien* u. a. Saprobien, junge Larven von *Chironomus plumosus*, auch Spirillen um Zooglooen. c) Schleimiger Steinbesatz nahe der Stadt Königstein am Hainbad: *Sphaerotilus natans* mit Zooglooen und Saprobien, namentlich *Colpidium colpoda*.

## Resultate

der am 14., 15. und 16. September 1904 ausgeführten  
bakteriologischen Untersuchungen.

A 2.	1 km oberhalb Aschaffenburg in 6 cm Tiefe	2300 Keime
B 1.	Aschaffenburg: 200 m unterhalb des Ausflusses der städtischen Abwässer in 8 cm Tiefe	4900 "
C 2.	1 km unterhalb des Kocherlaugenausflusses der Aschaffener Zellulosefabrik	6400 "
D 1.	Rechtes Mainufer bei Bürgel in 2 m Tiefe über der 20 cm dicken Schlammschicht	10000 "
D 2.	Ebenda, 6 cm unter der Oberfläche	8600 "
D 3.	In der Nähe, in $2\frac{1}{4}$ m Tiefe über der 1 m dicken Schlammschicht	8800 "
E 1.	Offenbach, linkes Ufer, doch im Strom, 200 m unterhalb Schloss, 6 cm	5600 "
F 1.	Frankfurt, rechtes Ufer, oberhalb des Hafentors, 6 cm	5400 "
G 1.	200 m unterhalb Ausfluss der Frankfurter Kläranlage, 6 cm	15000 "
H 1.	70 m unterhalb Betrieb Mainthal in Griesheim, 6 cm	6800 "
J 1.	Schleuse Höchst, 90 cm unter Oberfläche über der 1 m dicken Schlammschicht des linken Ufers (oberhalb des Wehrs)	63000 "
J 2.	Ebenda, 6 cm unter der Oberfläche (oberhalb des Wehrs)	104000 "
J 3.	Ebenda, 70 m unterhalb des Wehrs, 6 cm	52000 "
K 1.	Höchster Farbwerke, 5 m unterhalb des letzten Abwasser- ausflusses in $1\frac{1}{2}$ m Tiefe bei 2 m Wassertiefe ( $3\frac{1}{2}$ Minute Dauer von der Entnahme bis zur Gelatinekultur)	116000 "
L 1.	Okriftel-Schleuse, Schleusenbrunnen	54 "
L 3.	Ebenda, Mainwasser vor dem Wehr, 6 cm	140000 "

M 1.	Zellulosefabrik Okriftel, 15 m unterhalb Abwasserausfluss in der Ufernähe	210000 Keime	
N 1.	Raunheimer Schleuse oberhalb, 6 cm	16500	} viele } anaerobe
O 1.	Kostheimer Schleuse oberhalb, 6 cm	20000	
O 2.	Ebenda, doch 70 m unterhalb, 6 cm	40000	
P 1.	Rheinwasser, 1 km oberhalb Zufluss des Mains, 6 cm	2400	
P 2.	Gleichfalls, 1 km unterhalb Zufluss des Mains, 6 cm	20000	

Resultate

587 am 17. und 18. September 1907

1.1. Die oberhalb Okriftel in 15 m unterhalb des Abwasserausflusses in der Ufernähe (M 1.) wurden 210000 Keime festgestellt. In 6 cm oberhalb der Raunheimer Schleuse (N 1.) wurden 16500 Keime festgestellt. In 6 cm oberhalb der Kostheimer Schleuse (O 1.) wurden 20000 Keime festgestellt. In 70 m unterhalb der Ebenda (O 2.) wurden 40000 Keime festgestellt. In 1 km oberhalb des Zuflusses des Mains (P 1.) wurden 2400 Keime festgestellt. In 1 km unterhalb des Zuflusses des Mains (P 2.) wurden 20000 Keime festgestellt.

Die Keime sind hauptsächlich aus der Gruppe der Bacillen, Clostridien und Sarcinen. In den anaeroben Proben (N 1., O 1., O 2.) wurden viele anaerobe Keime festgestellt, die sich durch ihre charakteristische Form und ihre anaerobe Lebensweise auszeichnen.

In den Proben P 1. und P 2. wurden ebenfalls viele Keime festgestellt, die sich durch ihre charakteristische Form und ihre anaerobe Lebensweise auszeichnen.

Die Keime sind hauptsächlich aus der Gruppe der Bacillen, Clostridien und Sarcinen. In den anaeroben Proben (N 1., O 1., O 2.) wurden viele anaerobe Keime festgestellt, die sich durch ihre charakteristische Form und ihre anaerobe Lebensweise auszeichnen.

In den Proben P 1. und P 2. wurden ebenfalls viele Keime festgestellt, die sich durch ihre charakteristische Form und ihre anaerobe Lebensweise auszeichnen.

# Tabelle

betreffend

**Untersuchungsergebnisse der chemischen Analysen  
der in der Zeit vom 28. August bis zum 24. September 1904  
bei der Untersuchung des Mainstromes und seiner Nebenflüsse  
entnommenen Wasser-, Abwasser-, Schlamm- usw. Proben.**

---

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeussere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtig- keit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
I, 1	Mainwasser, 1 km oberhalb Aschaffenburg.	—	—	—	—	—	—
IV, 7	Aschaff, oberhalb der Kunstwollefabrik.	—	—	—	—	—	—
IV, 8	Aschaff, unterhalb der Kunstwollefabrik.	—	—	—	—	—	—
V, 1	Kocherlaugen- abfluss der Stockstadter Zellulosefabrik.	—	—	Gelb.	—	—	—
VI, 4	Mainwasser, unterhalb der Stockstadter Zellulosefabrik.	—	—	—	—	—	—
VIII, 2	Kahl, vor der Mündung.	—	—	—	—	—	—
XI, 2	Abwasser aus Abfluss der Königlichen Pulverfabrik.	—	—	—	—	—	—
XIII, 4	Main bei Gross-Stein- heim in 1 m Tiefe über dem Schlamm.	—	—	—	—	—	—
XVI, 1	Abwasser der Mülheimer Farbwerke.	—	—	Braunrot.	—	—	Schwach sauer.
XX, 1	Abwasser aus dem Kontroll- schacht der Fechenheimer Farbwerke (Cassella).	—	—	Fluoreszie- rend braun- rotblaugrün.	—	Reichlicher braunroter Bodensatz.	Alkalisch.

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kalium- permanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser												
Suspendierte Stoffe		Schwefel- wasserstoff	Abdampf- rückstand		Chlor	Ge- samt- Ammo- niak	Nitrat	Nitrit	organi- scher	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	22			
Ge- samt	Glüh- verlust		Ge- samt	Glüh- verlust									Stickstoff		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
—	—	—	352	124	26	—	—	—	—	—	92	77	25	Alkalität = 35 (n/10 HCl); freie und halb- gebundene Kohlen- säure = 191 mg i. l. Alkalität = 17.	
—	—	—	701	428	25	—	Spu- ren	—	—	—	102	78	1308		
—	—	—	693	416	25	—	—	—	—	—	104	86	1314	Alkalität = 17.	
—	—	—	2346	361	—	—	—	—	—	—	889	549	11376	Alkalität = 50.	
—	—	—	421	157	26	—	—	—	—	—	105	79	123	Alkalität = 36.	
—	—	—	222	97	18	—	Spu- ren	—	—	—	50	19	200	—	
—	—	—	339	129	18	—	Spu- ren	Spu- ren	—	—	—	78	145	Acidität = 28 mg SO <sub>3</sub> (100 ccm = 0,7 ccm n/10 NaOH).	
—	—	—	367	127	26	—	Spu- ren	0	—	—	88	116	107	Alkalität = 36. Freie und halbge- bundene Kohlen- säure = 249 mg in 1 l.	
—	—	—	—	—	1156	—	—	—	—	—	—	424	373	—	
—	—	—	25779	964	13200	—	—	—	—	—	757	—	2036	Hauptsächl. eine Lö- sung v. Chlornatrium u. Chlorcalcium. Kup- fer u. Zink od. Chrom sind in der Probe nicht nachzuweisen.	

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeussere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtig- keit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
XXII, 2	Schlamm gegen- über Bürgel- Offenbach.	—	—	—	—	—	—
XXIX, 9	Schlamm, Ober- kanal der Offen- bacher Schleuse.	—	—	—	—	—	—
XXXII, 16	Mainwasser im Frankfurter Hafen:	—	—	—	—	—	—
XXXV, 1	Kanalwasser aus der Donnerschen Fabrik.	—	—	—	—	—	Ganz schwach alkalisch.
XXXVI, 1	Abwasser aus der Wertheim- schen Fabrik.	—	—	—	—	—	Ganz schwach alkalisch.
XXXVII, 9	Frankfurter Klär- anlage. Abwasser aus der Auslauf- galerie.	—	—	—	—	—	—
XXXVII, 18	Schlamm unter- halb der Frank- furter Klär- anlage.	—	—	—	—	—	—
XXXIX, 1	Abwasser Griesheim, Elektron.	—	—	—	—	—	—
XXXIX, 2	Schlamm vor Ausfluss Gries- heim, Elektron.	—	—	—	—	—	—

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kalium- permanganat mg pro 1 Liter	23	
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser													
Suspendierte Stoffe		Schwefel- wasserstoff	Abdampf- rückstand		Chlor	Ge- samt- Ammo- niak-	Nitrat-	Nitrit-	organi- scher	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	22				
Ge- samt	Glüh- verlust		Ge- samt	Glüh- verlust									Stickstoff			
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Glühverlust (auf Trockensubstanz be- rechnet) = 25,4 %. (Trockensubstanz = 27,5 % grau pulver- förmig, sehr fein).
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die 34,0 % ausma- chende Trockensub- stanz enthält 18,7 % Glühverlust. Farbe graubräunlich. Mit Fäserchen durch- setzt.
—	—	—	424	142	60	—	—	—	—	—	90	75	64	—	Alkalität = 32.	
—	—	—	733	283	116	—	86	—	—	—	—	—	303	—	Salpetersaures Quecksilber nicht nachweisbar.	
—	—	—	581	202	—	—	—	—	—	—	—	—	88	—	—	
—	—	—	768	340	172	—	—	0	0	49	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Der Bodensatz enthält 17,1 % Glüh- verlust.
—	—	—	931	148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Enthält Spuren von Nitrobenzol.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Trockensubstanz = 38,0 %. Teerpro- dukte nachweisbar.

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeussere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtigkeit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
XL, A 1	Ablagerungen vor Ausfluss Chemikalienwerk Griesheim oberer Teil.	—	—	—	—	—	—
XL, B 1	Abwasser aus dem Kontrollschacht des unteren Betriebes obigen Werkes.	—	—	—	—	—	—
XL, 4	Chemikalienwerk Griesheim, oberer Teil, Besatz an den Rohrstengeln.	—	—	—	—	—	—
XLI, 3	Schlamm 20 m unterhalb des Betriebs Maintal.	—	—	—	Stechend aromatisch.	—	—
XLI, 4a	Ablagerungen vor dem Betrieb Maintal, Griesheim.	—	—	—	—	—	—
XLI, 7	Mainwasser 800 m unterhalb der Griesheimer Ausflüsse.	—	—	Schwach gelblich.	—	—	—
XLII, 1c	Schlamm vor der Schleuse Höchst.	—	—	—	—	—	—

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kaliumpermanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser												
Suspendierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Abdampfrückstand		Chlor	Gesamt-Ammoniak	Nitrat	Nitrit	organischer	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	22			
Gesamt	Glühverlust		Gesamt	Glühverlust									Stickstoff		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Trockensubstanz = 72 %, hauptsächlich CaCO <sub>3</sub> . Alkalität = 4,5 % CaO. In der Trockensubstanz sind auch noch 2,4 % Gips vorhanden, ferner elementarer Schwefel.
—	—	—	745	107	240	—	—	—	—	—	—	—	234	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bestehend aus Teerprodukten mit stark benzolartigem Geruch.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Benzolderivate und freier Schwefel nachgewiesen.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Trockensubstanz 70,5 %, darin 3,1 % Gips. Ferner grosse Mengen von freiem Schwefel, Teerprodukten und Manganrückständen. Alkalität entsprechend 2,8 % CaO im Trockenrückstand.	
—	—	Nicht vorhanden	422	156	46	—	Spuren	—	—	—	76	78	58	Alkalität = 31.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Trockensubstanz = 23,5 %, darin 17,9 % Glühverlust.	

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeusserere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtigkeit in 5 cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
XLII, 6	Nadelbesatz am Höchster Wehr.	—	—	—	—	—	—
XLII, 9	Schlamm, vor der Höchster Schleuse angetrieben.	—	—	—	—	—	—
XLIII, 1	Abwasser aus der Gelatinefabrik in Nied.	—	—	—	—	—	alkalisch.
XLIV, 1	Liederbachwasser vor Ausfluss in den Main.	—	—	—	—	—	—
XLVII, 2	Schlamm am rechten Ausfluss der Höchster Farbwerke.	—	—	—	—	—	—
XLIX, 14	Mainwasser, 1½ km unterhalb der Höchster Farbwerke.	—	—	schwachgelblich	—	—	—
XLIX, 2 b	Schlamm, 5 m unterhalb des dritten Ausflusses der Höchster Farbwerke.	—	—	—	—	—	—
XLIX, 4 b	Schlamm, 45 m unterhalb des dritten Ausflusses der Höchster Farbwerke.	—	—	—	—	—	—

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg															Verbrauch von Kaliummanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser													
Suspendierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Abdampfrückstand		Chlor	Gesamt-Ammoniak	Nitrat	Nitrit	organischer Stickstoff	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )					
Gesamt	Glühverlust		Gesamt	Glühverlust								15	16	17		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	1365	Spuren	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	1110	100	280	—	11	—	—	—	—	—	234	Alkalität = 42. Chromoxyd im Liter 66 mg.		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Arsen und Teerprodukte deutlich nachweisbar.		
—	—	nicht vorhanden.	474	136	70	—	—	—	—	76	84	72	72	Alkalität = 31.		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im Destillate ist Naphthalin nachweisbar, auch Benzolderivate.		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Trockensubstanz 10,5 %, darin 44,3 % Glühverlust.		

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeusserere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtigkeit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
L, 4	Viele braune Partikeln auf der Wasseroberfläche unterhalb der Höchster Farbwerke.	—	—	—	—	—	—
LIII, 1	Abwasser aus dem Kontrollschacht der Okriftler Zellulosefabrik.	trübe	—	gelbgrau	—	—	schwach sauer
LIII, 4	Schlamm am Ausfluss dieser Fabrik.	—	—	—	—	—	—
LIV, 3a	Schlamm Schleuse Flörsheim.	—	—	—	—	—	—
LVII, 12	Mainwasser vor Ausfluss in den Rhein.	—	—	schwach gelblich	—	—	—
C 3	Mainwasser 100 m unterhalb der Aschaffmündung.	—	—	—	—	—	—
L 1	Wasser aus dem Okriftler Schleusenbrunnen.	klar	—	farblos	—	nach längerem Stehen braune Flocken	ganz schwach alkalisch
L 2	Mainwasser aus der Okriftler Schleusenkammer.	schwach opaleszierend	—	ganz schwach gelblich	—	gelbbraune Flocken	ganz schwach alkalisch

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kaliumpermanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser												
Suspendierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Abdampfrückstand		Chlor	Gesamt-Ammoniak	Nitrat	Nitrit	organischer	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	22			
Gesamt	Glühverlust		Gesamt	Glühverlust									Stickstoff		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Hauptsächlich aus Fettstoffen bestehend, Geruch beim Glühen empyreumatisch.
—	—	—	1987	1226	—	—	2,0	—	—	—	—	—	203	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Grober Sand, Schlacken, Steinkohle, Holzstücke, aber auch einige grosse Körner elementaren Schwefels. (Vergl. Begehungsprotokoll.)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Viel Schwefeleisen; Teerprodukte nicht nachweisbar.
—	—	nicht vorhanden	437	162	61	—	—	—	—	—	52	88	78	78	Alkalität = 30. Teerprodukte nicht nachweisbar.
—	—	—	406	149	26	—	—	—	—	—	—	—	97	97	Alkalität = 33.
—	—	—	—	—	16	—	0	0	Spuren	—	19	Spuren	3	3	Alkalität = 5.
—	—	—	—	—	64	—	Spuren	0	0	—	89	81	68	68	Alkalität = 33.

No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeussere Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtigkeit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
M 2	Brunnen vor der Zellulosefabrik Okriftel.	schwach opaleszierend	—	ganz schwach gelblich	—	vereinzelt braune Flöckchen	amphoter
896	Abwasser aus der Lederfabrik von Mayer & Sohn in Offenbach.	opaleszierend	—	gelb	—	Haare und graue Flocken in grosser Menge.	alkalisch
897	Abwasser aus der Lederfabrik Feistmann Söhne in Offenbach.	schwach opaleszierend	—	gelb	—	Haare und graue Flocken in grosser Menge.	alkalisch
898	Abwasser aus der Lederfabrik P. J. Spicharz in Offenbach.	trübe	—	gelbrot	—	braunrote Flocken in grosser Menge.	alkalisch
899	Abwasser aus der Anilinfabrik von K. Oehler in Offenbach.	opaleszierend	—	gelb	—	braune Flocken in geringer Menge.	ganz schwach alkalisch
1132	Abwasser aus der Anilinfabrik von K. Oehler in Offenbach. Nachts durch Gewerbeinspektor Engeln in Offenbach entnommen.	trübe	—	braunrot; filtriertes Wasser nur schwachrot.	—	braunrote, fein suspendierte Partikeln in grösserer Menge.	schwach alkalisch
900	Abwasser der Union-Lederwerke vormals Philippi in Bürgel.	trübe	—	graugelb	—	graue Flocken in grösserer Menge.	alkalisch
918	Abwasser aus dem Kontrollschacht des Betriebs Maintal in Griesheim.	schwach trübe	—	grau	—	graue Flocken in geringer Menge.	sauer

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kaliumpermanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser												
Suspendierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Abdampfrückstand		Chlor	Gesamt-Ammoniak	Nitrat	Nitrit	organischer	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	Stickstoff			
Gesamt	Glühverlust		Gesamt	Glühverlust								15	16		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
—	—	—	—	—	39	—	—	—	—	—	77	73	38	Alkalität = 29.	
—	—	—	2493	489	560	—	—	—	—	—	—	—	—	Alkalität = 71. Schwefelalkalien fehlen. Chrom nicht nachzuweisen. Arsen vorhanden.	
—	—	—	2170	495	600	—	—	—	—	—	—	—	—	Alkalität = 117. Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> vorhanden, 56 mg in 1 l. Arsen in Spuren vorhanden.	
—	—	—	853	400	200	—	—	—	—	—	—	—	—	Alkalität = 40. Gerbsäure mit Eisenchlorid nicht nachweisbar. Schwefelalkalien nicht nachweisbar.	
—	—	—	550	157	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9895	665	—	—	—	5400	—	—	—	—	—	—	in geringerer Menge vorhanden	—	Freies Chlor nicht nachgewiesen. Arsen vorhanden in Spuren (nach Gutzeit).	
—	—	—	3739	576	1640	—	—	—	—	—	—	—	—	Schwefelalkalien nicht vorhanden.	
—	—	—	—	—	1296	—	—	—	—	—	—	—	—	Azidität (N/10 cem) NaHO = 100.	



No. der Probe	Bezeichnung der Probe	Aeusserer Beschaffenheit					Reaktion
		Klarheit	Durchsichtigkeit in cm	Farbe	Geruch	Bodensatz (Menge, Farbe usw.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
933	Marx I	trübe	—	gelblich weiss	—	Haare und graue Flocken in grösserer Menge	alkalisch
934	Marx II	trübe	—	braungelb	—	braune Flocken in grösserer Menge	alkalisch
935	Marx III	trübe	—	braungelb	—	braune Flocken in grösserer Menge	alkalisch
936	Marx IV	opaleszierend	—	gelblich	—	graue Flocken in geringerer Menge	ganz schwach alkalisch

Analyse: In 1 Liter sind enthalten mg														Verbrauch von Kaliumpermanganat mg pro 1 Liter	23
Im unfiltrierten Wasser			Im filtrierten Wasser												
Suspendierte Stoffe		Schwefelwasserstoff	Abdampfrückstand		Chlor	Gesamt-Ammoniak	Nitrat	Nitrit	organischer	Kalk (CaO)	Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> )	Stickstoff			
Gesamt	Glühverlust		Gesamt	Glühverlust								15	16		
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
—	—	0	1356	377	382	—	15	—	—	—	183	—	251	CaO = 95 mg in 1 l (als Hydroxyd bzw. Carbonat vorhanden).	
—	—	nachweisbar	2487	443	975	—	38	—	—	—	178	—	515	CaO = 64 mg in 1 l (als Hydroxyd bzw. Carbonat vorhanden).	
—	—	vorhanden	2415	478	928	—	38	—	—	—	222	—	490	CaO = 39 mg in 1 l (als Hydroxyd bzw. Carbonat vorhanden).	
—	—	0	1243	144	452	—	25	—	—	—	127	—	163	CaO als Carbonat vorhanden.	



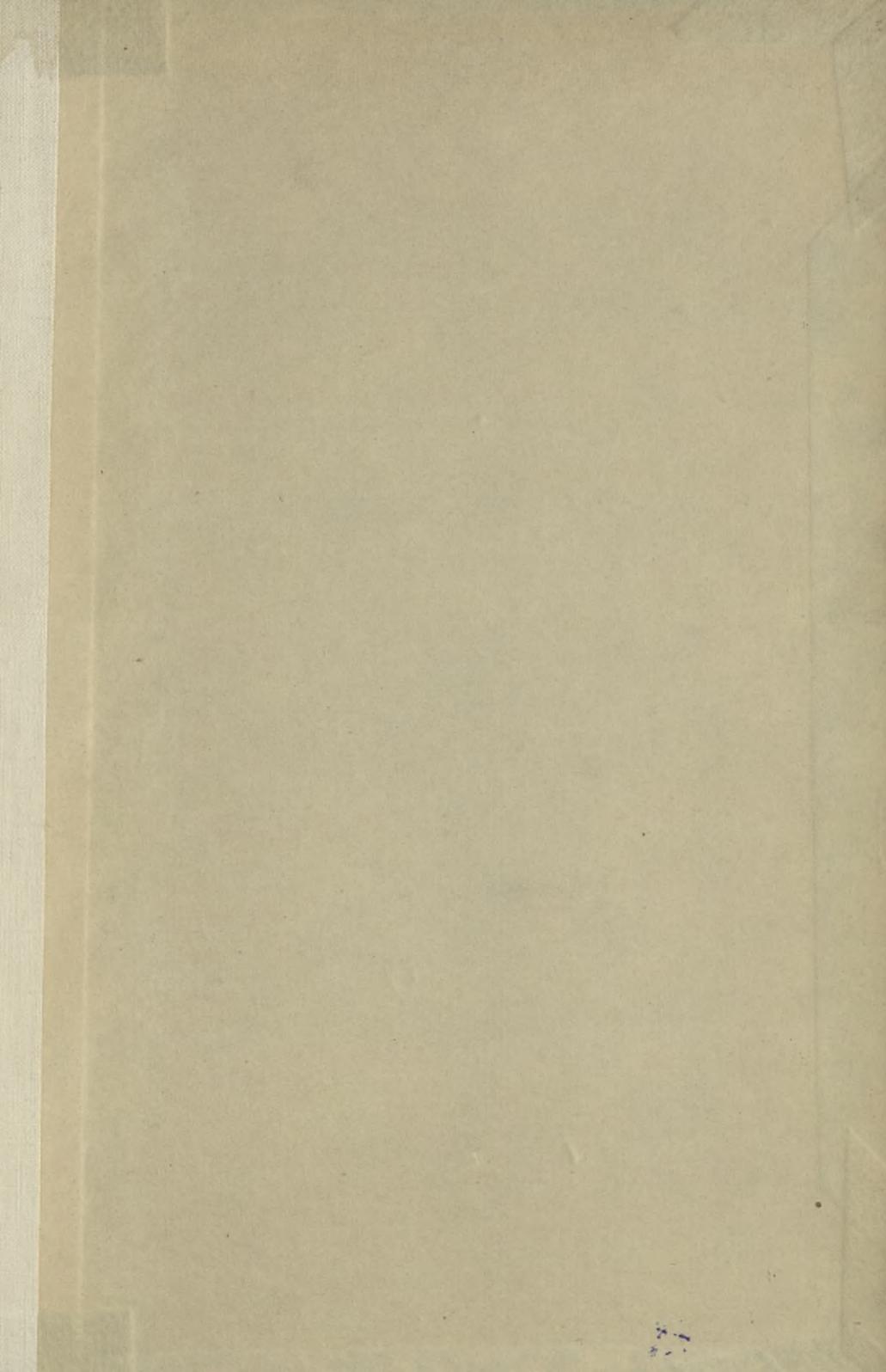


Probe- nummer	Entnahmestelle	Probe entnommen		Wassertiefe in Metern	Sauerstoff- gehalt der Probe ccm im Liter
		am	Meter unter der Oberfläche		
	<b>Main.</b>				
		<b>1904</b>			
I, 3	Oberhalb Aschaffenburg . . . . .	29. 8.	1	—	9,38
IV, 4	Unterhalb der Zellulosefabrik Aschaffenburg . . . . .	30. 8.	1	—	7,57
VI, 1	Unterhalb (des letzten Rohres) der Zellulosefabrik Stockstadt . . . . .	30. 8.	1	—	7,66
XI, 4	Oberhalb der Pulverfabrik bei Auheim . . . . .	31. 8.	1	1,5	5,76
XIII, 3	Ueber einer Schlammablagerung bei Grosssteinheim . . . . .	31. 8.	1	1,2	5,68
XVI, 6	100 m oberhalb des Kanalauslasses Mühlheim . . . . .	1. 9.	1	—	4,65
XXIX, 2	20 m oberhalb des Nadelwehrs bei Offenbach . . . . .	2. 9.	2	3	4,02
XXXII, 2	Frankfurter Hafen (rechtes Ufer) . . . . .	3. 9.	2	5	1,58
XXXII, 18	Frankfurter Hafen . . . . .	5. 9.	2	5	1,00
XXXIII, 9	10 m oberhalb des Wehrs bei Frankfurt . . . . .	5. 9.	2	5	4,97
XXXIII, 10	70 m unterhalb des Wehrs bei Frankfurt . . . . .	5. 9.	0,6	1	5,43
XXXVII, 5	50 m unterhalb des Auslasses der Frankfurter Kläranlage . . . . .	8. 9.	1,5	4	4,19
Kontroll- probe!					
XXXVIII, 7	Am unteren Ende der Gemeinde Griesheim (bei der Direktorwohnung) . . . . .	6. 9.	1,5	2,5	4,45
XLI, 6	Am neuen Friedhof bei Schwanheim . . . . .	7. 9.	1,5	2,8	4,45
XLII, 3 A $\alpha$	Schlammablagerung oberhalb des Wehrs bei Höchst a. M., 0,1 m über dem Schlamm genommen . . . . .	7. 9.	1,1	1,2	3,89
XLII, 3 A $\beta$	Dasselbst, 0,7 m über dem Schlamm genommen . . . . .	7. 9.	0,5	1,2	4,21
XLII, 3 B	10 m oberhalb des Wehrs bei Höchst a. M. . . . .	7. 9.	1,5	3	4,33
XLII, 8	70 m unterhalb des Wehrs bei Höchst a. M. . . . .	7. 9.	1	2	4,63
XLIX, 13	800 m unterhalb der Farbwerke Höchst a. M. . . . .	8. 9.	1,5	3	4,33
LIII, 13	50 m unterhalb der Zellulosefabrik Okriftel (Schlammablagerung, rechtes Ufer) . . . . .	9. 9.	2	2,5	1,22
LVI, 4	10 m oberhalb des Wehrs bei Kostheim . . . . .	10. 9.	1,5	3,3	3,09
LVI, 5	70 m unterhalb des Wehrs bei Kostheim . . . . .	10. 9.	0,8	1,2	4,40
LVII, 14	700 m vor dem Einfluss des Mains in den Rhein . . . . .	10. 9.	1,5	3	4,19
	<b>Rhein.</b>				
LVIII, 3	450 m oberhalb des Einflusses des Mains . . . . .	10. 9.	1,5	—	5,45
LIX, 2	1000 m unterhalb des Einflusses des Mains (rechtes Ufer) . . . . .	10. 9.	1,5	—	4,79

Die oben angegebenen Gasvolumina zeigen die Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffs (bei 0° C. und 760 mm) im Liter.



S-00



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298928