[Aus dem hygienischen Institut der Universität Kiel.]

Untersuchungen über die Verunreinigung des Kieler Hafens.

Von

Prof. Dr. **Bernhard Fischer.**

(Hierzu Taf. I—III.)

Bei der Mehrzahl der canalisirten Seestädte hat die von der Natur nahegelegte und daher auch fast allgemein geübte Einleitung der Schmutzwässer in das Meer mit der Zeit zu einer Verunreinigung der Häfen und damit zu allerlei Unzuträglichkeiten, Belästigungen und Gesundheitsgefahren geführt. Auch der Kieler Hafen gehört zu denjenigen, bei welchen sich die mit der Verunreinigung verbundenen Uebelstände schon seit einer Reihe von Jahren bemerkbar gemacht haben. Das hygienische Institut der Universität Kiel hat sich daher schon seit geraumer Zeit mit der Frage der Verunreinigung bzw. Reinhaltung des Kieler Hafens beschäftigt, und es sind von demselben bereits im Jahre 1892 systematische Untersuchungen des Hafens begonnen worden, die, nachdem sie in den Jahren 1893/94 in Folge des Auftretens der Cholera und der hierdurch gesteigerten Inanspruchnahme des Institutes eine Unterbrechung hatten erfahren müssen, im vergangenen Jahre von Neuem aufgenommen und in grösserem Umfange durchgeführt worden sind. Zu derartigen Untersuchungen lag um so mehr Veranlassung vor, als über die Verunreinigung bzw. Selbstreinigung der Seehäfen bis jetzt nur ausserordentlich wenig bekannt geworden ist, während über diese Verhältnisse bei den Flüssen ein grosses Untersuchungs- und Beobachtungsmaterial vorliegt.

Anfangs waren die Untersuchungen hauptsächlich dazu bestimmt die Veränderungen, welche das Hafenwasser durch die eingeleiteten Schmutzwässer erfährt, festzustellen. Auch sollte ermittelt werden, wie sich in einer möglichst einfachen aber einwandfreien Weise die Hafenverunreinigung nachweisen lässt. Später waren die Untersuchungen mehr darauf gerichtet, über den Grad und die Ausdehnung der Hafenverunreinigung Auskunft zu erlangen, sowie den Einfluss, welchen Jahreszeit, Witterung, Wasserstand, Strömung, Zahl der Schiffe und Schiffsbewohner, Grösse der Uferbevölkerung u. s. w. auf die Verunreinigung des Hafens ausüben, kennen zu lernen. Namentlich die letzteren Untersuchungen sind noch keineswegs beendet, sie bedürfen vielmehr nach mehrfacher Richtung hin noch der Ergänzung und Vervollständigung. Wenn trotzdem die bisherigen Ergebnisse schon jetzt der Oeffentlichkeit übergeben werden, so geschieht dies einmal, weil eine Fortsetzung der zeitraubenden und mit allerlei Unkosten verknüpften Untersuchungen durch das Institut bei den anderweitigen Aufgaben desselben und bei seinen ausserordentlich knapp bemessenen Mitteln, für die nächste Zeit wenigstens, sehr fraglich erscheint, dann aber, weil angenommen werden darf, dass auch die bisher gemachten Beobachtungen und Erfahrungen ein gewisses allgemeines Interesse verdienen und ausserdem für denjenigen, der mit der Untersuchung der Seehäfen beauftragt ist bzw. an die Frage der Reinhaltung der Seehäfen herantritt, nicht ganz ohne Werth sind.

Ueber den Kieler Hafen hat der Marinestabsarzt Dr. Davids im Auftrage des Reichsmarineamtes im April v. J. einige Untersuchungen angestellt (1), auf die wir an einer späteren Stelle zurückkommen werden. Wie schon hier hervorgehoben sein mag, bildet der Keimgehalt den brauchbarsten Maassstab für die Verunreinigung des Hafenwassers. Es war dies nach den Ergebnissen der zahlreichen von mir auf überseeischen Reisen sowohl wie in den heimischen Gewässern angestellten Keimgehaltsbestimmungen des Meeres (2) zu erwarten, da hierbei auf hoher See in der Regel ein recht niedriger, in nächster Nähe des Landes, insbesondere in der Nähe der Hafenstädte dagegen meist ein sehr hoher Keimgehalt beobachtet war. Durch Untersuchungen, welche der Marinestabsarzt Dr. Bassenge im Sommer 1894 namentlich auf Kreuzzouren in der Nord- und Ostsee für das hygienische Institut ausgeführt hat, haben diese Keimgehaltsbestimmungen des Meerwassers eine willkommene Ergänzung gefunden. Die bisher noch nicht veröffentlichten Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen in einem späteren Capitel im Auszuge mitgetheilt werden, und verfehle ich nicht, Herrn Stabsarzt Dr. Bassenge für die liebenswürdige Uebernahme der Arbeiten auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Im Sommer 1894 trat an das Institut die Aufgabe heran, auch den Flensburger Hafen auf Verunreinigung zu untersuchen. In Folge vielfacher Beschwerden über die mit der Einleitung der städtischen Abwässer in den Flensburger Hafen verbundenen Uebelstände veranlasste die Regierung zu Schleswig den Magistrat von Flensburg, durch das hygienische Institut zu Kiel die Grösse und Ausdehnung der dortigen Hafenverunreinigung feststellen zu lassen. Da die Verhältnisse ähnlich lagen wie in Kiel, so kamen dem Institut die erwähnten, im Kieler Hafen bereits ausgeführten, orientirenden Untersuchungen ausserordentlich gut zu Statten, so dass durch eine im Ganzen innerhalb eines Jahres nur viermal ausgeführte Besichtigung und Untersuchung des Hafens ein ausreichendes Bild von der dortigen Hafenverunreinigung gewonnen wurde. Die wichtigeren Ergebnisse der Flensburger Hafenuntersuchung sollen weiterhin gleichfalls mitgetheilt werden.

In den letzten Jahren sind auch von anderer Seite Angaben über den Keimgehalt des Meerwassers gemacht worden, so z. B. von Sanfelice (3), De Giaksa (4), Russell (5), Marcantonio (6) und Cassedebat (7). Während sich die Untersuchungen der vier ersten Autoren auf den Golf von Neapel beziehen, hat Cassedebat den Einfluss der städtischen Schmutzwässer auf den Hafen und Golf von Oran durch ausgedehnte methodische Keimgehaltsbestimmungen festzustellen versucht. Die von ihm erlangten Ergebnisse sollen daher auch weiterhin zum Vergleich herangezogen werden.

Durch die Lebenswürdigkeit des Herrn Collegen Professor Dr. Manfredi, Director des hygienischen Instituts in Palermo, bin ich schliesslich in der angenehmen Lage, weiterhin auch einige Mittheilungen einflechten zu können über systematische, bakteriologisch-chemische Untersuchungen, welche der Assistent des dortigen Instituts, Herr Dr. Giuseppe Alessi, in den Jahren 1891/92 zur Feststellung der Verunreinigung des Hafens von Palermo ausgeführt hat. Beiden genannten Herren auch an dieser Stelle für die freundliche Ueberlassung der Untersuchungsergebnisse meinen besten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht.

I. Der Kieler Hafen und die Quellen seiner Verunreinigung.

A. Der Kieler Hafen.

Der Kieler Hafen, auch Kieler Förde genannt, bildet eine von dem als Kieler Bucht bezeichneten westlichen Abschnitt der Ostsee ausgehende, in der Richtung von NNO nach SSW etwa 16 km tief in das Land ein-

schneidende, schmale Bucht, an deren Ende auf dem westlichen Ufer die Stadt Kiel belegen ist. (Siehe die Uebersichtskarte auf Taf. I.) Dadurch, dass sich bei der Festung Friedrichsort die beiden Ufer einander stark annähern, wird die etwa $6\frac{3}{4}$ km lange, am Eingang über 6 km breite, bei Friedrichsort sich etwa auf 1 km verjüngende „Aussenföhrde“ von der etwa $9\frac{1}{2}$ km langen, aber höchstens 3 km breiten „Innenföhrde“, dem eigentlichen „Kieler Hafen“, abgegrenzt. An letzterem werden wieder zweckmässig ein äusserer und innerer Abschnitt unterschieden, die weiterhin — allerdings etwas abweichend von der ortsüblichen Benennung — stets als „Aussen- und Innenhafen“ bezeichnet werden sollen.

Der Aussenhafen reicht von der verengten Stelle bei Friedrichsort bis zu einer von Bellevue in östlicher Richtung über den Hafen gezogen gedachten Linie, er ist reichlich 5 km lang und hat fast überall annähernd die gleiche Breite von etwa 2.5 km. Der kürzere und weit schmalere, südlich von Bellevue gelegene Innenhafen, im Ganzen nur 4.3 km lang, ist Anfangs noch 1.4 km breit, verjüngt sich aber mehr und mehr, bis er schliesslich in den als „Hörn“ bezeichneten, Anfangs 190 später nur noch 160 m breiten Endstreifen ausläuft. Der breitere Anfangstheil hat zunächst eine annähernd südliche Richtung, biegt dann sich stärker verjüngend erst nach Südwesten und schliesslich wieder mehr und mehr nach Süden hin ab. Etwa da, wo die zweite Biegung — aus der südwestlichen in die mehr südliche Richtung — beginnt, liegt, auf der Karte Taf. II als unterbrochene Linie eingezeichnet, die Grenze zwischen dem inneren schmaleren „Handelshafen“ und dem äusseren, weit geräumigeren „Kriegshafen“, der nicht nur den breiteren Anfangstheil des Innen-, sondern auch den ganzen Aussenhafen umfasst.

Der Innenhafen bildet denjenigen Abschnitt, in welchem sich die Schiffe (Kriegs- und Handelsschiffe) vorwiegend aufhalten. Seine Ufer sind fast in ihrer ganzen Ausdehnung dicht besiedelt. Das westliche Ufer entlang bis zur „Hörn“, die letztere noch von Süden her umfassend, erstreckt sich in einer Breite von 1 bis 1.5 km das Weichbild der Stadt Kiel. Auf dem östlichen Ufer folgen die beiden Orte Gaarden, der kleinere zum Landkreis Kiel, der grössere mit der Germania- und der Kaiserlichen Werft zum Landkreis Ploen gehörig, sowie das Fischerdorf Ellerbek und an der Mündung der Schwentine, eines aus dem östlichen Holstein kommenden, in den Hafen einlaufenden Flüsschens, die kleinen Ortschaften Wellingdorf, Neumühlen und Dietrichsdorf.

Am westlichen Ufer steht der Handelshafen durch den flachen Bootshafen und einen kleinen offenen Canal mit einem etwa 6 ha grossen, bei mittlerem Wasserstand höchstens 2.5 m tiefen Seewasserbecken, dem

sogenannten kleinen Kiel in Verbindung, welcher den westlichen Theil der Kieler Altstadt bogenförmig umfasst. (Siehe die Karte Taf. II.)

In dem weit geräumigeren Aussenhafen halten sich die in Dienst gestellten Schiffe und Fahrzeuge der Marine im Ganzen seltener auf als im Innenhafen, auch machen hier die den Kaiser-Wilhelm-Canal benützenden Schiffe meist nur vorübergehend Halt, und gehen die übrigen Handelsschiffe daselbst nur ausnahmsweise vor Anker. Zum Unterschied von dem Innenhafen finden sich an den Ufern des Aussenhafens nur wenige und kleinere Ortschaften in grösseren Abständen von einander. Auf dem westlichen Ufer ist zunächst die nur mit einem kleinen Theile bis an den Hafen heranreichende, seit einigen Jahren der Stadt Kiel einverleibte Ortschaft Wik zu nennen. Es folgt am Kaiser-Wilhelm-Canal das Dorf Holtenau mit der kleinen, erst kürzlich entstandenen Ansiedelung an der Mündung des Canals und weiter nördlich die bereits mehrfach erwähnte Festung Friedrichsort. Auf dem östlichen Ufer des Aussenhafens sind dann eigentlich nur die beiden kleinen Badeorte Heikendorf und Möltenort zu nennen.

In Betreff der Ausdehnung und Tiefe des Kieler Hafens bin ich Herrn Professor Krümmel für die nachstehenden Angaben zu besonderem Danke verpflichtet.

Der Flächenraum beträgt bei der Aussenförhde	2790 ha,
„ „ „ „ Innenförhde	1531.6 ha,
hiervon entfallen auf den Kriegshafen	1478.6 ha,
„ „ „ „ Handelshafen	52.7 ha.
In den Kriegshafen sind hierbei die Schwentinemündung mit	15.62 ha
und die Bassins der Kaiserlichen Werft mit	10.52 ha,
in den Handelshafen aber der kleine Kiel mit	6.09 ha,
der Bootshafen mit	0.59 ha
und die Hörn mit	15.26 ha
eingerechnet.	

Die Tiefenverhältnisse sind aus den Karten Tafel I und II ersichtlich. Krümmel giebt die mittlere Tiefe der ganzen Binnenförhde zu 10.09 m, das Wasservolumen desselben mithin zu 154 471 000 cbm an.

An einer kleinen Stelle nahe dem Westufer zwischen den Sielen 18 und 17, der sogenannten Wittlingskuhle, ist die Tiefe weit grösser, sie beträgt hier bis zu 32 m. Die Wassertemperaturen der Tabelle I (S. 12) beziehen sich auf die hier angestellten Beobachtungen. Vom Handelshafen sind nur etwa 3 ha, vom Kriegshafen dagegen nahezu $\frac{2}{3}$ der gesammten Fläche mehr als 10 m tief. Im Innenhafen fällt auf der Westseite das Ufer in etwas grösserer Ausdehnung so steil ab, dass oft schon

in 50^m Abstand die 6^m- und in 100^m Abstand die 10^m-Tiefenlinie erreicht ist. (Vergleiche die Karte Taf. II.) Das Ostufer verläuft dagegen im Allgemeinen flacher.

Der Hafen hat im Laufe der Jahre sowohl in seiner Ufergestaltung als auch in seiner Tiefe gar nicht unerhebliche Veränderungen erfahren.

„Die Vergleichung guter Karten der Kieler Förde aus verschiedenen Zeiten: die Karten von Gudme 1822, des Kieler Flottenausschusses 1848, des Marineministeriums 1870 und die neuesten Aufnahmen lassen erkennen, was den älteren Bewohnern Kiel's auch bekannt ist, dass an den steilen Uferstrecken, namentlich auf der Südseite, fortdauernd Abbrüche erfolgt sind“, so äussert sich G. Karsten neuerdings in seinem Aufsatz: Ueber die bisherigen Ergebnisse und über fernere Aufgaben zur Physik der deutschen Meere (8.178). „Es sind die von den Winden und zwar hauptsächlich von den Nord- und Nordostwinden veranlassten Bewegungen, welche langsam aber stetig an bestimmten Uferstellen das Land abbrehen und das Material in die Tiefenschichten und in den inneren Hafen führen.“

In Betreff der Veränderung der Tiefe fand Krümmel bei einem Vergleich der Admiralitätskarte Nr. 67 aus dem Jahre 1895 mit der älteren vom Jahre 1881, dass gerade an der tiefsten Mulde des Kriegshafens rund 489^{ha} um 1.5 bis 2^m an Tiefe eingebüsst haben, dass der Verlauf der 10^m-Linie an der Ostseite, vor der Kaiserlichen Werft gegen früher bedeutend nach der Mitte des Hafens hin verschoben ist, dass die mittlere Tiefe der Binnenförde seit 1881 von 10.56^m auf 10.09^m herabgegangen ist, und das Wasservolumen des Hafens sich in dieser Zeit von 161 767 000^{cbm} auf 154 471 000^{cbm}, also um 7 296 000^{cbm} (= 4.5 %) vermindert hat. Die Abnahme der Tiefe ist zum Theil wohl auf die oben erwähnten Abbröckelungen der unbefestigten Ufer zurückzuführen, die zu fortwährenden Ablagerungen im Hafen Veranlassung geben. G. Karsten weist aber auch noch auf eine andere wichtige Quelle für die Ablagerungen auf dem Hafengrund hin (8.179).

„Sehr schlagend als Beweis für die Stromwirkungen im Hafen ist aber der Verlauf der Arbeiten, welche aus Anlass der Werftanlagen (Ende der 70er Jahre) in Ellerbek gemacht wurden. Damals wurde ein grosser Theil des ausgehobenen Materials (die Werftbassins haben zusammen einen Flächenraum von 10.5^{ha}, siehe oben) in die Wiker Bucht geworfen und zwar in so grossen Mengen, dass bei niedrigem Wasserstande die eingeworfenen Massen aus dem Wasser ragten. Dies ganze Material war dort bald verschwunden und binnenwärts in den Hafen geführt. Da gleichzeitig die grossen Aufschüttungen am innersten Zipfel des Hafens vorgenommen wurden, und dort eine bedeutende Fläche landfest gemacht worden ist, so muss das aus der Wiker Bucht fortgewaschene Material zur Verringerung der Tiefe des Hafens und zwar besonders stark in dem inneren Theile gedient haben. Die jetzt hervortretende Verschlechterung des inneren Hafens ist daher keineswegs, wie man gemeint hat, wenigstens nicht vorzugsweise

durch die in den Hafen geleiteten Abfälle aus der Stadt und von den Schiffen veranlasst. Sie ist gewiss grossen Theils eine Folge der von den Strömungen dem inneren Hafen zugeführten festen Substanzen, deren frühere natürliche Ablagerungsstelle, gewissermassen eine grosse Schlammgrube bildend, der innerste nunmehr zugeschüttete Theil, die Hörn, gewesen war. Es ist dies ein grosser Uebelstand, welcher die jetzt nothwendig gewordenen Ausbaggerungen herbeigeführt hat und mindestens zur Lehre dienen sollte, das Baggerungsmaterial nicht wieder an anderen Stellen der Föhrde einzuwerfen, von wo es bald wieder zur Verschlechterung der Wassertiefe zurückgeführt werden und zu neuen Baggerungen veranlassen würde.“

Ausser den durch die Strömungen von den Ufern losgerissenen, sowie den beim Werftbau der Wiker Bucht überantworteten Bodenmassen haben auch die bei der Anlage des Kaiser Wilhelm-Canals am westlichen Hafenufer aufgeschütteten Erdmassen wohl etwas zur Verminderung der Hafentiefe mit beigetragen, insofern ein Theil davon von Strömungen mit fortgespült worden ist.

Diesen gewaltigen Massen gegenüber bleiben die Ablagerungen aus den von den Schiffen in das Wasser gelangenden Schmutzstoffen und aus den in den Hafen geleiteten Abwässern, wie wir später sehen werden, an Menge ganz bedeutend zurück.

Eine etwas eingehendere Besprechung verdienen die bereits mehrfach erwähnten Strömungen, da sie für das Verhalten der dem Hafen zugeführten Verunreinigungen von der grössten Bedeutung sind. Nach den verdienstvollen Arbeiten von Dr. H. A. Meyer (9) bringt es der ungleiche Salzgehalt der Nord- und Ostsee mit sich, dass für gewöhnlich das salzreichere, specifisch schwerere Nordseewasser als Unterstrom durch den Sund und die beiden Belte in die Ostsee und in ihre Buchten eintritt, während das salzärmere und leichtere Ostseewasser als Oberstrom der Nordsee zufliesst. Eine Folge dieser Doppelströmung ist es, dass der Salzgehalt des Wassers in der Ostsee von Osten nach Westen und ausserdem an jeder Stelle von oben nach unten hin zunimmt.

Im Herbst und Winter verstärken die an Intensität überwiegenden Westwinde den einlaufenden salzreicheren Nordseestrom, während im Frühjahr und Sommer die Ostwinde, welche jetzt die Oberhand gewinnen, die auslaufende, salzärmere Oberflächenströmung begünstigen, die Unterströmung aber zurückdrängen. Die der Ostsee zugehenden Süsswassermassen erlangen nun gerade im Frühjahr bei dem Schmelzen von Eis und Schnee, sowie im Sommer in Folge der jetzt stärkeren Niederschläge ihre grösste Höhe, und es wird damit verständlich, warum im Allgemeinen im Frühjahr und Sommer der Salzgehalt und damit das specifische Gewicht des Wassers der Ostsee niedriger ist als im Herbst und Winter,

wie dies nicht nur die Tabelle I (S. 12) zeigt, sondern auch bei unseren Untersuchungen des Kieler und Flensburger Hafens deutlich hervortrat.

Für den Kieler Hafen ist schon durch die in den Jahren 1868 bis 1870 bei Friedrichsort dreimal täglich ausgeführten Beobachtungen der Strömungen von Meyer (9.25) festgestellt, dass daselbst am häufigsten eine salzärmere auslaufende Oberströmung und eine salzreichere einlaufende Unterströmung gefunden wird. Im Ganzen wurden damals 1892 Beobachtungen der Strömungen gleichzeitig an der Oberfläche und in 14.6^m Tiefe ausgeführt und war an der Oberfläche bei hundert Beobachtungen rund

52 mal aus-, 33 mal einlaufende und 15 mal gar keine Strömung, in der Tiefe aber

42 mal ein-, 34 mal auslaufende und 24 mal gar keine Strömung gefunden worden.

Meyer wies darauf hin, dass Stärke und Richtung der beiden übereinander verlaufenden Strömungen in ausserordentlichem Maasse von den Winden beeinflusst werden. Die Winde vermögen bei gleicher Richtung eine vorhandene Strömung zu verstärken, d. h. zu beschleunigen und zu vertiefen, bei entgegengesetzter Richtung aber zu vermindern, d. h. zu verlangsamen und zu verflachen bezw. zu hemmen oder schliesslich sogar umzukehren. Beim Kieler Hafen müssen südliche Winde die gewöhnlich vorhandene auslaufende Oberströmung begünstigen, nördliche Winde aber die auslaufende Oberströmung verlangsamen, zum Stehen bringen, bezw. bei einiger Dauer und Stärke in eine einlaufende umkehren und alsdann auch eine Umwandlung der einlaufenden Unterströmung in eine auslaufende zur Folge haben.

Wenn wir nun nach diesen Meyer'schen Beobachtungen und Untersuchungen über die beiden übereinander verlaufenden Strömungen im Hafen unterrichtet sind und bis zu einem gewissen Grade bei gegebenen Windverhältnissen den Verlauf der beiden Strömungen bestimmen können, so ist über das Verhalten der Strömungen an den verschiedenen Stellen innerhalb des Hafens sowie über die Geschwindigkeit der Strömungen bisher noch nichts veröffentlicht, und fehlt es anscheinend zunächst auch noch an Untersuchungen darüber. Zum Theil ist das wohl darauf zurückzuführen, dass bisher ein geeignetes Instrument zum Messen der im Ganzen nur schwachen Oberflächen- und Tiefenströmungen nicht bekannt war. Nachdem indess Professor Leonhard Weber in Kiel kürzlich ein hierzu geeignetes Instrument construiert hat (8.180), dürfte diese noch bestehende Lücke voraussichtlich in nicht zu ferner Zeit ausgefüllt werden.

Ausser den beiden übereinander verlaufenden Hauptströmungen werden aber im Hafen, in den Ausbuchtungen desselben, noch allerlei Nebenströme zu Stande kommen, die gerade für das Verhalten der eingeleiteten Schmutzstoffe eine Bedeutung haben können. Eine derartige Nebenströmung von einem der Hauptströmung entgegengesetzten Verlauf ist z. B. nach einer mündlichen Mittheilung von Professor Krümmel häufig in der Wiker Bucht zu beobachten. Man wird auf das Vorhandensein dieser beiden entgegengesetzten Strömungen schon durch das abweichende Verhalten der Wasseroberfläche aufmerksam gemacht. Bei Südwind beispielsweise und auslaufender Oberströmung erweist sich die Wasseroberfläche in der östlichen Hälfte des Aussenhafens glatt oder doch wenigstens auffallend glatter als in der Wiker Bucht, woselbst der Wind auf eine entgegengerichtete Strömung trifft. Die Grenze der beiden aneinander vorbeilaufenden Strömungen wird oft durch einen zwischen beiden vorhandenen Schmutzstreifen (den sich an den Rändern der Strömungen anhäufenden schwimmenden Gegenständen, worunter viele Schmutzstoffe) angezeigt. Aehnliche secundäre Strömungen werden wohl auch an anderen Uferpartieen vorkommen. Von manchen Seiten wird angenommen, dass in der Hörn auf dem Ostufer bei dem Badefloss Nr. II (Freibad für die Schüler, Lehrlinge u. s. w.) in der Regel eine einlaufende, nicht auslaufende Strömung wie am Westufer, sei, und dass daher das Wasser daselbst reiner sei. Mehrfache, gleichzeitig in der Hörn sowohl bei dem erwähnten Badefloss als auch gerade gegenüber an dem Westufer angestellte Beobachtungen haben indess daselbst bisher nie entgegengesetzte Oberströmungen wahrnehmen lassen.

Was die Geschwindigkeit der Strömungen betrifft, so kann dieselbe in den einzelnen Hafenabschnitten zu der gleichen Zeit eine ganz verschiedene sein, dieselbe hängt in erster Linie von dem Querschnitt (Profil) der betreffenden Hafenstelle ab. Sie wird z. B. zweifellos an der nur 1^{km} breiten Hafenenge bei Friedrichsort eine erheblich grössere sein, als mitten in dem 2^{1/2}^{km} breiten Aussenhafen, und ebenso muss sie in dem schmalen Verbindungscanal zwischen dem kleinen Kiel und dem Bootshafen grösser sein als in dem viel breiteren kleinen Kiel.

Um ein ungefähres Bild von der Richtung und Stärke der Strömung im Innenhafen am Westufer zu bekommen, wurde im März, April und Mai d. J. 2 bis 4 mal wöchentlich, regelmässig gegen 3 Uhr Nachmittags an der etwas südlich von der Grenze zwischen dem Kriegs- und Handelshafen gelegenen „Schlossbrücke“ die Strömung beobachtet. Zu diesem Zwecke wurde ein etwa 12^{cm} langer prismatischer Holzklotz von dreieckigem Querschnitt benutzt, welcher durch Blei an der unteren Fläche so beschwert war, dass das Holz im Hafenwasser fast ganz untertauchte,

und höchstens die obere schmale Kante hervorsah. Von dem freien Ende der genannten Anlegebrücke, welches sich 40^m vom Ufer entfernt befindet, wurde der an einer dünnen Schnur befestigte Holzklötz in das Wasser geworfen und nunmehr beobachtet, nach welcher Richtung derselbe trieb, und mit welcher Geschwindigkeit er sich von der Stelle bewegte. Bei 40 derartigen Untersuchungen trieb das Holzstück 20 mal nach der Hörn und ebenso oft nach dem Hafenausgang hin und zwar durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 2.2, im höchsten Falle von 6.1, im niedrigsten von 0.2^m in der Minute. Ganz ähnlich verhielt sich übrigens bei einigen Beobachtungen die Richtung und Geschwindigkeit der Strömung an der Reventlou- und Bellevuebrücke (vergl. die Karte Taf. II bei den Sielen 19 u. 21), sowie an verschiedenen Stellen am östlichen und westlichen Ufer des Handelshafens.

Neben der strömenden Bewegung des Wassers interessirt uns noch die oscillirende, wie sie in Form der Wellenbewegung ebenfalls durch die Winde hervorgerufen wird. Ueber die Wellenbildung auf dem Kieler Hafen sind Untersuchungen bisher nicht bekannt geworden, und scheint dieselbe auch Besonderheiten nicht darzubieten. Die Wellen begünstigen die Vermischung der oberflächlichen Wasserschichten mit den tieferen.

Nach den Untersuchungen der Gebrüder Weber reicht die Bewegung der Wassertheilchen 350 mal so weit als die Wellenhöhe, d. h. der Abstand von Wellenkamm und -thal (10.164). Schon bei Wellen von 4^{cm} Höhe erstreckt sich demnach die Bewegung bis auf 14^m Tiefe, d. h. an den meisten Stellen des Kieler Hafens bis zum Grunde. Neben den durch die Winde erzeugten Wellen, die für gewöhnlich, d. h. bei mässigem Winde nur klein sind, dafür aber nur selten vermisst werden, haben die durch die in der Fahrt begriffenen Schiffe erzeugten Wellen eine Bedeutung für die Durchmischung der Schmutzwässer mit dem Hafenwasser.

Selbst die gewöhnlichen, den Verkehr in der Kieler Förde vermittelnden kleinen Dampfer bringen bis an das Ufer herangehende Wellen hervor, die meist beträchtlich höher sind als die durch den Wind von mässiger Stärke verursachten, und noch erheblicher ist die Wellenbildung, die von den grossen Schiffen und auch von den in besonders rascher Fahrt befindlichen Torpedobooten ausgeht.

Auf die Winde sind nicht nur die Strömungen und die Wellenbewegung sondern auch die Schwankungen des Wasserstandes im Hafen zurückzuführen, die bei der Hafenverunreinigung bezw. Selbstreinigung eine wichtige Rolle zu spielen scheinen, und die gewissermassen einen Ersatz bilden für die in der Ostsee kaum bemerkbaren Gezeiten (= Ebbe und Fluth), deren Fluthwechsel nach Krümmel in der Kieler Förde nur etwa 7^{cm} beträgt (10.198). Nördliche Winde verhindern den

Abfluss des Wassers aus dem Hafen, sie bewirken nicht nur einen Aufstau, sondern sie treiben bei genügender Stärke das Wasser aus den vor der Förde gelegenen Abschnitten der Ostsee in die Förde hinein. Umgekehrt begünstigen Südwinde den Abfluss des Wassers aus der Förde, sie drücken das Wasserniveau nieder, ja sie treiben das Wasser aus der Förde und Bucht aus. Je mehr die nördlichen Winde in ihrer Richtung mit der Längsrichtung des Hafens (= NNO—SSW) zusammenfallen, eine um so kräftigere aufstauende bezw. eintreibende Wirkung vermögen sie zu entfalten, während sie um so schwächer wirken, je mehr sie sich den Richtungen NW bezw. O annähern. Je stärker der Wind und je länger er dauert, um so mehr steigt der Wasserspiegel im Hafen bei nördlichem Winde an, während er bei südlichem um so mehr fällt. Meyer beobachtete bei NO-Sturm in den Jahren 1867 bis 1870 einen höchsten Wasserstand von 1.48^m über und bei SSW-Sturm einen niedrigsten von 1.09^m unter Hafen-null. Bei der Sturmfluth 1872 betrug der Wasserstand 3.14^m über Null.

Nach den Pegelstandsbeobachtungen auf der Kaiserlichen Werft in Kiel betrug

in den Jahren	der höchste,	der niedrigste Wasserstand im Kieler Hafen:
1892	+ 1.17 ^m (10./I.)	— 1.14 ^m (6./I.)
1893	+ 1.95 ^m (20./XI.)	— 1.05 ^m (28./XI.)
1894	+ 1.16 ^m (2./I.)	— 1.56 ^m (12./II.)
1895	+ 1.60 ^m (31./I.)	— 1.19 ^m (25./III.)

Es kommen mithin im Laufe der Jahre Veränderungen des Spiegels bis auf etwa 2^m über und 1.6^m unter Null gar nicht so selten vor. Im Jahre 1895 überschritt der Wasserstand den mittleren (= 0.108^m für das Jahr 1895) an 4 Tagen um mehr als 100, an 37 Tagen um mehr als 50 und an 134 Tagen um mehr als 25^{cm}, und blieb derselbe an 32 Tagen um mindestens 25^{cm}, an 11 Tagen um mindestens 50 und an einem Tage um 108^{cm} hinter dem mittleren Wasserstand zurück. Nach den Aufzeichnungen der Werft verging im vergangenen Jahre fast kein Tag, ohne dass der Wasserstand sich im Laufe von 24 Stunden um mindestens 20^{cm} verändert hätte, und ohne dass innerhalb 24 Stunden sowohl ein Ansteigen des Wassers als auch ein Abfallen desselben um mindestens 10^{cm} beobachtet wurde. 71 mal im vorigen Jahr fand sogar innerhalb 24 Stunden ein mehrfaches abwechselndes Steigen und Fallen von mindestens 10^{cm} statt. Eine Erhebung des Wasserspiegels um 10^{cm}, die sich hiernach gar nicht so selten vollzieht, bedeutet aber für den Innenhafen, dessen Oberfläche auf etwa 380^{ha} angenommen werden kann, eine Wasserzufuhr von 380000^{cbm}. Im Vergleich zu dieser Zufuhr von reinerem

Tabelle I.

Wärme und spezifisches Gewicht des Wassers der Kieler Förde.

Dauer der Beobachtungen Jahre	Tiefe m	a) Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel des spezifischen Gewichts.												Jahr					
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December		Frühling März—Mai	Sommer Juni—August	Herbst Septbr.—Nov.	Winter Decbr.—Febr.	
Monate																			
22	7	0	135	123	119	118	111	109	112	117	123	132	134	134	116	113	130	131	122
16	11	7.3	142	138	128	125	114	113	118	125	128	133	136	139	122	119	132	140	128
21	—	14.6	148	142	186	128	123	121	128	131	132	141	140	143	129	127	138	144	134
b) Monats-, Jahreszeiten- und Jahresmittel der Wärme (° Cels.).																			
23	8	0	1.97	1.70	2.53	6.07	10.75	15.84	18.05	18.02	15.88	11.88	7.34	3.65	6.45	17.30	11.70	2.44	9.47
12	4	9.1	2.97	2.55	3.08	5.33	8.61	12.77	15.23	16.15	15.40	12.36	7.92	4.20	5.67	14.72	11.89	3.24	8.88
17	9	29.3	4.44	3.67	3.19	3.50	4.60	5.74	7.07	9.20	10.78	11.32	9.35	6.00	3.76	7.34	10.48	4.70	6.57

Wasser aus dem Aussenhafen und der Aussenföhrde erscheint die Menge des verhältnissmässig reinen Wassers, welches der Innenhafen in der trockenen Jahreszeit von der Schwentine zugeführt erhält, klein. Nach der allerdings nur für die trockenste Jahreszeit bestimmten Minimalergiebigkeit der Schwentine liefert dieselbe 1.28 cbm in der Secunde (11.36). Das macht in 24 Stunden erst 110.592 cbm , also etwa nur $\frac{3}{10}$ von derjenigen Wassermenge, welche der Wind bei nördlicher Richtung und mässiger Stärke schon innerhalb weniger Stunden in den Innenhafen treibt.

Ueber den Salzgehalt; sowie über die Temperaturverhältnisse des Hafenwassers in verschiedenen Tiefen giebt die Tabelle I Auskunft, die der Abhandlung von Karsten „Die Beobachtungen an den Küstenstationen 1887 bis 1890“ entnommen ist (12). Die Zahlen für das specifische Gewicht in dieser, sowie in allen späteren Tabellen u. s. w. geben an, um wie viel Zehntausendstel die Einheit überschritten wurde, so dass beispielsweise 152, 83 bezw. 7 ein specifisches Gewicht von 1.0152, 1.0083 bezw. 1.0007 bedeuten. Aus dem specifischen Gewicht lässt sich in einfacher Weise der Salzgehalt berechnen. (Vgl. S. 55.) Der im Frühling und Sommer regelmässig niedrigere Salzgehalt des Ostseewassers hat bereits Erwähnung gefunden, im Jahresdurchschnitt beträgt er 1.60 an der Oberfläche und 1.76% in 14.6 m Tiefe.

Die Wassertemperatur nimmt mit der Tiefe ab. Während die Ufer-temperatur in den obersten Wasserschichten verhältnissmässig rasch den Schwankungen der Aussentemperatur folgt, vermindern sich die Temperaturschwankungen mit der Tiefe, und erfahren sie gleichzeitig eine Verzögerung, die in der Tiefe von 29.3 m 1 bis 3 Monate beträgt.

B. Die in den Hafen entwässernden Ortschaften und die Einrichtungen zur Einleitung der Schmutzwässer in denselben.

Quellen der Verunreinigung bilden für den Hafen die an demselben belegenen Ortschaften und die auf demselben befindlichen Schiffe.

Von den ersteren sind hauptsächlich Kiel, die beiden Gaarden und Ellerbek zu nennen, die nach der letzten Volkszählung mit einer Bevölkerung von 85 668 bezw. 12 826 bezw. 4 176, also zusammen 102 670 Einwohnern ihre Schmutzwässer dem Innenhafen zuführen, und zwar grösstentheils gerade dem schmalsten Abschnitte desselben, den sie von beiden Seiten umfassen. Gerade dieser Abschnitt ist es aber auch, in welchem sich, wie bereits erwähnt, vorwiegend die Schiffe aufhalten, so dass er bei der Hafenverunreinigung in erster Linie in Betracht kommt. Die drei übrigen, am Ostufer des Innenhafens gelegenen Ortschaften: Wellingdorf,

Neumühlen (mit einer grossen Dampfmühle) und Dietrichsdorf (mit der Schiffswerft und den Maschinen- und Eisenwerken von Howaldt, auf denen etwa 1200 Arbeiter beschäftigt sind) haben für die Hafenverunreinigung eine nur untergeordnete Bedeutung, weil es verhältnissmässig kleine Ortschaften (1910 bezw. 868 bezw. 2927 Einwohner) sind, die ihre Abwässer, soweit für deren Ableitung überhaupt gesorgt ist, nicht direct in den Hafen, sondern erst in den Schwentinefluss bezw. in die reichlich 1^{km} lange Schwentinemündung, und zwar hauptsächlich oberirdisch, abführen.

Von den am Aussenhafen gelegenen Ortschaften ist die Festung Friedrichsort mit einer grösstentheils militärischen Bevölkerung von 2053 Köpfen die grösste und zugleich die einzige, welche eine geordnete Canalisation besitzt. Die Haus- und die gewerblichen Abwässer — in Friedrichsort befindet sich eine Torpedowerkstatt, in welcher etwa 800, meist in der Umgegend wohnende Arbeiter beschäftigt werden — sowie der grösste Theil des Urins der Einwohner und Arbeiter gelangen durch Canäle in den zunächst gelegenen Theil des Aussenhafens.

Am Innenhafen ist Kiel, abgesehen von der erst kürzlich eingemeindeten Ortschaft Wik (= 1328 Köpfe), deren Abwässer, soweit sie überhaupt abgeleitet werden, oberirdisch nach dem Aussenhafen fliessen vollständig canalisirt, während von Gaarden und Ellerbek nur ein Theil der Abwässer durch Canäle, ein anderer oberirdisch dem Hafen zugeführt wird.

Die Canalisation der Stadt Kiel wurde erst Ende der achtziger Jahre ausgeführt (11.109). Bis zum Jahre 1872 hatte man in Kiel bei einer Bevölkerung von etwas mehr als 30 000 Köpfen überhaupt noch keine Canäle, es wurden vielmehr die Schmutzwässer oberirdisch von den am Hafen gelegenen Stadttheilen in den Hafen, von den übrigen in den kleinen Kiel gelassen, entweder direct oder erst durch Vermittelung einiger in den kleinen Kiel mündender offener Bäche (Winterbeker-, Prüner Lauf u. s. w.).

Als mit der rasch zunehmenden Vergrösserung der Stadt dem kleinen Kiel auch die Abwässer der angrenzenden, neu entstandenen, canalisirten Stadttheile zuzingen, führte dies in kurzer Zeit zu einer so hochgradigen Verunreinigung dieses Gewässers, dass man sich gezwungen sah, die von der Altstadt sowie die von den neuen Stadttheilen zufließenden Abwässer durch je einen grösseren Canal am nordwestlichen und südöstlichen Ufer des kleinen Kiels abzufangen und dieselben, nachdem sie zu einem Sammelcanal vereinigt waren, in den Hafen einzuleiten (Siel Nr. 15 der Karte Taf. II). Es bildete dies den Ausgangspunkt der allgemeinen Canalisation von Kiel.

Gegenwärtig werden die Abwässer der Stadt, abgesehen von einer grösseren Anzahl meist kleiner Canäle der Uferstrassen und der am

Wasser gelegenen Häuser und Grundstücke, die zum Theil auch noch in den kleinen Kiel, in den Bootshafen, sowie in den offenen Verbindungs-canal zwischen beiden einmünden, durch 21 grössere Siele dem Hafen zugeführt.

Dieselben haben ihre Anfänge an der Grenze des städtischen Weichbildes, sie durchziehen im Allgemeinen in westöstlicher Richtung die Stadt und münden mit einer einzigen Ausnahme auf dem Westufer in den Hafen. Zu den kleinsten Canälen wurden 30^{cm} weite Thonrohre, zu den grösseren solche aus Cementstampfbeton mit eiförmigem Querschnitt und zwar in vier verschiedenen Grössen verwendet, die als Profile I, II, III und IV bezeichnet sind und bei einer Höhe von 120, 87, 72, bezw. 58^{cm} eine entsprechende Breite und Wandstärke besitzen. Nur das die beiden Canäle von den Ufern des kleinen Kiels vereinigende Siel 15 musste, weil in Trieb sand liegend, aus Mauerwerk ausgeführt werden. Die Kosten des gemauerten Canals beliefen sich auf 143 Mk. pro Meter, während für die übrigen Canäle die Kosten einschliesslich Pflaster, jedoch ohne die Schlammfänge und Einsteigeschachte, bei

Profil I rund 27 Mk.

„ II „ 17 „

„ III „ 15 „

„ IV „ 13 „

bei Thonröhren rund 5.50 Mk. betrugen.

Im April 1896 betrug nach einer Mittheilung des Stadtbauamtes die Gesamtlänge der Canäle 57.630^m. Davon entfielen auf:

gemauerte Canäle . . .	780 ^m
auf Profil I	3 840 ^m
„ „ II	5 600 ^m
„ „ III	5 880 ^m
„ „ IV	12 780 ^m
„ Thonrohre	28 750 ^m .

Die Gesamtkosten der Herstellung der Canäle belaufen sich auf ungefähr 950 000 Mk. Es kommen mithin auf den Meter der Canäle durchschnittlich nur 16.4 Mk., so dass die Ausgaben hinter denjenigen, welche andere Städte für eine Canalisation (mit Ausschluss der Fäkalien) machen, ganz erheblich zurückbleiben, denn es belaufen sich dieselben nach Brix (13.404) für den laufenden Meter der Canalleitung auf 40—80 und im Mittel auf 55 Mk. Noch ungünstiger stellt sich aber das Verhältniss, wenn man berechnet, welcher Antheil der Herstellungskosten für die Canalisation auf den Kopf der Bevölkerung entfällt. Auch hier rechnet man nach Brix

40 bis 80 und im Mittel 55 Mk. auf den Kopf der städtischen Bevölkerung, während in Kiel nach den obigen Angaben bei einer Bevölkerung von rund 85 000 Einwohnern auf den Kopf erst etwa 11.20 Mk. Herstellungskosten entfallen.

Die im Wesentlichen zur Ableitung der Haus- und gewerblichen Abwässer sowie des Regenwassers bestimmte Canalisation von Kiel entspricht nun allerdings auch in mehrfacher Beziehung nicht den Anforderungen, die man heutzutage an derartige Anlagen stellt.

Am meisten lässt das Gefälle der Canäle zu wünschen übrig. Zum Theil ist das auf gewisse Terrainschwierigkeiten zurückzuführen, die indess für die Technik keineswegs unüberwindbar, ja sogar zum Theil durch verhältnissmässig einfache Einrichtungen zu beseitigen sind.

In den tiefelegenen, an den Hafen und an den kleinen Kiel angrenzenden Stadttheilen liegt das Gelände vielfach nur 2.20^m über dem mittleren Wasserstand im Hafen, ja an manchen Stellen bleibt es noch darunter. Es hat dies dazu geführt, dass man bei einigen der daselbst gelegenen Hauptcanäle nicht nur den Querschnitt beschränkt hat, sondern auch mit dem Gefälle unter die zulässige Grenze herabgegangen ist. So hat das südwestlich vom kleinen Kiel vorbeiziehende Siel Nr. 7 nur ein Gefälle von 1:1333, und den Canälen am nordwestlichen bzw. südöstlichen Ufer des kleinen Kiels hat man sogar nur ein solches von 1:1500 gegeben (11.112).

Um zu verhüten, dass es bei stärkerem Regen wegen des zu geringen Querschnittes und der zu geringen Neigung der genannten Canäle zu einer Ueberfüllung und damit zu Ueberschwemmungen kommt, hat man Nothauslässe nach dem kleinen Kiel angelegt und zwar bei dem Siel Nr. 7 an einer, bei dem Canal am Nordwestufer des kleinen Kiels aber, der drei steil abfallende Canäle aufnimmt, an drei Stellen (vgl. die Karte Taf. II). Diese Nothauslässe treten aber nicht nur bei Regen, sondern gelegentlich auch bei trockenem Wetter in Thätigkeit, nämlich falls das Wasser im Hafen einen hohen Stand hat und es findet alsdann ein Uebertritt aus den Canälen nicht nur nach stärkeren, sondern auch nach schwächeren Regengüssen statt. Die Folge davon ist, dass nicht nur ziemlich häufig Canalwasser in den kleinen Kiel gelangt, sondern auch meist ein stärker verunreinigtes. Bewirkt ein höherer Wasserstand im Hafen den Uebertritt des Canalinhaltes in den kleinen Kiel, so tritt ein nur wenig verdünntes Sielwasser ein, da das specifisch leichtere Sielwasser auf dem in den erwähnten tiefelegenen Sielen regelmässig stehenden Seewasser schwimmt und sich nur langsam damit mischt. Treten schon durch schwächeren Regen die Nothauslässe in Thätigkeit, so führt das Regenwasser grosse Schmutzmengen aus den Canälen mit sich, erst nach

stärkerem bezw. länger dauerndem Regen wird das von den Canälen abgeführte Regenwasser reiner.

In den übrigen Abschnitten der Stadt fehlt es, da das Gelände nach Westen hin bis auf 20, 30 und mehr Meter ansteigt, (Vergl. die Karten Taf. I und II) nicht an dem nöthigen Gefälle, wohl aber ist hier dasselbe vielfach ein zu starkes, und kommt es daher an den Abhängen, da hier Gefällsabstufungen nirgends vorgesehen sind, häufig zu einem Trockenlaufen der Canäle, zu Ablagerungen in denselben und damit zu üblen Ausdünstungen und sonstigen Störungen. Ueberhaupt hat man sich bei der Anlage der Canäle zu sehr den Bodenniveauverhältnissen angepasst und daher bei vielen Canälen ein abwechselnd stärkeres und weniger starkes Gefälle und damit auch eine im Verlaufe der einzelnen Canäle schwankende, bald grössere, bald wieder geringere Strömungsgeschwindigkeit bekommen. Die hierdurch an vielen Stellen bedingten stärkeren Ablagerungen haben alsdann dazu geführt, dass man vielfach Schlammfänge in die Canäle einbauen musste.

Die von Zeit zu Zeit (monatlich 1 mal) stattfindende Entleerung dieser Schlammfänge mit Eimer und Schaufel ist aber nicht nur mit Unkosten, sondern auch mit einer starken Belästigung durch den hässlichen Anblick und den üblen Geruch verbunden.

Ein weiterer Mangel besteht darin, dass es bei der Kieler Canalisation an geeigneten Einrichtungen zu einer Spülung und der dadurch zu erreichenden Reinhaltung der Canäle fehlt, was umsomehr in's Gewicht fällt, als bei den Canälen auch eine geeignete Ventilation nicht vorgesehen ist. Eine solche wird bei einer zweckmässigen Canalisation durch die Regenrohre, durch die bis über das Dach hinaus verlängerten und oben offen endigenden Abfallrohre in den Häusern oder durch besondere Ventilationsrohre erreicht. Von allen diesen Einrichtungen, die eine fortgesetzte Lüfterneuerung in den Canälen bewirken, indem die Luft durch die Oeffnungen an den Einsteigeschächten und an den sonstigen Strassenöffnungen ein-, durch die erwähnten Rohre aber in die höheren Luftschichten austritt, ist bei der Canalisation von Kiel kein Gebrauch gemacht. Hier ereignet es sich aber auch gar nicht selten, dass von den Canälen üble Ausdünstungen ausgehen und die Luft in den Strassen verpesten. Namentlich in den höheren Stadttheilen werden diese Ausdünstungen häufig wahrgenommen, sie gehen hier weniger von den Einsteigeschächten und Schlammfängen aus, als vielmehr von den Strasseneinlässen, auf deren Vorhandensein man gar nicht selten schon durch den üblen Geruch aufmerksam gemacht wird. Da diese Strasseneinlässe mit Wasserverschlüssen versehen sind, der üble Geruch aus denselben aber nicht nur nach längeren regenfreien Perioden, sondern oft auch schon

wenige Tage nach einem Regen beobachtet wurde, so scheinen die Verschlüsse nicht genügend dicht zu sein. Auf jeden Fall aber verhüten sie nicht eine Ausdünstung aus den Canälen, wozu sie in erster Linie bestimmt sind.

Die Karte auf Taf. II giebt ein ungefähres Bild von der Anordnung der durch die rothen Linien dargestellten und durch die rothen Zahlen 1 bis 21 in der Nähe der Auslässe von einander unterschiedenen Siele bzw. Sielsysteme.

Abgesehen von Nr. 1 münden sie sämmtlich auf dem westlichen Ufer. Die Siele 7, 16, 18, 19 gehören der Profilgrösse I an, der gemauerte runde Canal Nr. 15 hat eine lichte Weite von 1.20 m, das Siel 6 gehört zur Profilgrösse II, die übrigen Siele sind kleiner. Der gegenseitige Abstand der Auslässe beträgt bei den äusseren Sielen Nr. 17 bis 21 zwischen 400 und 600, bei den inneren Nr. 16 bis 2 von 20 bis höchstens 240 m. In der Absicht eine möglichst vollständige Vermischung der Abwässer mit dem Hafenwasser zu erreichen, hat man bei den Sielen 14 bis 19 durch hölzerne, auf dem Boden des Hafens befestigte und zum Theil in denselben eingelassene Canäle von viereckigem Querschnitt die Mündung 50 bis 60 m in den Hafen verlegt, und soll sich dieselbe bei mittlerem Wasserstande etwa ein Meter unter Wasser befinden. Es hat sich indess gezeigt, dass diese Holzcanäle sich regelmässig sehr bald verstopfen, und der Canalinhalt alsdann durch die meist vorhandenen bzw. bald entstehenden Undichten schon in nächster Nähe des Ufers austritt. Die übrigen Siele haben ihre Mündung in der Ufermauer, wobei die Canalsohle im Allgemeinen 0.6 m unter Hafennull liegt (11.111).

Das Siel 1 mit den Abwässern des Schlachthofes und der Bahnhofstrasse mündet von Süden kommend auf dem schmalen Südufer in nächster Nähe der Südwestecke. Neuerdings ist etwa in der Mitte des Südufers noch ein kleiner Rohrcanal hinzugekommen, der die Abwässer der neuerrichteten Viehquarantäneanstalt dem Hafen zuführt.

In der südöstlichen Ecke der Hörn mündet der in seinem letzten Abschnitt überdeckte, die Grenze zwischen Kiel und Gaarden bildende Mühlenbach, welcher Schmutzwässer der südlich vom Hafen gelegenen kleinen Ortschaft Krusenrott und der Irrenanstalt Hornheim, sowie ausserdem auch einen Theil der Abwässer von Gaarden aufnimmt. Die übrigen oberirdisch abgeleiteten Abwässer von Gaarden gelangen durch einen Graben bei Wilhelminenhöhe (in nächster Nähe der Kriegshafengrenze) in den Handelshafen, während die unterirdisch abgeführten, durch einen Canal südlich von dem Grundstück der Germania-Werft, sowie durch 2 Canäle auf demjenigen der Kaiserlichen Werft dem Handels- bzw. Kriegshafen zugehen. Ueber den Verlauf dieser Canäle konnten

bisher genauere Angaben nicht erlangt werden, auch von Ellerbek wurde nur in Erfahrung gebracht, dass zwei etwas grössere Siele an den auf der Karte (Taf. II) angegebenen Stellen in den Hafen münden, und dass noch einzelne Häuser am Ufer durch kleine Canäle in den Hafen entwässern.

C. Die Schmutzwässer von Kiel, Gaarden und Ellerbek.

Die seitens der umliegenden Ortschaften, von denen, wie erwähnt, hauptsächlich Kiel, Gaarden und Ellerbek in Betracht kommen, dem Hafen zugeführten Schmutzwässer setzen sich zusammen aus einem Theil der menschlichen und thierischen Excremente, aus dem Haus-, Hof- und Strassenschmutzwasser, aus den gewerblichen Abwässern und aus dem Meteorwasser. In Betreff der einzelnen Antheile ist das Nachstehende zu erwähnen.

Sowohl in Kiel als auch in Gaarden und Ellerbek ist die Abfuhr der Fäkalien eingerichtet. Kiel hat das sogenannte Kübelsystem, in Gaarden und Ellerbek finden sich daneben auch noch Abtrittsgruben. Nach den Erfahrungen, die man in den verschiedensten, mit Abfuereinrichtungen versehenen, canalisirten Städten gemacht hat, kommt aber von der ganzen Masse der Fäkalien noch nicht einmal die Hälfte wirklich zur Abfuhr.

J. H. Vogel (14) hat bei seinen directen Untersuchungen gefunden, dass in Potsdam von den 1100 bis 1300^{grm} Fäkalien, welche der durchschnittliche Städtebewohner am Tage producirt, nur 376^{grm} Fäkalien pro Kopf und Tag in die Aborte gelangten, und stimmten die in Neumünster gemachten Erfahrungen hiermit gut überein, indem die daselbst im Jahre 1893/94 pro Kopf und Tag abgefahrene Fäkalienmenge nur 400^{grm} betrug. Es findet hiernach die seit langer Zeit übliche Annahme, wonach in canalisirten, aber mit Abfuereinrichtungen versehenen Städten nur etwa $\frac{1}{3}$ des Urins zur Abfuhr, $\frac{2}{3}$ dagegen in die Canäle gelangen, eine werthvolle Stütze. Wir werden daher auch für Kiel, Gaarden und Ellerbek annehmen dürfen, dass etwa $\frac{2}{3}$ des gesammten Urins der Bevölkerung in den Hafen gelangen. Aber auch ein Theil der festen Excremente wird dem Hafen vermittelt der Canäle zugeführt. In Kiel bestehen in einer Anzahl von Gebäuden Spülclosets, so z. B. in den akademischen Heilanstalten, die durch das Siel 17 in den Hafen entwässern. Ebenso sind an das Siel 18 das Marinelazareth sowie eine Anzahl von Privatgebäuden mit Spülclosets angeschlossen, und haben auch einige der an das Siel 19 angeschlossenen Privathäuser Spülclosets. Spülclosets finden sich ferner auf dem Bahnhof, in einigen der grösseren Hotels, sowie in einer Anzahl von am Hafen bezw. in der Nähe derselben gelegenen Häusern, die zum

Theil in die städtischen Siele, zum Theil auch direct in den Hafen einleiten. Zu den letzteren zählt u. A. die Marine-Akademie. Die Spül-closets in den akademischen Heilanstalten, werden durchschnittlich von 500 Personen, diejenigen im Marinelazareth von 270 (grösstentheils erwachsenen) Personen regelmässig benutzt. Die Zahl Derjenigen, welche die Spül-closets auf dem Bahnhof und in der Marine-Akademie durchschnittlich benutzen, darf man auf mindestens 300 veranschlagen, sie ist aber zeitweise sicherlich erheblich höher. Da nach den Angaben des städtischen Bauamtes in den Hotels und Privathäusern etwa 120 Spül-closets vorhanden sind, so ist anzunehmen, dass sie von mindestens 1200 Personen regelmässig benutzt werden. Rechnet man noch die in den Dienstgebäuden der Kaiserlichen Werft in Gaarden befindlichen Spül-closets, die von etwa 200 Personen (Beamten und deren Angehörigen) benutzt werden, hinzu, so wird man sagen dürfen, dass allein die Fäkalien von 2500 Personen in Kiel-Gaarden durch Spül-closets regelmässig in die Canäle und damit in den Hafen gehen. Zeitweise wird aber die Zahl der die Spül-closets benutzenden Personen selbst mit 3000 nicht zu hoch geschätzt sein. In Ellerbek sind angeblich Spül-closets nicht im Gebrauch.

Weit höher ist aber derjenige Antheil des Kothes zu veranschlagen, der durch die Küchen-, Waschküchen- und sonstigen Ausgüsse in die Canäle gelangt. Es handelt sich hier hauptsächlich um die Fäkalien von Kindern und Kranken, die aus den Nachtgeschirren bzw. Steckbecken in die Ausgüsse entleert werden, oder erst mit dem Spülwasser der Wäsche, Kleider, Wohnung u. s. w. von der Canalisation aufgenommen werden. Wie gross dieser Antheil des Kothes ist, der unerlaubter Weise ausser den Spül-closets in die Canäle gelangt, lässt sich nicht genau sagen, es ist aber sicher nicht zu hoch gegriffen, wenn man annimmt, dass etwa der zwölfte Theil des Gesamtkothes der Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek in der angedeuteten Weise seinen Weg in die Canäle findet.

Wir dürfen mit Rücksicht darauf, dass der Stadttheil Wik in den Aussenhafen entwässert, die in den Innenhafen entwässernde Gesamtbevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek zu 100 000 Köpfen annehmen. Der Städtebewohner producirt nach Pettenkofer täglich 90^{gmm} Koth und 1170^{gmm} Urin, die 100 000 Köpfe in Kiel-Gaarden-Ellerbek mithin 9 Tonnen Koth und 117 Tonnen Urin. Nun geht aber der Koth von 2500 Köpfen durch die Spül-closets und derjenige von etwa 8500 Köpfen ($= \frac{1}{12}$ der Bevölkerung) auf anderem Wege in die Canäle; nahezu 1 Tonne Koth wird mithin täglich durch die Canäle dem Hafen zugeführt. Der Antheil von Koth, der dem Hafen durch die an seinen Ufern errichteten Abtritte sowie seitens der Schiffe zugeht, ist hierbei noch nicht berücksichtigt.

Die täglich dem Hafen zugeführte Urinmenge würde nach unserer obigen Annahme, wonach $\frac{2}{3}$ des Urins in die Canäle gelangen, 78 Tonnen betragen. Da die verunreinigende Wirkung des Urins vielfach unterschätzt wird, so sei darauf hingewiesen, dass nach den Stoffwechseluntersuchungen von Voit und Pettenkofer der Mensch in seinem Urin gut die Hälfte (etwa 60 Procent) mehr organische Bestandtheile ausscheidet, als in seinem Koth, es würden somit allein durch den Urin den Canälen und dem Hafen mindestens ebenso viel organische fäulnissfähige Massen zugehen, als in dem gesammten Koth der Bevölkerung von Kiel, Gaarden und Ellerbek enthalten sind.

Auch von den Excrementen der Thiere wird nicht alles abgefahren. So tritt z. B. die von den Düngerhaufen, aus den Stallungen, von den Höfen und Strassen ablaufende Jauche, sowie der Ueberlauf aus den Dunggruben meist in die Canäle. Ein anderer Theil der thierischen Excremente gelangt dagegen erst bei der Reinigung der Stallungen, Höfe, Strassen, Plätze u. s. w. mit dem Spülwasser in die Siele. Wie gross der dem Hafen zugehende und zur Verunreinigung desselben beitragende Antheil der thierischen Excremente ist, lässt sich nicht angeben und auch nur schwer abschätzen. Bei der Viehzählung am 1. December 1892 wurden in Kiel (ausschliesslich Wik), den beiden Gaarden und Ellerbek im Ganzen gezählt:

1566 Pferde,	108 Schafe,
834 Rinder,	965 Schweine und
67 Ziegen.	

Hierzu würde noch der Bestand der Viehquarantäneanstalt kommen, der in der Zeit vom 5. October 1895 bis Ende März 1896 durchschnittlich täglich 233 Rinder (einschliesslich 13 Kälber), 2 Schafe und 301 Schweine betrug, an manchen Tagen aber bis auf 437 Stück Rinder (einschliesslich 26 Kälber), 33 Stück Schafe und 1207 Stück Schweine stieg. (Seit dem 21. December 1895 hat die Schweineeinfuhr aus Dänemark in Folge Verbots seitens der Regierung aufgehört.) Rechnet man die höchsten Ziffern der Quarantäneanstalt zu den durch die Viehzählung im Jahre 1892 ermittelten, die inzwischen aller Wahrscheinlichkeit nach eine geringe Vermehrung erfahren haben, hinzu, so ist der Viehstand, soweit er für eine Hafenverunreinigung überhaupt in Betracht kommen kann, auf

1566 Pferde,	2172 Schweine,
1271 Rinder,	141 Schafe und
67 Ziegen	

zu veranschlagen, wozu dann noch etwa 1800 Hunde kommen. Nimmt man mit Blasius (15) an, dass ein Pferd etwa 5 mal, ein Rind

etwa 8 mal, ein Schwein $1\frac{1}{2}$ mal, Schafe und Ziegen etwa ebenso viel Stickstoff produciren wie ein Mensch, so würden die in Kiel, Gaarden und Ellerbek vorhandenen Pferde, Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen etwa ebenso viel Stickstoff produciren wie 21 464 Einwohner. Da nun immerhin nur ein kleiner Bruchtheil von den thierischen Excrementen in den Hafen gelangt, so geht aus diesem Ueberschlag hervor, dass die thierischen Excremente in weit geringerem Maasse an der Verunreinigung des Kieler Hafens theilhaftig sind als die menschlichen. Indess mag doch nicht unerwähnt bleiben, dass von dem im Ganzen nicht unerheblichen Viehstand der Quarantäneanstalt der durch das Siel abgeführte Antheil der Thierexcremente gerade in den schmalsten und flachsten Theil des Hafens gelangt. (Vergl. die Karte auf Taf. II.)

Die Hauptmasse der in den Hafen fliessenden Abwässer bilden die Hauschmutzwässer, d. h. die Abwässer der Küche sowie das zur Reinigung des Körpers, der Wäsche, Kleider, Geräthschaften, Geschirre und das zur Reinigung von Haus und Hof verwandte Bade-, Wasch- und Spülwasser. Sie stellen eine an aufgeschwemmten und gelösten, organischen und anorganischen Bestandtheilen reiche, fäulnissfähige und auch zur Bildung von Niederschlägen Veranlassung gebende Flüssigkeit dar, die aber, was vielfach noch übersehen wird, auch Krankheitskeime zu beherbergen vermag, denn es handelt sich ja um Wasser, welches auch mit Kranken, ihrer Wäsche, ihren Kleidern, mit ihrem Geschirr, mit den Krankenzimmern u. s. w. in Berührung gewesen ist bezw. die verschiedensten Auswurf- und Abscheidungsstoffe aufgenommen hat.

Wie schon aus den oben in Betreff des Viehstandes mitgetheilten Zahlen, noch deutlicher aber aus der Berufsstatistik ersichtlich ist, nimmt in Kiel-Gaarden-Ellerbek die Landwirthschaft und Thierzucht eine untergeordnete Rolle ein, es liegt die Bevölkerung vielmehr hauptsächlich dem Gewerbe, sowie der Schifffahrt und dem Handel ob. Unter den Gewerbebetrieben finden sich aber im Ganzen nur wenige, welche grössere Mengen stärker verunreinigter Abwässer liefern, so dass daher die gewerblichen Abwässer nach ihrer Menge und Bedeutung für die Hafenverunreinigung hinter den Hauschmutzwässern zurückbleiben, und eigentlich nur die Abwässer des städtischen Schlachthauses sowie diejenigen der Brauereien eine besondere Besprechung verdienen.

Nach den Verwaltungsberichten des städtischen Schlachthofes betrug die Zahl der jährlichen Schlachtungen in den letzten 4 Jahren

51 120 62 312 73 137 bezw. 63 993,

und zwar wurden

im Jahre 1894/95	im Jahre 1895/96
13 874	12 041 Rinder,
15 633	15 499 Kälber,
32 320	26 670 Schweine,
10 610	9149 Schafe,
19	25 Ziegen,
681	609 Pferde

geschlachtet mit zusammen:

7 003 954 ^{kg} bzw. 6 031 979 ^{kg} Fleisch,

wozu das eingeführte Fleisch mit:

30 053 ^{kg} bzw. 45 443 ^{kg} Fleisch

hinzukommt.

Das Schlachthaus wird gelegentlich auch von den Schlächtern aus Gaarden-Ellerbek mitbenutzt, die jedoch meist in ihren Privatschlächtereien schlachten.

Von dem auf dem Kieler Schlachthof gewonnenen Fleisch ging namentlich früher, als noch keine Viehquarantänen bestanden, ein grosser Theil (30 bis 40 Procent) nach Berlin bzw. nach verschiedenen Städten von West- und Mitteldeutschland. Im vergangenen Jahre wurden dagegen nur etwa 16·3 Procent des gesammten in Kiel geschlachteten Fleisches versandt. Natürlich muss die Menge der festen und flüssigen Schlachthausabgänge, entsprechend diesen Mehrschlachtungen für den Versand, grösser sein, als wenn daselbst nur für den Bedarf von Kiel, Gaarden und Ellerbek geschlachtet würde.

Von den flüssigen Abgängen des Schlachthofes, die, wie schon erwähnt, durch das Siel 1 in den schmalsten innersten Zipfel des Hafens geleitet werden, lässt sich die Menge ziemlich genau angeben, da sämtliches Brauchwasser der städtischen Leitung entnommen, und seine Menge mittels Wassermesser bestimmt wird. An trockenen Tagen dürfte die Schmutzwassermenge annähernd der Brauchwassermenge entsprechen. Nun wurden in den beiden letzten Jahren 20 424 bzw. 18 159 ^{cbm} Wasser, mithin bei 300 Schlachttagen täglich durchschnittlich rund 68 bzw. 61 ^{cbm} Wasser verbraucht, sodass hiernach die durchschnittlich am Tage dem Hafen vom Schlachthaus zugeführte Schmutzwassermenge etwa zu 65 ^{cbm} angenommen werden kann.

Ueber die Beschaffenheit der Schlachthofabwässer giebt die Tabelle II einige Auskunft. Im Ganzen wurden 11 Proben untersucht.

Die gesammten in einem Rohreanal vereinigten Schlachthofabwässer passiren, bevor sie das Schlachthofterrain verlassen, eine 11·25^m lange, 1·4^m breite und 0·57^m tiefe, gemauerte und cementirte Grube, an deren

Tabelle II. Zusammensetzung der

Nummer	Datum der Probenentnahme	Ort	Schlacht- betrieb	Allgemeines Verhalten (Farbe, Trübung, Niederschlag, Geruch)	Reaction
1	Mittwoch, 29./I. 96.	beim Austritt aus der Klärgrube.	ziemlich stark	blutroth, trübe, mit Bodensatz, nach 3 Tagen Bodensatz stärker, Geruch stark nach Carbolsäure.	alkalisch
2	Sonnabend, 1./II. 96.		gering	hellroth, trübe, Bodensatz, Geruch widerlichfaulig.	„
3	Donnerstag, 6./II. 96.		stark	blutroth, weisslicher Bodensatz, unangenehm fauliger Geruch	„
4	Mittwoch, 27./II. 95.	beim Einlauf in die Klärgrube.	stark	tief dunkelroth, trübe mit starkem Bodensatz von Thierkoth. Geruch nach Blut.	neutral
5	„	beim Eintritt in den Hafen.	„	schmutzig hellroth, trübe, starker Bodensatz, fauliger Geruch.	„
6	Donnerstag, 11./VI. 96.	beim Einlauf in die Klärgrube.	stark	dunkelroth, zweimesserrücken- dicker Bodensatz. Geruch faulig.	stark alkal.
7	„	beim Austritt aus der Klärgrube.	„	dunkelroth, messerrückendicker Bodensatz. Geruch faulig.	alkalisch
8	„	beim Eintritt in den Hafen.	„	dunkelroth, geringer Bodensatz. Geruch faulig.	stark alkal.
9	Dienstag, 23./VI. 96.	„	mittelstark	blutroth, flockiger, gelblicher Bodensatz. Geruch widerlich- faulig.	alkalisch
10	Donnerstag, 25./VI. 96.	„	stark	braunroth, weisslich-gelber Bodensatz. Geruch sehr unange- nehm faulig.	stark alkal.
11	Donnerstag, 9./VII. 96.	„	„	braunroth, weisslich-gelber Bodensatz, unangenehm fauliger Geruch.	alkalisch

Abwässer des Kieler Schlachthofes.

Specifisch. Gewicht bei 15° C.	Suspendirte Theile			Gelöste Theile			Gesamt- rückstand	Gesamt- glühverlust	Chlor	Zahl der Keime im Cubik- centimeter
	im Ganzen	Glühverlust	Asche	im Ganzen	Glühverlust	Asche				
	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	
—	539	407	132	2971	2450	521	3510	2857	261	4 000 000
—	397	153	244	1535	1129	406	1932	1282	130	6 535 000
—	732	478	254	1918	1687	231	2650	2165	160	9 050 000
35	976	876	100	6864	5944	920	7840	6820	425	2 000 000
19	140	36	104	1850	1354	496	1990	1390	200	1 153 000
9	—	—	—	—	—	—	4228	2788	400	5 600 000
8	—	—	—	—	—	—	3010	2482	600	4 200 000
8	—	—	—	—	—	—	3009	2504	500	4 300 000
11	665	477	188	3206	2379	827	3871	2856	750	—
18	584	380	204	4306	3274	1032	4890	3654	800	—
19	202	16	186	4203	3505	698	4405	3521	1500	—

Ende noch ein mit walnussgrossen Coaksstücken gefüllter eiserner Korb von 0.90^m Länge, 0.60^m Breite und 1.20^m Höhe eingesetzt ist. Von derartigen Gruben sind zwei gleich grosse und einander völlig entsprechende, nur durch eine schmale Mauer getrennte vorhanden, die abwechselnd regelmässig 1 Woche lang im Gebrauch sind. In die Gruben, in welchen die Abwässer angeblich 2—3 Stunden verweilen, wird täglich 2 mal gelöschter Kalk eingeworfen, und ausserdem Saprol aufgegossen. Alle 8 Tage findet die Reinigung der im Gebrauch gewesenen Grube und die Erneuerung des zugehörigen Coaksfilters statt.

Alle Proben für die Untersuchung wurden Nachmittags zwischen 4 und 5 Uhr, nachdem das Schlachten mindestens 3 Stunden lang im Gange war, entnommen, und zwar die Proben 1, 2 und 3 an verschiedenen Tagen am Auslauf aus der Klärgrube, d. h. hinter dem Coaksfilter. Dieselben geben mithin ein Bild von der Beschaffenheit der Schlachthofabwässer in dem Augenblick, in welchem dieselben das Schlachthofterrain verlassen. Dagegen wurden die Proben 4 und 5 am selben Tage und rasch nach einander beim Einlaufen in die Grube sowie an der Einmündung des Schlachthaussoles in den Hafen geschöpft. Die Probe 4 giebt mithin ein Bild von den noch unveränderten Schlachthofabwässern, während die Probe 5 nicht nur die Klärgrube passiert hat, sondern auch möglicher Weise etwas von den Abwässern der allerdings nicht sehr zahlreichen Häuser der Bahnhofstrasse aufgenommen hat. Die Proben 6, 7 und 8 sind am selben Tage vor bzw. hinter der Klärgrube bzw. am Einlauf in den Hafen entnommen worden, indess ist die weitere Untersuchung der Proben nach erfolgter Filtration verunglückt. Die Proben 9, 10 und 11 schliesslich sind an verschiedenen Tagen an der Eintrittsstelle des Sies in den Hafen von der Wasseroberfläche so vorsichtig als möglich abgeschöpft, wobei es sich indess anscheinend nicht hat vermeiden lassen, dass etwas Seewasser beigemischt ist, da der Chlorgehalt hier etwas höher gefunden wurde, als bei den übrigen Proben. Auch erscheint hier der Abdampfdruckstand wohl in Folge der Zersetzung der Chloride etwas zu niedrig, der Glühverlust aber entsprechend zu hoch.

Nach der Beschaffenheit der Kläranlage und der Art des Betriebes wird man eine nennenswerthe Reinigung der Abwässer nicht erwarten dürfen, und ist die Reinigung nach den Ergebnissen der Untersuchung auch nur eine geringfügige. Wenn man allerdings die bei den Proben 4 und 5 ermittelten Werthe mit einander vergleicht, so könnte man an eine erhebliche Wirkung der Kläranlage denken, indess enthält die Probe 4 ausnahmsweise viel suspendirte und gelöste Theile, wie das am Besten aus einem Vergleiche des Gesamttrückstandes und des Gesamtglühverlustes der Proben 4 und 6 ersichtlich wird. Wenn auch die Unter-

suchung der Proben 6, 7 und 8 keine vollständige ist, so lassen die ermittelten Werthe doch erkennen, dass in Folge des Passirens der Klärgrube nur etwa $\frac{2}{7}$ der gesamten festen (aufgeschwemmten und gelösten) Stoffe und von den organischen Stoffen im Ganzen nur etwa der neunte Theil zurückgehalten wird. Dass die Klärung aber eine ausreichende nicht ist, das zeigt schon das Aussehen der nach dem Passiren der Klärgrube entnommenen Proben, die alle stark blutig, getrübt und mit einer einzigen Ausnahme (Probe 1, die stark nach Carbolsäure roch) übelriechend waren.

Am Besten lassen aber die ungenügende Reinigung die Durchschnittswerthe erkennen, die für die am Ende der Klärgrube entnommenen Proben 1, 2, 3, sowie für die beim Einlauf in den Hafen geschöpften Proben 5, 9, 10 und 11 bei der Untersuchung gewonnen und im Nachstehenden zusammengestellt sind.

Es enthielten im Mittel:

	Suspendirte Theile			Gelöste Theile			Chlor
	im Ganzen	Glühverlust	Asche	im Ganzen	Glühverlust	Asche	
die Proben 1, 2, 3	556	346	210	2141	1755	386	184
„ „ 5, 9, 10, 11	398	227	171	3391	2628	764	813
„ „ {1, 2, 3, 5, 9, 10, 11	466	278	187	2856	2254	601	543

Dass durch die angewandten Mittel auch keine irgendwie nennenswerthe Beschränkung der Zersetzungs Vorgänge bzw. Abtödtung der Bakterien in den Schlachthofabwässern erreicht wird, lassen die für den Keimgehalt vor und nach der Klärung gefundenen Zahlen erkennen.

Die von dem Schlachthof an niederschlagfreien Schlachttagen gelieferte Abwassermenge von durchschnittlich 65^{cbm} beträgt höchstens etwa den einhundertfünfzigsten Theil von der Gesamtmenge der Abwässer, welche täglich dem Hafen zugehen. Die letztere ist auf mindestens 10 000 zu veranschlagen.

Allein 7000^{cbm} Wasser tägl. liefert die städtische Wasserleitung von Kiel, mindestens 2500 „ „ „ werden aus Brunnen in Kiel entnommen, etwa 865 „ „ „ verbraucht die Kaiserliche Werft in Gaarden, „ 230 „ „ „ verbrauchen die Germania Werft und die beiden Brauereien in Gaarden, und mindestens 500 „ „ „ werden von der übrigen Bevölkerung in den beiden Ortschaften Gaarden sowie in Ellerbek täglich aus Brunnen entnommen, so dass allein hiernach

zusammen 11095^{cbm} Wasser täglich verbraucht werden, und die durch-

schnittliche Menge der Abwässer pro Kopf und Tag auf mindestens 100 Liter zu veranschlagen ist. Mit Hilfe der bei Untersuchung der Schlachthofwässer gewonnenen Zahlen können wir uns eine ungefähre Vorstellung davon machen, wie gross die Schmutzmengen sind, welche dem Hafen von dem Schlachthause zugeführt werden. Nehmen wir an, dass das Mittel aus den 7 Proben 1, 2, 3, 5, 9, 10 und 11 ungefähr dem durchschnittlichen Verhalten der dem Hafen zufließenden Schlachthofabwässer entspricht, — in Wirklichkeit dürften die Werthe etwas zu hoch sein, da sie meist an Tagen mit starkem Schlachtbetrieb entnommen sind, und da, wie bereits hervorgehoben, und wie die Zusammenstellung S. 24 und 25 erkennen lässt, bei den am Einlauf in den Hafen geschöpften Proben die Werthe für die gelösten Theile etwas zu hoch sind — so erhalten wir in 1 ^{cbm} Schlachthofabwasser an organischen Stoffen 278 + 2254, zusammen 2532 ^{g^m}, also rund 2½ ^{kg} und in den etwa 20 000 ^{cbm} Abwässern, welche der Schlachthof im Durchschnitt jährlich liefert, 50 000 ^{kg} organische Stoffe.

Nun liefert nach Brix (13.108) der einzelne Städtebewohner in mit Abfuereinrichtung versehenen, canalisirten Städten durchschnittlich 17.5 ^{kg} organische Stoffe im Canalwasser, so dass die Gesamtmenge der organischen Stoffe, welche die 100 000 Einwohner von Kiel-Gaarden-Ellerbek in den gesammten Schmutzwässern, ausschliesslich der Fäkalien, liefern, auf 1 750 000 ^{kg} im Jahre, also auf das etwa 35fache der vom Schlachthof gelieferten Schmutzmenge zu veranschlagen ist.

Der Schlachthof würde sonach nur höchstens etwa den 35. Theil der Schmutzmengen liefern, welche die gesammten Schmutzwassercanäle u. s. w. von Kiel, Gaarden und Ellerbek, abgesehen von den Excrementen, in den Hafen leiten, und wenn man durch eine geeignete Kläranlage die Schlachthofabwässer Kiel's vollständig reinigt, bevor man sie in den Hafen einleitet, so würde man damit von dem Hafen höchstens etwa den 35. Theil der bisherigen Schmutzmengen fernhalten.

Von den Abwässern der Brauereien weiss man, dass sie verhältnissmässig viel organische Stoffe enthalten und daher bei der Einleitung in öffentliche Gewässer häufig zu Zersetzungs- und Fäulnisvorgängen in denselben führen, dagegen haben sie bei weitem nicht eine so ekelhafte Beschaffenheit wie die Schlachthausabwässer, die in Folge der Aufnahme von Blut, Magen- und Darminhalt und anderer unappetitlicher Bestandtheile zu den ekelhaftesten Abwässern zählen. Auch kommen bei Brauereiabwässern Krankheitsstoffe nicht in Betracht, während solche in den Schlachthausabwässern gelegentlich wohl vorkommen und mit denselben verbreitet werden können.

In Kiel und Gaarden finden sich allein 8 grössere und mehrere kleinere Brauereien, die nach den Mittheilungen, welche ich dem Vorsitzenden der hiesigen Handelskammer, Herrn Geheimen Commerzienrath Sartori, verdanke, in den Jahren 1892 bis 1894 im Durchschnitt 109 000^{hl} Bier gebraut haben. Nimmt man, wie das gewöhnlich geschieht, an, dass das Brauchwasser der Brauereien der 5fachen Menge des producirtten Bieres entspricht, dann würden wir annähernd die 4fache Menge als Abwasser bekommen, es würden mithin im Durchschnitt auf das Jahr 43 600^{cbm} Abwässer entfallen, und die Brauereien mehr als doppelt soviel Abwässer liefern als das Schlachthaus. Nach den Angaben, welche indess die grösseren Brauereien in Betreff ihres täglichen Wasserverbrauchs den städtischen Wasserwerken gemacht haben, beträgt derselbe über 1293^{cbm} pro Tag, bei 300 Brautagen demnach zusammen 387 900^{cbm}, so dass nach Abzug des producirtten Bieres 377 000^{cbm} Brauerei-Abwässer pro Jahr herauskommen. Die Abwässer würden alsdann annähernd der 34fachen Menge des gebrauten Bieres entsprechen. Diese Zahl erscheint auffallend hoch, doch liegt eine Angabe von K. B. Lehmann vor, wonach die Actienbrauerei in Hof fast 18 Mal soviel Abwasser wie Bier liefert. Die zuletzt berechnete Brauereiabwässermenge (377 000^{cbm} im Jahre) würde etwa dem 10. Theile der Gesamtschmutzwässer von Kiel, Gaarden, Ellerbek gleichkommen, wenn wir die Schmutzwassermenge pro Kopf und Tag mit 100 Liter annehmen.

Ueber die Beschaffenheit der Brauereiabwässer sind im hygienischen Institute bisher keine weiteren Untersuchungen angestellt worden. Eine aus dem Siel 19, in welches zwei grössere Brauereien entwässern, entnommene Probe (Tab. III Nr. 1), die schon durch den starken Geruch nach Hefe und jungem Biere, sowie durch das Vorhandensein von zahlreichen Hefezellen auf eine reichliche Beimengung von Brauereiabwasser hinwies, hatte einen ziemlich hohen Rückstand und Glühverlust, nämlich 474 bezw. 498^{mg} im Liter. Lehmann fand in einigen Brauereiabwässern von Hof 639 bezw. 444^{mg} im Liter, bei der erwähnten Actienbrauerei (mit der 18fachen Abwässermenge) aber nur 318 bezw. 176^{mg} für Rückstand bezw. Glühverlust. Auch die Kieler Brauereiabwässer werden sich bei der verhältnissmässig grossen Brauchwassermenge wahrscheinlich im Allgemeinen als recht verdünnt erweisen. Immerhin wird man die Gesamtmenge der organischen zersetzungs-fähigen Stoffe, welche die Brauereien dem Hafen zuführen, auf eine ziemlich hohe veranschlagen und annehmen dürfen, dass dieselbe, wenn nicht grösser, so doch nahezu ebensogross ist, als diejenige der Schlachthausabwässer. Ausser dem städtischen Schlachthof und den Brauereien, denen übrigens sich noch einige Brennereien, Essig- und Spirituosenfabriken

anreihen lassen, würden von grösseren Gewerbebetrieben, die viel stark verunreinigte Abwässer liefern, noch zwei mit Färbereien verbundene Dampfspinnereien und zwei Dampfwaschanstalten zu nennen sein. Bei einer der letzteren, der Garnisonwaschanstalt, beträgt die durchschnittliche tägliche Brauchwassermenge nach einer Mittheilung, welche ich der Garnisonverwaltung verdanke, 34 ^{cbm}; in Betreff der übrigen Betriebe konnte Näheres nicht in Erfahrung gebracht werden.

Da die jährliche Niederschlagsmenge in Kiel mit 712^{mm} von der für die norddeutsche Tiefebene gewöhnlich angenommenen von 613^{mm} nur wenig abweicht, so dürfte auch für Kiel-Gaarden-Ellerbek die allgemeine Erfahrung Geltung haben, wonach die aus einer Stadt im Laufe eines Jahres bei uns abzuführende Regenwassermenge durchschnittlich kaum auf die Hälfte der Jahresbrauchwassermenge kommt (13·281).

Das Regenwasser nimmt von den Dächern, Höfen, Strassen und Plätzen allerlei Bestandtheile mit fort, indess tritt die Menge der organischen Stoffe, welche es mit sich führt, erfahrungsgemäss hinter derjenigen der Hausschmutzwässer zurück, namentlich da, wo wie in Kiel eine sorgfältige und regelmässige Reinigung der Strassen ausgeübt wird. Auch die Möglichkeit der Aufnahme von Krankheitsstoffen seitens des Meteorwassers ist ja eine weit geringere als bei dem Hausschmutzwasser, so dass man heutzutage in canalisirten Städten keine Bedenken trägt, das Meteorwasser, soweit es getrennt aufgesammelt wird, bezw. bei stärkeren Regengüssen die allgemeinen Schmutzwassercanäle zu stark belastet, durch Notauslässe in die öffentlichen Gewässer zu leiten. Es ist bekannt, dass das Regenwasser viele aufgeschwemmte Theile mit sich führt. Auch bei unseren Untersuchungen der Sielwässer (vergleiche die Tab. III) zeigten die unmittelbar nach einem stärkeren Gewitterregen den Sielen 18 und 7 entnommenen Proben etwa 20 Mal so viel suspendirte Theile als sonst, und erschien auch nach mehrtägigem Regen die Menge der aufgeschwemmten Bestandtheile etwas vermehrt.

	Suspendirte Theile.	darin orga- nische Stoffe	Gelöste Theile	darin orga- nische Stoffe
Bei trockenem Wetter entnommene Sielwasserproben enthielten im Mittel	351	163	816	350.
Nach einem starken Gewitterregen wurden bei den Proben 4 und 12 im Mittel gefunden	1222	2880	485	122,
nach tagelangem Regen aber in Probe 6	479	177	328	106.

Das Sielwasser von Kiel erwies sich somit in der niederschlagfreien Zeit ähnlich zusammengesetzt wie das Sielwasser anderer canalisirter, aber mit Abfuhrreinrichtungen versehener Städte, denn daselbst sind nach Brix (13·108) gefunden worden: „Suspendirte Stoffe 100 bis 500, im Mittel 300^{mg} pro Liter, darunter etwa die Hälfte organische Stoffe; und gelöste feste Stoffe 600 bis 1600, im Mittel 800^{mg} pro Liter und darunter 100 bis 300 oder im Mittel 150 organische Stoffe (Glühverlust)“. Nur die Menge der gelösten organischen Stoffe wurde im Durchschnitt bei unseren Sielwasseruntersuchungen etwas reichlicher gefunden [= 350 statt 100 bis 300^{mg} im Liter].

Die von Brix berechneten Mittelwerthe, wonach in canalisirten, aber mit Abfuhrreinrichtungen versehenen Städten in den Canalwässern (abgesehen von dem Regen- und Schneewasser) auf den Kopf der Bevölkerung im Jahre entfallen: 15^{kg} suspendirte und 40^{kg} gelöste, feste Stoffe, darunter 7·5 bzw. 10·0^{kg} organische Stoffe oder im Ganzen 55^{kg} mit zusammen 17·5^{kg} organischen Stoffen, können wir danach auch auf die Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek anwenden, ohne von der Wirklichkeit allzusehr abzuweichen. Die 100 000 Einwohner dieser Ortschaften würden hiermit, abgesehen von den Niederschlägen, in ihren Schmutzwässern dem Hafen 5 500 000^{kg} (1 500 000^{kg} suspendirte und 4 000 000^{kg} gelöste) feste Stoffe zuführen. Nehmen wir an, dass mit den Niederschlägen aus Kiel-Gaarden-Ellerbek die gleiche Menge fester Stoffe im Jahre dem Hafen zugeführt wird, was eher zu hoch als zu niedrig gegriffen ist, dann bekommen wir für die festen Stoffe in den Schmutz- und Regenwässern von Kiel-Gaarden-Ellerbek 11 000 000^{kg} pro Jahr. Nach Brix (13·120) liefert der Städtebewohner in seinen Excrementen jährlich 27·7 organische und 6·6^{kg} anorganische, mithin 34·3^{kg} feste Theile.

Nehmen wir an, dass $\frac{2}{3}$ aller menschlichen Excremente von Kiel, Gaarden und Ellerbek in den Hafen gehen — in Wirklichkeit dürften wohl $\frac{2}{3}$ des Urins, aber noch nicht $\frac{1}{3}$ der festen Excremente in den Hafen gelangen, sodass wir bei obiger Annahme die ausserdem in den Hafen gelangenden thierischen Excremente nicht besonders in Ansatz zu bringen brauchen — so würden wir für die 100 000 Einwohner pro Jahr noch rund 2 300 000^{kg} feste Theile in den Excrementen bekommen. Die Gesamtmenge der dem Hafen im Jahre aus Kiel-Gaarden-Ellerbek in den Schmutzflüssigkeiten, Niederschlagwässern sowie in den Excrementen zugehenden festen Stoffe würde hiernach 13·3 Millionen Kilogramm betragen. Für die 14 Jahre von 1881 bis 1895, innerhalb welcher sich die mittlere Tiefe der Binnenförde um 0·47^m vermindert hat (Vergleiche S. 6), wollen wir die Gesamtmenge der festen Stoffe mit $14 \times 13·3 = 186·2$ Millionen Kilogramm veranschlagen, obwohl das offenbar zu

Tabelle III. Zusammensetzung der wichtigeren in den

Nummer	Datum der Entnahme	Bezeich- nung des Sieles	Allgemeines Verhalten	Reaction	Die weisse Scheibe verschwindet in einer Tiefe von	Specifisch. Gewicht bei 15° C.	Suspendirte Theile		
							im Ganzen	Glühverlust	Asche
1	Montag, 10./II. 96. 10 ^h a.	Nr. 19	gelblich grau, stark trübe, erdig. Bodensatz. Geruch nach Bier.	schwach sauer	—	1.0009	mg l. L. 277	—	—
2	Montag, 15./VI. 96. 11 ^h a.	—	schmutzig grau, trübe, erdiger Bodensatz, fauliger Geruch.	alkal.	—	1.0002	1003	579	424
3	Mittwoch, 12./II. 96. 10 ^h a.	Nr. 18	schmutzig grau, trübe, erdiger Bodensatz, jauchartiger Geruch.	stark alkal.	—	—	—	—	—
4	Sonnabend, 6./VI. 96. 4 ^h p.	—	schmutzig grau, trübe, dicker, schwarzer, erdiger Bodensatz. Geruch nach Jauche.	„	—	1.0006	6327	1645	4682
5	Montag, 5./VI. 96. 11 ^h a.	—	dunkelgrau, trübe, dicker sandiger Boden- satz, fauliger Geruch.	alkal.	—	1.0001	298	177	121
6	Dienstag, 2./VII. 96.	—	grau, trübe, etwa messerrückendicker sandiger Bodensatz. Geruch etwas moorig.	„	—	1.0003	479	177	302
7	16./V. 92. 10 ^h a.	Nr. 16	schmutzig grau, trübe, starker Bodensatz, fauliger Geruch.	stark alkal.	—	1.0007	628	—	—
8	Montag, 15./VI. 96. 11 ^h a.	Nr. 15	schmutzig grau, trübe, schwarzer Bodensatz, fauliger Geruch.	alkal.	—	1.0010	294	44	250
9	Mittwoch, 17./VI. 96. 11 ^h a.	Nr. 8	schwärzl. grau, trübe, schwarzer Bodensatz, fauliger Geruch.	„	—	1.0011	125	38	87
10	Donnerstag, 14./III. 95. 11 ^h a.	Nr. 7	schmutzig grau, trübe, starker Bodensatz, widerl. fauliger Geruch.	„	10 ^{cm}	—	64	—	—
11	Sonnabend, 13./VI. 96. 11 ^h a.		schmutzig grau, gering. Bodensatz, widerlich u. n. Schnaps riechend.	stark alkal.	—	1.0001	244	36	208
12	Sonnabend, 6./VI. 96. 4 ^h p.		schwärzl. grau, trübe, starker schwarzer Bodensatz, schwarze Brocken a. d. Oberfläche, Geruch nach Theer.	alkal.	—	1.0003	8117	4115	4002
13	16./V. 92. 11 ^h a.		schmutzig grau, stark trübe, starker Bodens. Geruch nach Jauche.	stark alkal.	—	1.0003	359	—	—
14	Sonnabend 13./VI. 96. 11 ^h a.	Nr. 5	schwärzl. grau, zieml. trübe, widerl. Geruch.	schwach alkal.	—	1.0001	215	.90	126
15	14./III. 95. 11 ^h a.		trübe, etwas Boden- satz, schwacher Geruch nach Jauche.	alkal.	30 ^{cm}	1.0009	—	—	—
16	Sonnabend, 13./VI. 96. 11 ^h a.		grauw., trübe, schwa- cher Geruch n. Jauche.	„	15 ^{cm}	1.0001	107	48	59
17	1891 Sommer	Schwentine Fluss	gelblich, wenig trübe	—	—	—	—	—	—
18	1892 Frühjahr		desgl.	—	—	—	—	—	—
19	16./II. 96.		desgl.	—	—	—	—	—	—

Kieler Hafen einmündenden Siel-, Bach- und Flusswässer.

Gelöste Theile			Kaliumperman- ganat-Verbrauch	Chlor	Gesamtstickstoff nach Kjeldahl als NH ₃ berechnet	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Keimgehalt pro cem	Bemerkungen
im Ganzen	Glühverlust	Asche								
mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.				
1197	498	699	—	105	—	40	—	—	2 880 000	
972	291	681	288	690	—	viel	0	0	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 449 000	
456	137	319	372	210	—	viel	0	0	—	nach einem starken Gewitterregen
854	249	605	220	600	—	„	0	0	—	
328	222	106	—	65	—	„	0	0	—	nach mehr- tägig. Regen
1113	—	—	693	149	164	28	0	0	2 050 000	
876	351	525	240	890	—	viel	0	0	—	
1272	564	708	318	290	—	„	0	0	—	
1396	—	—	668	205	—	„	vor- hand	etwas	1 063 000	
991	372	619	302	500	—	„	0	0	—	
514	188	326	280	140	—	„	0	0	—	nach einem starken Gewitterregen
982	—	—	666	132	—	30	—	—	325 000	
513	123	390	300	346	—	viel	0	vorh.	—	
490	—	—	70	158	—	zieml. viel	vorh.	„	190 000	
491	136	355	600	424	—	viel	0	„	—	
Gesamt- Bestand	Gesamt- glühverlust									
230	62	—	22	30	—	Spur	0	Spur	—	
260	87	—	34	33	—	0.2	0	0	—	
235	98	—	21	34	—	0.8	0	0	—	

hoch gerechnet ist, da die Bevölkerung von Kiel, Gaarden und Ellerbek im Jahre 1881 noch nicht einmal 60 000 Köpfe betrug.

Nehmen wir nun an, dass sich nicht nur alle suspendirten Theile, die dem Hafen aus Kiel-Gaarden-Ellerbek zugehen, auf dem Meeresgrund im Bereiche der Innenförde absetzen, sondern dass innerhalb der Innenförde auch alle gelösten festen Stoffe zur Ausscheidung und Ablagerung gelangen, — in Wirklichkeit wird wohl der grösste Theil der suspendirten, aber immer nur ein Bruchtheil der gelösten Theile auf dem Hafengrund abgelagert, — und nehmen wir ferner an, dass die einmal abgelagerten Theile unverändert an der Ablagerungsstelle verbleiben, — in Wirklichkeit wird ein Theil davon später fortgeführt, bei den verschiedenen biologischen Processen verbraucht, nachträglich in Lösung übergeführt u. s. w., — so würden auf der im Ganzen $1531 \cdot 6^{ha} = 15\,316\,000^{qm}$ grossen Fläche der Binnenförde 186.2 Millionen Kilogramm feste Stoffe zur Ablagerung gelangt sein. Nehmen wir an, dass 1^{kg} von diesen Niederschlägen durchschnittlich den Raum von 1 Liter einnimmt, — in Wirklichkeit wird dasselbe ein kleineres Volumen besitzen, — und denken wir uns die 186.2 Millionen Liter abgelagerten festen Stoffe in gleich dicker Schicht über die $15\,316\,000^{qm}$ grosse Fläche der Innenförde vertheilt, so kommen auf den einzelnen Quadratmeter erst 12 Liter, d. h. eine 12^{mm} hohe Ablagerungsschicht, während sich die mittlere Tiefe der Innenförde in den Jahren 1881 bis 1894 in Folge der Ablagerungen auf dem Hafengrund um durchschnittlich 470^{mm} vermindert hat.

Aus der vorstehenden Berechnung, bei welcher alle in Ansatz gebrachten Posten so reichlich bemessen sind, dass wir die von den Schiffen dem Hafen zugehenden Unrathstoffe nicht besonders zu berücksichtigen brauchen, geht somit zweifellos hervor, dass die in den letzten Jahren beobachtete beträchtliche Verflachung des Kieler Hafens unter keinen Umständen durch die Einleitung der Schmutzstoffe seitens der anliegenden Ortschaften zu Stande gekommen ist. Aber selbst wenn in Wirklichkeit die von Kiel-Gaarden-Ellerbek zugeführten und im Hafen zur Ablagerung kommenden Schmutzstoffe vielleicht nur den zehnten Teil der in Anschlag gebrachten Menge oder vielleicht sogar noch weniger betragen, so handelt es sich dabei doch um recht grosse Massen, die namentlich, wenn sie auf einem kleineren Raume zur Ablagerung kommen, die Wassertiefe daselbst erheblich zu vermindern vermögen.

In der That gelangen die von Sielwässern mitgeführten aufgeschwemmten Bestandtheile, wie wir später sehen werden, in Folge der meist nur geringen Strömungsgeschwindigkeit des Hafenwassers und seiner die Sedimentirung in hohem Maasse begünstigenden Eigenschaften, grössten Theils schon in geringer Entfernung von den Sielmündungen zur

Ablagerung auf dem Hafengrunde, und bilden sie daselbst Schlammhänke, die nicht nur die Hafentiefe wesentlich herabsetzen, sondern auch sonst allerlei Störungen und Belästigungen mit sich bringen, abgesehen davon, dass ihre Entfernung mit nicht unerheblichen Kosten verbunden ist.

D. Die von den Schiffen ausgehenden Verunreinigungen.

Zu den Schmutzstoffen, welche von den Schiffen dem Hafen zugehen, gehören die festen und flüssigen Excremente der Schiffsbewohner — bei Schiffen, die zum Viehtransport verwendet werden, auch die thierischen Excremente — sowie die den Hausabwässern an die Seite zu stellenden Schiffsabwässer, die sich zusammensetzen aus den Abwässern der Schiffsküche, aus dem Bade-, Wasch-, Spül-, Putz- und sonstigem Wasser, welches zur Reinigung des Körpers, der Wäsche, Kleidung, des Geschirres, der Geräthschaften, der Aufenthalts-, Bade-, Vorraths-, Maschinen-, Kessel- und sonstigen Schiffsräume sowie zur Reinigung der Boote und der Bootsgeräthschaften gedient hat. Der grösste Theil davon geht direct nach aussen, ein Theil dagegen versickert erst im Schiff, er gelangt schliesslich in den als Bilsch bezeichneten untersten Schiffsraum, wo er mit dem Schmutz aus den oberen Räumen, mit Abgängen der Ladung, mit dem Niederschlagswasser der Wände und vor allen Dingen mit dem eingedrungenen Leckwasser sich zum sogenannten Bilschwasser vereinigt. Dieses von Zeit zu Zeit durch Auspumpen nach aussen entleerte Bilschwasser bildet häufig eine widerliche, in lebhafter Zersetzung befindliche Flüssigkeit, in der gelegentlich auch schon Krankheitserreger angetroffen worden sind, und von der man auf Grund der epidemiologischen Erfahrungen annimmt, dass es zuweilen Krankheitskeime enthält und zur Verbreitung gewisser Infektionskrankheiten beiträgt.

Von den Schiffen gelangen in den Hafen aber auch vielfach allerlei feste Stoffe, die an Land als Hausmüll gesammelt und durch Abfuhr beseitigt zu werden pflegen, wie Küchen- und Proviantabfälle, Speisereste, Kehrlicht, Putz-, Wisch- und Verpackungsmaterialien, Abfälle der Ladung u. s. w. u. s. w., während die Asche an Land gebracht wird, da das Einwerfen derselben in den Hafen verboten ist.

Bei diesen festen Abfallstoffen handelt es sich vielfach um schwimmende oder doch wenigstens längere Zeit an der Wasseroberfläche treibende Massen, die theils an sich, theils erst in Verbindung mit den gleichfalls eine Zeit lang an der Oberfläche verweilenden Kothbrocken und anderen unappetitlichen Sachen einen ekelregenden Eindruck machen. Da nun diese Dinge von den Kriegsschiffen mit ihren verhältnissmässig grossen Besatzungen in reichlicherem Maasse ausgehen und daher bei einem Be-

suche des Hafens gerade in deren Nähe häufiger in grösseren Mengen angetroffen werden, so ist in Kiel vielfach die Ansicht verbreitet, dass die Verunreinigung des Hafens hauptsächlich durch die Schiffe und in erster Linie durch die Kriegsschiffe zu Stande komme. Dass diese Auffassung aber nicht der Wirklichkeit entspricht, lässt sich unschwer darthun. Nach dem bereits erwähnten Bericht des Marinestabsarztes Dr. Davids(1), beträgt während der vermehrten Indienststellung im Sommer die Höchstzahl der im Kieler Hafen liegenden Schiffe und Fahrzeuge der Marine 30, und beläuft sich die gesammte Besatzungsstärke dieser sowie der ausserdem noch im Hafen befindlichen Torpedoboote auf 9154 Köpfe. Diese Höchstzahl wird aber nur an wenigen Tagen erreicht, da fast alle Schiffe Kiel auf längere Zeit verlassen, so dass die durchschnittliche Besatzungsstärke der im Laufe des Sommers im Kieler Hafen anwesenden Kriegsschiffe 3000 Köpfe kaum erreicht. Im Winter bleibt dieselbe hinter dieser Zahl aber noch erheblich zurück.

Weit kleiner ist die Besatzung der Handelsschiffe. In den letzten drei Jahren liefen in Kiel jährlich 3882, 4245 bzw. 3846, d. h. pro Tag etwa 11 Handelsschiffe (Dampf- und Segelschiffe) ein. Im Durchschnitt halten sich die Schiffe etwa 5 Tage auf, so dass man annehmen kann, es liegen im Mittel etwa 55 Handelsschiffe im Hafen, deren Gesamtbesatzung auf etwa 275 Köpfe zu veranschlagen ist, da die Durchschnittsbesatzung der hier einlaufenden Handelsschiffe 5 Mann beträgt. Nur ausnahmsweise dürfte die Gesamtbesatzung der Handelsschiffe 8—900 Köpfe erreichen, so dass also an Tagen, an denen alle in Dienst gestellten Kriegsschiffe im Hafen liegen, und gleichzeitig eine möglichst grosse Zahl von Handelsschiffen zugegen ist, die gesammte Schiffsbevölkerung erst etwa 10 000 Köpfe, mithin also erst den zehnten Theil der Gesamtbevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek, ausmacht. Für gewöhnlich aber dürfte die Gesamtbesatzung der Kriegs- und Handelsschiffe im Kieler Hafen kaum dem dritten Theil von dieser Höchstziffer und daher auch nur kaum dem dreissigsten Theil der Gesamtbevölkerung von Kiel gleichkommen. Die Menge der festen und flüssigen Excremente, welche die Schiffsbesatzungen liefern, darf man etwa derjenigen gleichsetzen, welche die gleiche Anzahl erwachsener Personen männlichen Geschlechts an Land producirt. Die von der Schiffsbevölkerung gelieferten Schmutzmassen können daher immer nur einen verhältnissmässig kleinen Bruchtheil von denjenigen ausmachen, die von der Landbevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek fortgesetzt dem Hafen zugeführt werden. Nach Wolf und Lehmann (15, 15) liefert ein Erwachsener etwa um $\frac{2}{3}$ mehr Fäces als der durchschnittliche Städtebewohner, es würden mithin die im höchsten Falle auf den Schiffen in Kiel vorhandenen 10 000 Menschen etwa ebensoviel Koth liefern, wie 16 667 Köpfe

der Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek bezw. die im Durchschnitt auf den Schiffen im Hafen anzutreffenden 3333 Menschen so viel Koth, wie 5555 Köpfe an Land.

Nun haben wir aber früher berechnet, dass von etwa 11 000 Köpfen in Kiel-Gaarden-Ellerbek die Fäces durch die Canäle dem Hafen zugeführt werden, und es ist hier noch zu erwähnen, dass von fast 2000 weiteren Köpfen — überwiegend Arbeitern — der Koth direct in den Hafen geht.

Die beim Löschen und Laden der Handelsschiffe betheiligten Arbeiter, deren Zahl vom hiesigen Hafenamt auf durchschnittlich 1100 bis 1200 Köpfe zu veranschlagen ist, benützen die auf dem Hafen am Westufer angebrachten Abtritte. Diese Abtritte werden übrigens auch noch von anderen Personen, namentlich von Kindern, vielfach benützt. Ausserdem gehen die Fäcalien der 700 bis 800 Arbeiter sowie diejenigen der Beamten auf der Germania-Werft direct in den Hafen, während auf der Kaiserlichen Werft die Dejectionen der ca. 5000 Arbeiter abgefahren werden, und nur der Urin in den Hafen fliesst.

Nicht berücksichtigt sind bisher noch diejenigen Mengen von Koth und Urin, die von den regelmässig auf dem Hafen verkehrenden Dampfern, von den Handelsschuten, Obst- und Gemüsekähnen, Booten u. s. w. in den Hafen gelangen, deren Menge sich allerdings einer Abschätzung entzieht, aber doch gar nicht so ganz unbedeutend sein dürfte.

Selbst dann, wenn alle Kriegsschiffe im Hafen sind, ist die Menge des Kothes, welcher von den Schiffen in den Hafen gelangt, nur wenig grösser, als diejenige, welche fortgesetzt von der an Land wohnenden Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek dem Hafen zugeführt wird, meist aber macht sie kaum mehr als den dritten Theil der letzteren aus. (Es ist hierbei nicht berücksichtigt, dass von den Kriegsschiffen, so lange sie auf der Werft bezw. am Torpedohafen liegen, kein Koth in den Hafen gelangt, da hier die an Land errichteten Latrinen mit Abfuereinrichtungen benützt werden müssen und ebenso nicht, dass ein Theil der festen Excremente während der Beurlaubung der Schiffsbesatzungen an Land verbleibt.)

Die Urinmenge, welche von den Schiffen in den Hafen gelangt, ist unter allen Umständen eine weit kleinere als diejenige, welche die Bewohner von Kiel-Gaarden-Ellerbek dem Hafen fortgesetzt zuführen. Nimmt man an, dass der Schiffsbewohner ebenso wie der erwachsene, vollgenährte Arbeiter etwa $\frac{1}{3}$ mehr an Urin liefert, als der durchschnittliche Stadtbewohner, so würden die im höchsten Falle auf den Schiffen anwesenden 10000 Personen etwa so viel wie 13333 Köpfe, die durchschnittliche Kopfbzahl der Schiffseinwohner von 3333 Köpfen aber nur so viel wie 4444 Köpfe der Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek liefern, während wir

annehmen müssen, dass fast $\frac{2}{3}$ des gesammten Urins der Bevölkerung von Kiel-Gaarden-Ellerbek fortgesetzt dem Hafen zugeführt werden.

Man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass der Schiffsbewohner — namentlich bei den Kriegsschiffen, die hier hauptsächlich in Frage kommen, — in den Schiffsabwässern nicht mehr Schmutzstoffe liefert, als der Städtebewohner in den Hausschmutzwässern. Da dem Schiff weniger Staub und Schmutz zugeführt wird als den Häusern, so wird das Spül- und Reinigungswasser der Schiffsräume im Ganzen auch weniger schmutzig sein. Eine weitere Verringerung der Schmutzstoffe erfahren die Schiffsabwässer dadurch, dass von den Schiffsbesatzungen vielfach Wäsche zum Reinigen an Land gegeben wird. Schliesslich kommen an Bord die gewerblichen Abwässer, die ganz wesentlich zur Verunreinigung des Kanalwassers beitragen, in Wegfall.

Die ausser den Excrementen und den Schmutzwässern von den Schiffen dem Hafen übergebenen festen Abfallstoffe lassen sich in ihrer verunreinigenden Wirkung auf den Hafen nur schwer abschätzen, indess wird man hier eher zu reichlich als zu niedrig veranschlagen, wenn man annimmt, dass der Schiffsbewohner in den festen, dem Hafen übergebenen Abgängen höchstens ebenso viel organische Stoffe liefert als der Städtebewohner im sogenannten Hausmüll. Der dem Hauskehricht an die Seite zu stellende Schiffskehricht wird im Allgemeinen geringer an Menge sein, da, wie bereits erwähnt, weniger Staub und Schmutz in das Schiff getragen wird als in das Haus. Ausserdem werden keineswegs alle festen Abgänge dem Hafen überantwortet. Mit der Asche und auch bei sonstiger Gelegenheit wird ein Theil der Küchenabfälle, Speisereste und anderer fester Abgänge an Land gegeben und damit ein nicht geringer Theil des festen Schiffschmutzes vom Hafen ferngehalten. Nach Brix (13·120) liefert der Mensch in seinem Hausmüll jährlich 30^{kg} organische Substanz, d. h. $1\frac{5}{7}$ Mal so viel als in dem Canalwasser, bei Ausschluss der Fäkalien und des Regenwassers. Es wird demnach hoch gerechnet sein, wenn wir annehmen, dass die 10000 Schiffsbewohner, welche nur an wenigen Tagen des Jahres auf den Schiffen im Kieler Hafen wohnen, dem Hafen in den festen Schiffsabgängen alsdann soviel Schmutzstoffe zuführen wie $1\frac{5}{7} \times 10000 = 17150$ Einwohner von Kiel in den von ihnen gelieferten Haus- und gewerblichen Schmutzwässern. Wir sehen demnach, dass selbst an den Tagen, an denen sich etwa 10000 Köpfe auf den Schiffen in dem Hafen befinden, die von den Schiffen ausgehende Verunreinigung bedeutend kleiner sein muss als die von den Ortschaften bewirkte Hafenverunreinigung. Jene führen demselben im ungünstigsten Falle vielleicht ein wenig mehr Koth, dafür aber nur etwa den fünften Theil des Urins zu, wie die Einwohnerschaft von Kiel-Gaarden-Ellerbek, und die Schmutzstoffe in den sonstigen flüssigen und festen Ab-

gängen der Schiffe, soweit sie in den Hafen gelangen, machen, indem sie etwa denjenigen entsprechen, welche 27150 Köpfe in Kiel in ihrem Canalwasser dem Hafen zugehen lassen, wenig mehr als den vierten Theil der täglich in den Hausschmutzwässern von Kiel-Gaarden-Ellerbek dem Hafen zugeführten Schmutzmassen aus. Nur während weniger Tage im Jahre übergeben die Schiffe mithin dem Hafen etwa den vierten bis fünften Theil, im Durchschnitt aber nur höchstens den zwölften bis fünfzehnten Theil der Schmutzmassen, welche Kiel-Gaarden-Ellerbek in den Hafen leiten.

Die Schiffe liefern aber nicht nur erheblich weniger Unrathmassen als die in den Hafen entwässernden Ortschaften, sie übergeben dieselben auch grösstentheils den geräumigeren Hafenabschnitten, und zwar in der Regel in einiger Entfernung vom Ufer, an Stellen von etwas grösserer Wassertiefe und ausserdem an einer grösseren Anzahl von Stellen, die sich meist in einem nicht unbeträchtlichen Abstand von einander befinden. Es ist zum Theil auch hierauf zu beziehen, dass die stärkste Verunreinigung nicht im Kriegs-, sondern im Handelshafen und nicht in der Nähe der Kriegsschiffe, sondern in der Nähe der Sieleintrittsstellen beobachtet wird.

II. Der Nachweis der Verunreinigung bei den Seehäfen.

Der Nachweis der Verunreinigung lässt sich bei den Seehäfen in ähnlicher Weise führen wie bei den Flüssen, nur macht der Salzgehalt einige Abweichungen von dem bei der Untersuchung auf Flussverunreinigung allgemein üblichen Verfahren nöthig. Bei den Flüssen pflegt die Verunreinigung dadurch festgestellt zu werden, dass man oberhalb und unterhalb der unreinen Zuflüsse untersucht und auf diese Weise die Veränderung der Beschaffenheit und der Zusammensetzung des Wassers erfährt. Bei der Hafenverunreinigung muss man das Wasser aus den reineren Abschnitten des Hafens bzw. das reine Wasser aus den angrenzenden Meeresabschnitten mit dem verunreinigten vergleichen. Bis zu einem gewissen Grade kann man allerdings an Stellen, an denen die Verunreinigung auf die obersten Wasserschichten beschränkt ist, auch das reinere Wasser aus der Tiefe zu einem Vergleich und damit zur Beurtheilung der Verunreinigung benutzen.

Wie sich bei dem Nachweis der Flussverunreinigung in der Regel an die örtliche Besichtigung der verunreinigten Stellen die Untersuchung geeigneter Proben von Wasser, Schlamm u. s. w. anschliesst, so empfiehlt es sich auch für den Nachweis der Hafenverunreinigung der Untersuchung an Ort und Stelle, welche sich mit dem allgemeinen Verhalten des Wassers, des Hafengrundes, der Ufer sowie aller in und auf dem Wasser befind-

lichen Theile, soweit sie vom Wasser gespült werden, befasst, die eingehendere Untersuchung geeigneter Proben im Laboratorium folgen zu lassen.

A. Die Hafenuntersuchung an Ort und Stelle.

Bei dem Wasser ist zunächst die Farbe, die Durchsichtigkeit und der Geruch festzustellen.

Während das reine Hafenwasser an seichten Stellen farblos, an tieferen von grünlicher bis bläulicher Farbe erscheint, zeigt das verunreinigte die Farbe der verunreinigenden Zuflüsse, so dass es beispielsweise durch die eingeleiteten Schlachthofabwässer eine blutrothe, durch die Abgänge von Färbereien eine der Farbe dieser Abwässer entsprechende Färbung annimmt. Meist wird jedoch die Färbung des Hafenwassers weniger durch gelöste als vielmehr durch aufgeschwemmte Bestandtheile bedingt, und nimmt dasselbe in Folge der unreinen Zuflüsse eine schwärzlich graue, schmutzig bräunliche, schmutzig graue bzw. grauweisse Farbe an, ähnlich derjenigen, wie sie die städtischen Abwässer gewöhnlich besitzen. Zum Unterschiede von dem klaren Wasser in den reineren äusseren Hafenabschnitten, welches selbst bei Tiefen von mehreren Metern den Grund noch deutlich erkennen lässt, erscheint das Wasser in den verunreinigten Abschnitten durch die aufgeschwemmten Bestandtheile mehr oder weniger getrübt, so dass oft selbst an Stellen von ganz geringer Tiefe der Grund nicht mehr zu sehen ist, und untergetauchte Gegenstände zuweilen schon wenige Decimeter unter dem Wasserspiegel nicht mehr zu erkennen sind. Um für diese in ihrer Stärke grösseren Schwankungen unterliegende Trübung einen objectiven, einfachen und zugleich thunlichst genauen Ausdruck zu haben, wurde eine weisse Porzellanplatte von 13^{cm} Seitenlänge soweit untergetaucht, bis sie dem Auge entschwand. Während vom Boote aus bei etwa 1^m Augenhöhe über dem Wasserspiegel die weisse Platte im reinen Wasser des Aussenhafens erst in 4 bis 5^m Tiefe nicht mehr zu erkennen war, verminderte sich die Entfernung in dem verunreinigten des Handelshafens zuweilen bis auf wenige Decimeter und bei der Annäherung an die Sielauslässe sogar bis auf wenige Centimeter.

Die Durchsichtigkeit des Wassers im Kieler Hafen ist bereits im Jahre 1887 von dem Capitain zur See Aschenborn (17) untersucht und mit derjenigen auf der Rhede von Eckernförde sowie in der Kieler Bucht, 3 bis 4^{km} vor der Kieler Aussenförde, verglichen worden. Eine dazu benützte 2^m breite, runde, weiss gemalte Scheibe wurde (vom Schiff aus bei 6^m Augenhöhe über dem Wasserspiegel) im Kieler Kriegshafen an einer 13^m tiefen Stelle an 4 Tagen bis auf 3,5 bzw. 4,5^m, in der Kieler Bucht an einer 26^m tiefen Stelle bis auf 16^m, auf der Eckerförder Rhede an

einer 17^m tiefen Stelle bis auf 11^m Tiefe gesehen. Es erwies sich demnach schon im Jahre 1887 das Wasser im Kieler Kriegshafen etwa 4 Mal so trübe als vor der Kieler Förhrde und fast 3 Mal so trübe als dasjenige in dem inneren Abschnitt der Eckernförder Bucht.

Bei der Trübung des Hafenwassers darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass namentlich an den nicht befestigten, bezw. an den sehr flach verlaufenden Uferpartieen bei stärkerem Wellenschlage von dem Erdreich, bezw. den daselbst abgelagerten Massen Theilchen losgelöst werden, und dadurch eine, selten jedoch mehr als 10^m weit in den Hafen sich erstreckende Zone stärker getrübtens Wassers entsteht.

In dem verunreinigten Wasser finden sich abgesehen von den feineren, die Trübung bedingenden Theilchen nun noch allerlei grössere schwimmende Gegenstände, an deren Vorkommen bei der Besichtigung zu achten ist, da sie auf die stattgehabte Verunreinigung direct hinweisen, wie Fäkalien, Thierkadaver, Gemüse-, Obst- und Küchenabfälle, Speisereste, Wisch-, Putz- und Verpackungsmaterialien u. s. w. u. s. w.

Die Oberfläche des unreinen Hafenwassers zeigt häufig in grösserer Ausdehnung einen dünnen, manchmal in den verschiedensten Farben schillernden Ueberzug, der z. Th. auf das von den Schiffen benützte Heiz- und Schmieröl, z. Th. aber auf fettige, ölige bezw. seifige Bestandtheile der Sielwässer zurückzuführen ist. Durch Einlagerung von Asche, Kohlen-, Holz-, Sand-, Stein-, Mehl-, Getreide- und ähnlichen Staub, der bei den Lösch- bezw. Ladearbeiten gebildet wird, tritt dieser Ueberzug meist noch mehr hervor, und steigert sich die widerliche Beschaffenheit desselben. Die Untersuchung der Trübung mittels der weissen Platte erfährt durch diesen an die „Sielhaut“ erinnernden Ueberzug keine nennenswerthe Beeinträchtigung, da derselbe beim Eintauchen der Platten meist in grösserem Umfange zerstört und bei Seite gedrängt wird.

Die Feststellung des von dem verunreinigten Hafenwasser ausgehenden üblen, jauchartigen Geruchs, bei welchem meist ein Geruch nach Schwefelwasserstoff überwiegt, stösst nach 2 Richtungen auf Schwierigkeiten. Einmal erfährt das Geruchsorgan schon nach kurzem Aufenthalt in der Nähe des verunreinigten Wassers eine starke Herabsetzung seiner Empfindlichkeit, und dann ist es für manche Menschen nicht möglich, den üblen Geruch, wie er von dem durch die Sielwässer und andere Schmutzstoffe verunreinigten Hafenwasser ausgeht, von demjenigen mit Sicherheit zu unterscheiden, der auf faulendes Seegras, Tang und ähnliche Meerespflanzen zurückzuführen ist. Wo das Wasser wenig verunreinigt erscheint, schützen die gewöhnlich an dem Ufer anzutreffenden Pflanzenreste vor einer derartigen Verwechslung, dagegen ist es

an manchen Stellen, wie beispielsweise an der Einmündung der Siele 14, 15 und 16, woselbst häufig am Ufer solche faulenden Meerespflanzen angetroffen werden, nicht möglich zu sagen, wie viel von dem üblen Geruch auf das durch die Siele verunreinigte Hafenwasser bzw. die Schlammablagerungen aus denselben und wie viel andererseits auf die faulenden Pflanzentheile zu beziehen ist. Bei dem „kleinen Kiel“ spielt der sogenannte Meerlattich, *Ulva lactuca* L, eine erst seit einigen Jahren daselbst in grosser Menge wuchernde Alge aus der Ordnung der Conferaceen, eine ähnliche Rolle, indem von der am Grunde festgewachsenen Pflanze, namentlich in der wärmeren Jahreszeit, Theile losgelöst werden, die alsdann in mehr oder weniger dicker Lage die Wasseroberfläche bedecken. Sobald diese durch die Winde gegen die Ufer getrieben und bei sinkendem Wasser an der Uferböschung zur Ablagerung kommen, beginnen sie alsbald zu faulen und in erheblichem Maasse die Luft weithin zu verpesteten.

In den verunreinigten Hafenabschnitten weist schon das Aufsteigen von Gasblasen in dem Wasser auf die Entbindung übelriechender Gase hin. Die üblen Gerüche gehen wohl zumeist von den in dem verunreinigten Wasser abgelagerten Schlammmassen aus, in denen namentlich in der wärmeren Jahreszeit lebhaftes Fäulnisvorgänge stattfinden. Häufig werden mit den aufsteigenden Gasblasen mehr oder minder grosse Brocken und Fetzen von schwärzlichen, lockeren Schlammmassen mitgerissen.

Natürlich bilden die an den Ufern abgesetzten Schlammmassen gerade bei niedrigem Wasserstande, wenn ihre Oberfläche frei zu Tage tritt, in besonders hohem Maasse die Quellen übler Ausdünstungen; es empfiehlt sich daher bei der Besichtigung auf das Vorhandensein und die Ausdehnung solcher Abscheidungen zu achten. Dieselben machen sich meist schon dadurch bemerkbar, dass ihre Oberfläche von *Beggiatoa*-wucherungen besetzt ist. An Stelle des reinen, unbewachsenen oder mit den verschiedensten chlorophyllhaltigen Meerespflanzen bedeckten Bodens erscheint derselbe alsdann schwärzlich und mit *Beggiatoa*-wucherungen in der Form „schafpelartiger“ Auflagerungen in mehr oder minder grosser Ausdehnung bedeckt. Im verunreinigten Hafenwasser erweisen sich ausser dem Grunde aber auch alle anderen vom Wasser bespülten Theile: die Ufermauern, das Bollwerk, die Brückenpfähle, die Festmachetonnen und Pfähle, der Boden der Schiffe und Boote, das Ankergeschirr, Tauwerk u. s. w. u. s. w., mit *Beggiatoa*-wucherungen, meist in der Form langer, schmutzig grauer, flottirender Fäden besetzt, während in dem reineren Wasser die *Beggiatoa* regelmässig vermisst wird.

Mit der Untersuchung an Ort und Stelle werden zweckmässig Beobachtungen über die Wassertiefe und Wassertemperatur, über den Pegelstand, die Richtung und Stärke der Strömungen, die Wellenbildung u. s. w. verbunden und darüber, so wie über die Witterung, Lufttemperatur, Bewölkung, Niederschläge, Richtung und Stärke des Windes, Aufzeichnungen gemacht. Für diejenigen Hafenuntersuchungen, bei welchen derartige Beobachtungen nicht, oder wenigstens nicht in der angedeuteten Vollständigkeit gemacht waren, wurden die vom hiesigen Hafenamt 3 Mal täglich Morgens 6 Uhr, Mittags 12 Uhr und Abends 6 Uhr ausgeführten Ablesungen der Wassertemperatur, des Hafenpegels bezw. die gleichzeitig gemachten meteorologischen Aufzeichnungen und ausserdem die meteorologischen Beobachtungen des hiesigen Instituts für atmosphärische Physik benutzt.

B. Die Entnahme von Proben aus dem Hafen und deren Untersuchung im Laboratorium.

a) Die Entnahme der Proben.

Die Untersuchung der Wasserproben zerfiel in der Regel in eine physikalische, chemische und bakteriologische. Gewöhnlich wurde die Hafenbesichtigung in den Vormittagsstunden ausgeführt, und fand daher auch die Entnahme der Proben in der Zeit von 9 bis 12 Uhr statt. Soweit die Proben mit einander verglichen werden sollten, wurden sie so rasch als möglich nach einander, bei Entnahme aus der Tiefe thunlichst an derselben Stelle wie die Oberflächenprobe, und zwar meist in 3^m Tiefe entnommen. Je nach der Ausdehnung der Untersuchung schwankte die zu den einzelnen Proben verwandte Menge zwischen 2 Litern und $\frac{1}{4}$ Liter. Für die bakteriologische Untersuchung wurden stets besondere, sterilisirte und mit Wattestopfen verschlossene Gefässe, anfangs Reagensgläser, später Medicinflaschen von 500^{cem} Inhalt verwandt. Die Entnahme aus der Tiefe erfolgte für die bakteriologischen Proben mit Hülfe des von mir angegebenen Tiefwasserschöpfapparates (2, 9), von welchem 4 Exemplare mit einem Fassungsvermögen von je 200^{cem} Verwendung fanden. Zur Entnahme der Proben für die physikalisch-chemische Untersuchung wurden die betreffenden, durch Bleigewichte beschwerten, leeren Flaschen durch ein übergestreiftes, an dem einen Ende zugebundenes Stück Gummischlauch verschlossen bis zur gewünschten Tiefe in das Wasser gelassen, und dann mit Hülfe einer Schnur das den Verschluss bewirkende Schlauchstück abgezogen.

Zu den ersten Versuchen, welche nicht nur dazu bestimmt waren die Veränderungen kennen zu lernen, welche das Hafenwasser durch das ein-

geleitete Sielwasser erfährt, sondern auch über die zweckmässigste Methode der Untersuchung Auskunft geben sollten, wurden die Proben so rasch als möglich in verschiedenen Abständen von der Mündung eines grösseren Sieles, theils in der Richtung der Strömung, theils senkrecht zu derselben und zwar sowohl von der Oberfläche als auch aus der Tiefe entnommen, wie das aus den Tab. IV., V. und VI., S. 44 und 45, ersichtlich ist. Es wurden hierzu, sowie zu einem erst im Februar d. J. ausgeführten ähnlichen Versuche (Vergl. die Tabelle VII., S. 46), die in den geräumigeren Kriegshafen einmündenden Siele 16, 17 und 18 benützt, weil sie weiter von einander abstehen, die durch die Schmutzwässer hervorgerufene, 30 bis 50^m im Umkreis reichende, grobsinnliche Verunreinigung des Hafenwassers sich daher von dem reineren Wasser in der Umgebung deutlicher abhob, und weil hier in Folge der erwähnten am Hafengrund befestigten Holzcanäle das Sielwasser erst in einiger Entfernung vom Ufer und zugleich unterhalb des Wasserspiegels austrat.

Tabelle IV.

Vergleich des Sielinhaltes vom Siel 16 mit dem Hafenwasser an der Einmündung des Siels sowie in verschiedenen Abständen davon.

(16. Mai 1892.)

Entnahmestelle	Siel 16, ca. 150 ^m vor der Mün- dung	Im Hafen an d. Mün- dung des Siels	Im Hafen 10 ^m östlich von d. Siel- mündung	Im Hafen, etwa 600 ^m östlich von der Siel- mündung an der Ober- fläche	in 3 ^m Tiefe
Specifisches Gewicht . . .	7	73	109	116	117
Suspendirte Theile mg i. L.	628	325	53	43	—
Trockenrückstand mg i. L. getrocknet bei 110° C. . .	1113	10 990	17 668	17 420	—
„ „ 140° C. . .	—	—	16 400	16 950	—
Chlor mg i. L.	149	5264	7980	8670	8670
Gesamtstickstoff n. Kjeldahl, als NH ₃ berechnet, mg i. L.	164	—	6.4	0.9	—
Ammoniak mg i. L.	28	16	0.2	Spur	Spur
Salpetrige Säure	0	0	0	0	0
Salpetersäure	0	0	0	0	0
Permanganatverbrauch mg pro L.	693	437	114	59.2	59.5
Gesamthärte (Deutsche Grade)	12.3	22.1	27.4	27.2	28.9
Keimgehalt (Zahl der Keime i. cem)	2 550 000	850 000	33 2000	2970	—

Tabelle V. Das Hafenwasser in verschiedenen Abständen von der Einmündung des Siels Nr. 16 an der Oberfläche sowie in der Tiefe (8. August 1892).

Oestlich von der Einmündungsstelle. Abstand =	0 Meter	2 Meter	6 Meter	15 Meter	25 Meter	Nördlich v. d. Einmündungsstelle in 20 ^m Abstand	
	Oberfläche	Oberfläche 1 ^m Tiefe	Oberfl. 1 ^m Tiefe	Oberfl. $\frac{3}{4}$ m Tiefe	Oberfl. $\frac{5}{4}$ m Tiefe	Oberfl. 1 ^m Tiefe	1 ^m Tiefe
Specificsches Gewicht . . {	74	107	105	100	111	111	94
Chlor mg i. L. . . . {	5364	7385	7885	7880	114	8229	8000
Suspendirte Theile mg i. L. {	290	103	50	83		75	8980
Ammoniak mg i. L. . . {	44.4	5.5	5.0	0.6		0.4	6.5
Permanganatverbrauch mg pro L. . . . {	332	153	136	141		99	109
Zahl der Keime im cem {	2 200 000	570 000	240 000	380 000	53	84 000	190 000
			4000	33 000		17 000	10 000

Tabelle VI. Das Hafenwasser in verschiedenen Abständen von der Einmündung des Siels Nr. 17 an der Oberfläche sowie in der Tiefe (4. Juli 1892).

Nordöstlich von der Einmündungsstelle. Abstand =	0 Meter	1 Meter	3 Meter	6 Meter	10 Meter		
	Oberfläche	Oberfläche $\frac{1}{2}$ m Tiefe	Oberfläche 1 ^m Tiefe	Oberfläche 1 ^m Tiefe	Oberfläche $\frac{9}{4}$ m Tiefe	Oberfläche 1 ^m Tiefe	1 ^m Tiefe
Specificsches Gewicht . . {	82	104	106	103	110	110	112
Chlor mg i. L. . . . {	6105	7462	7700	8025	8250	8700	8625
Suspendirte Theile mg. i. L. {	115	85	55	0.8	59	Spur	Spur
Ammonik mg i. L. . . . {	3.9	1.1	0.9		2.5	Spur	Spur
Permanganatverbrauch mg pro L. . . . {	205	149	123	127	92	89	85
		109	91				

Tabelle VII. Das Hafenwasser in verschiedenen Abständen von der Einnündung des Sieles Nr. 18 an der Oberfläche sowie in verschiedenen Tiefen (15. Februar 1896, Mittags).

Frostwetter, Lufttemp. 0 bis -2°C , mässiger Ostwind, am Nachmittag des 14. Februar etwas Schnee. Wasserstand $+50\text{ cm}$, schwache einlaufende Strömung (2 bis 4 m i. d. Minute), ziemlich starker Seegang, Wassertemp. $= +2^{\circ}\text{C}$.

Abstand der Entnahmestelle in südöstlicher Richtung von der Einnündung des Sieles		0 Meter	2 Meter	5 Meter	9 Meter	20 Meter	40 Meter	70 Meter	150 Meter
Die untergezeichnete weisse Scheibe verschwindet in der Tiefe von		—	10 cm	in 90 cm bis zum Grund 60 cm sichtbar		30 cm	125 cm	250 cm	360 cm
Proben von der Oberfläche		—	87	112	113	104	118	125	126
Spezifisches Gewicht		—	6100	7200	7300	7500	8650	8700	8900
Chlor mg i. L.		—	193	83	67	47	24	10	7
Suspendirte Theile mg i. L. . . .		—	193	97	125	121	104	86	72
Permanganatverbrauch mg pro L.		—	viel	zieml. viel	zieml. viel	viel	etwas	Spur	Spur
Ammoniak		—	500 000	200 000	200 000	500 000	132 000	26 000	8350
Zahl der Keime im cem		—	—	—	119	122	123	123	124
Proben aus 1 ^m Tiefe		—	—	—	8700	8300	8600	8700	9200
Spezifisches Gewicht		—	—	—	48	21	55	12	5
Chlor mg i. L.		—	—	—	77	79	72	69	72
Suspendirte Theile mg i. L. . . .		—	—	—	0	0	0	0	0
Permanganatverbrauch mg pro L.		—	—	—	46 000	116 000	40 000	14 600	4100
Ammoniak		—	—	—	—	—	—	—	—
Zahl der Keime im cem		—	—	—	—	—	—	—	—
Proben aus 2·5 ^m Tiefe		—	—	—	—	—	—	—	—
Spezifisches Gewicht		—	—	—	—	—	127	125	127
Chlor mg i. L.		—	—	—	—	—	8400	8500	9200
Suspendirte Theile mg i. L. . . .		—	—	—	—	—	77	25	4
Permanganatverbrauch mg pro L.		—	—	—	—	—	77	72	69
Ammoniak		—	—	—	—	—	0	0	0
Zahl der Keime im cem		—	—	—	—	—	4600	2600	3700

Tabelle VIII.

Vergleich des Wassers im kleinen Kiel und Bootshafen mit demjenigen im Handels- und Kriegshafen (27. Mai 1892).

Entnahmestelle	Kleiner Kiel (Mitte)	Bootshafen (Mitte)	Handelshafen			Kriegshafen	
			westl. Ufer beim Eingang in den Bootshafen zwi- schen Siel 8 u. 7	Mitte bei B gegenüber von Siel 6		Mitte bei E gegenüber von Siel 19	
				Ober- fläche	in 7·5 m Tiefe	Ober- fläche	in 7·5 m Tiefe
Specifisches Gewicht . .	107	114	118	123	—	116	116
Chlor mg i. L.	9300	9450	9300	9450	9425	9375	9375
Gesammtstickstoff n. Kjeldahl, als Ammoniak berechnet, mg i. L. . . .	0·34	0·45	0·34	0·23	—	0·57	—
Ammoniak	0	Spur	0	0	0	0	0
Permanganatverbrauch mg i. L.	182	148	184	104	113	107	103
Zahl der Keime im cem .	26 500	36 000	210 000	23 000	—	5600	—

b) Die physikalische Untersuchung.

Die physikalische Untersuchung bestand abgesehen von einer Controle der Farbe, Trübung und des Geruches im wesentlichen in einer Bestimmung des specifischen Gewichtes der auf 15° C. gebrachten Wasserprobe mittels der Westphal'schen Wage. Diese Bestimmung, die in einfacher Weise auszuführen ist, liefert für die Beurtheilung der Verunreinigung höchst werthvolle Anhaltspunkte, vorausgesetzt, dass, wie das bei unseren Untersuchungen fast regelmässig geschah, stets auch aus weniger verunreinigten Hafenabschnitten bezw. aus der Tiefe Proben zur Untersuchung gelangten. Wie bei den unter Wasser ausmündenden Sielen direct zu beobachten war und auch aus den für das specifische Gewicht ermittelten Werthen, namentlich der Tab. IV, V, VI und VII deutlich zu ersehen ist, steigt das leichtere Sielwasser sofort an die Oberfläche des specifisch schwereren Hafenwassers, bezw. breitet es sich hier zunächst aus, und findet erst in einiger Entfernung von der

Eintrittsstelle der Schmutzwässer die Vermischung mit den tieferen Wasserschichten statt. In der Nähe der Eintrittsstellen der Siele ist das specifische Gewicht des Wassers an der Oberfläche ein niedriges, erst mit der Entfernung von denselben nähert es sich mehr und mehr demjenigen des reinen Hafenwassers, während in nächster Nähe der Einmündung der Siele das Wasser in der Tiefe von 1 bis 3^m ein mit dem reinen Hafenwasser fast völlig übereinstimmendes specifisches Gewicht aufweist. (Vergleiche die Tab. V, VI und namentlich VII, sowie ausserdem die Tabelle XVIII und die Fig. 7.)

Da, wie bereits erwähnt, der Salzgehalt der Ostsee fortwährenden Schwankungen unterliegt, so reicht die Bestimmung des specifischen Gewichtes bei der zu untersuchenden Probe allein zur Beurtheilung der Verunreinigung nicht aus, es muss vielmehr zum Vergleich jedesmal an einer Probe aus den reineren Hafenabschnitten bzw. aus dem weniger verunreinigten Wasser der Tiefe das specifische Gewicht bestimmt werden. Bleibt dasselbe in der auf Verunreinigung zu untersuchenden Probe hinter demjenigen der reineren Probe bzw. hinter demjenigen einer aus der Tiefe von 1 bis 3^m entnommenen Probe beträchtlich zurück, so weist dies auf eine Beimengung von Süsswasser, und falls die Beimengung von Regen-, Quell- bzw. Bach- und Flusswasser oder sonstigem reineren Wasser ausgeschlossen werden kann, auf eine Beimengung von Schmutzwasser hin. Das specifische Gewicht der Oberflächenprobe wird natürlich um so mehr zurückbleiben, je grösser die Menge der verunreinigenden Schmutzwässer ist.

c) Die chemische Untersuchung.

Bei dem Flusswasser erfährt in der Regel durch den Zutritt von Schmutzwasser sowohl die Menge der suspendirten als auch diejenige der gelösten Bestandtheile eine Zunahme, und giebt die Grösse dieser Zunahme zugleich einen Maassstab für die Grösse der stattgehabten Verunreinigung. Dagegen nehmen beim Meerwasser wohl die suspendirten Bestandtheile zu, die gelösten aber sogar ab, da im allgemeinen die Schmutzwässer ja einen weit geringeren Gehalt an gelösten Bestandtheilen besitzen als das Meerwasser. Nur wo, wie beispielsweise bei den Schiffen, das Hafenwasser selbst zu Reinigungsarbeiten verwandt wird, werden die Schmutzwässer mehr gelöste Stoffe enthalten. Wäre der Salzgehalt des Meeres ein constanter, so könnte auf die Menge der beigemengten Schmutzwässer aus der mehr oder minder grossen Abnahme des Trockenrückstandes ein Rückschluss gemacht werden. Der Salzgehalt des nicht verunreinigten Hafenwassers ist aber, wie bereits mehrfach erwähnt, ein

fortwährend wechselnder, und ausserdem stösst die Feststellung des Trockenrückstandes beim Hafenwasser wegen der grossen Menge des Krystallwassers, welches die Meeressalze erst bei Anwendung höherer Temperaturen (140° und darüber) abgeben, auf Schwierigkeiten. Die Trockenrückstandsbestimmung beim Hafenwasser ist nicht nur mühsam und zeitraubend, sie liefert auch sehr unsichere Werthe. Vergleicht man auf der Tabelle IV den nach dem Trocknen bei 110° erhaltenen Rückstand, so ist derselbe in 10^m Entfernung von der Sielmündung höher als in 600^m , nach dem Trocknen bei 140° verhält er sich aber gerade umgekehrt. Die Trockenrückstandsbestimmung lässt sich für die Beurtheilung der Verunreinigung nur dann einigermassen verwerthen, wenn gleichzeitig die Bestimmung an reinem Hafenwasser zum Vergleich ausgeführt wird. Dann sagt sie uns aber nicht mehr, als was wir durch die Ermittlung des specifischen Gewichts und auch durch die Chlorbestimmung in weit einfacherer Weise feststellen können, nämlich, dass eine mehr oder minder grosse Menge Süsswasser dem Hafenwasser beigemengt ist.

Die Trockenrückstandsbestimmung lässt sich beim Meerwasser auch nicht für die Bestimmung der organischen Substanzen aus dem Glühverlust verwerthen. Denn findet schon bei dem zur Vertreibung des Krystallwassers nöthigen stärkeren Erhitzen neben einer Zersetzung anorganischer Verbindungen auch ein Verlust organischer Stoffe statt, so bewirkt das Glühen des Rückstandes auch eine Verflüchtigung anorganischer Stoffe, so dass der Glühverlust nur sehr ungenaue Werthe für die Menge der organischen Substanzen liefert. Dementsprechend haben sich denn auch die bei dem Kieler und Flensburger Hafenwasser mehrfach ausgeführten Glühverlustbestimmungen als völlig unbrauchbar für die Beurtheilung der Verunreinigung erwiesen, so dass sie Aufnahme in die Tabellen über die Versuchsergebnisse gar nicht gefunden haben, während einige Trockenrückstandsbestimmungen mitgetheilt worden sind, welche die mehr oder minder starke Beimischung von Süsswasser, d. i. Schmutzwasser, bei einigen Proben deutlich erkennen lassen.

Bei Schmutzwässern wird zuweilen zur Ermittlung der suspendirten Bestandtheile so verfahren, dass man von einer gleichgrossen filtrirten und unfiltrirten Probe den Trockenrückstand bestimmt und aus der Differenz die Menge der suspendirten Theile erhält. Bei den schwankenden, unsicheren Werthen, welche die Trockenrückstandsbestimmung des Meerwassers liefert, empfiehlt sich zur Ermittlung der suspendirten Bestandtheile beim Hafenwasser ein derartiges Verfahren natürlich nicht, es wurden die suspendirten Theile daher in der Regel in der Weise bestimmt, dass mindestens 500 cm^3 des Wassers auf ein bei 100°C. getrocknetes und gewogenes Filter gebracht, und nach gründlichem Auswaschen und Trocknen (bei 100°) die Gewichts-

zunahme festgestellt wurde. Die in der Nähe der Sielmündungen angestellten Bestimmungen der suspendirten Theile lassen nun deutlich erkennen, wie mit der Entfernung von der Eintrittsstelle der Sielwässer eine verhältnissmässig rasche Verminderung der aufgeschwemmten Theile wahrgenommen wird, so dass bspw. ihre Menge schon in 10^m Abstand von 325^{mg} auf 53 (Tab. IV) bzw. von 115^{mg} auf 59 (Tab. VI), in 25^m Abstand von 290^{mg} auf 75^{mg} i. L. (Tab. V) herabgeht. Noch schöner tritt die mit der Entfernung von der Eintrittsstelle der Sielwässer einhergehende Verminderung der suspendirten Theile in der Tabelle VII hervor, wo in den von der Oberfläche geschöpften Proben auf einer Strecke von 150^m eine ziemlich gleichmässige Verminderung der suspendirten Theile von 193^{mg} i. L. bis auf 7^{mg} beobachtet wurde. Interessant ist hier auch das Verhalten der suspendirten Theile in der Tiefe. Leider war die Wassertiefe in der nächsten Nähe des Eintritts der Schmutzwässer eine so geringe, dass erst in einem Abstände von 9^m aus 1^m Tiefe und erst bei 40^m Entfernung aus 2½^m Tiefe Proben entnommen werden konnten. Während nun bei 9 und 20^m Abstand in 1^m Tiefe weniger aufgeschwemmte Theile nachgewiesen wurden als an der Oberfläche, zeigten bei 40 und 70^m Abstand die Tiefenproben mehr davon, und wurde hier sogar eine Zunahme von oben nach unten wahrgenommen. Es wurden gefunden:

an der Oberfläche in	2,	5,	9,	20,	40,	70,	150 ^m	suspendirte Theile i. L.
	193,	83,	67,	47,	24,	10,	7 ^{mg}	
in 1 ^m Tiefe			48,	21,	55,	12,	5 ^{mg}	
in 2½ ^m Tiefe					77,	25,	4 ^{mg}	

Es weist dies darauf hin, dass die mit der Entfernung von der Sielmündung regelmässig beobachtete Abnahme der suspendirten Theile nicht ausschliesslich auf die allmählich eintretende Vermischung der Schmutzwässer mit dem Hafenwasser zu beziehen ist, sondern dass eine Sedimentirung der aufgeschwemmten Theile stattfindet. Im vorliegenden Falle hatte ein Theil derselben schon in 40 bis 70^m Entfernung von der Eintrittsstelle den Grund nahezu erreicht. Dass ein Zubodensinken der aufgeschwemmten Theile in nächster Nähe der Sielwässer stattfindet, darauf weisen ja schon die vor jedem Auslass zu beobachtenden, mehr oder minder ausgedehnten Schlammflächen hin. Dass aber auch bei der immerhin nicht unbedeutenden Strömungsgeschwindigkeit von 2 bis 4^m in der Minute, wie sie in diesem Falle an dem Hafenwasser beobachtet war, in dem Wasser mit einem specifischen Gewicht von etwa 1.0123, entsprechend einem Salzgehalte von 1.6 ‰, dieses Absinken so rasch erfolgt, musste auf den ersten Blick befremden. Indess aus den interessanten Beobachtungen und Unter-

suchungen von Professor Wm. H. Brewer wissen wir, dass dem Meerwasser in ausserordentlichem Masse die Fähigkeit zukommt, feinste aufgeschwemmte erdige Theile zur Abscheidung zu bringen (18). Nach Brewer scheidet das Seewasser alle ihm beigemengte Trübung in 30 Minuten vollständiger ab als Süßwasser in 30 Monaten. Diese reinigende Thätigkeit des Seewassers hängt von seinem Salzgehalt ab, ohne der Salzmenge einfach proportional zu sein, und wird durch höhere Temperaturen, und zwar auch schon durch verhältnissmässig niedrige Wärmegrade, beschleunigt. Krümmel konnte bei einigen mit dem Wasser des Kieler Hafens angestellten Versuchen diese die Abscheidung feinsten erdiger Theile beschleunigende Wirkung des Seewassers bestätigen (18.77). Auch wir konnten bei einer grossen Anzahl von Versuchen die hervorragende klärende Wirkung des Meerwassers gegenüber feinsten thonigen bezw. erdigen Trübungen beobachten. Zu den Versuchen wurde in der Regel neben einander Wasser aus der Nordsee, aus dem Kieler Hafen und zur Controle aus der Kieler städtischen Leitung verwandt. Auf diese in hohen cylindrischen Gläsern befindlichen Wasserproben wurden von einer mindestens 1 Stunde vorher angefertigten Bodenaufschwemmung, die selbst nach achttägigem Stehen noch nicht klar wurde, gleich grosse Mengen vorsichtig aufgegossen, und von je zwei gleichen Proben die eine durchgeschüttelt, die andere ruhig stehen gelassen. Bei mehrfacher Wiederholung dieses Versuches war das Ergebniss stets das gleiche: An den durchgeschüttelten Meerwasserproben war oft schon nach 10 bis 15 Minuten eine deutliche Klärung zu bemerken, indem es zu einem Zusammenballen der feinsten schwebenden Theile kam, und die dadurch entstandenen größeren Flocken mit einer Geschwindigkeit von 1^{cm} und mehr in der Minute dem Boden zustrebten. Im Nordseewasser ging diese Klärung regelmässig rascher von statten als im Wasser des Kieler Hafens. Nach einigen Stunden war dann jedesmal das Nordseewasser bedeutend klarer und auf dem Boden ein stärkerer und zugleich dichter Bodensatz vorhanden als in der Hafenwasserprobe, in 24 Stunden aber erwiesen sich sowohl das Nordseewasser als auch das Hafenwasser wieder völlig klar, während die Leitungswasserprobe nur wenig verändert erschien. Bei den nicht durchgeschüttelten Proben hatte die aufgebrachte Bodenaufschwemmung im Leitungswasser schon nach wenigen Minuten eine bis zum Boden des Gefässes reichende Trübung hervorgerufen, während sich beim Nordseewasser die Trübung nur auf die obersten Schichten, beim Hafenwasser aber etwa bis zur halben Tiefe erstreckte. Während aber weiterhin die Leitungsprobe stundenlang nahezu unverändert erschien, war bei den Seewasserproben inzwischen eine bedeutende Aufhellung der immer auf die obersten

Schichten beschränkt bleibenden Trübung wahrzunehmen, und wurde im Nordseewasser bereits ein stärkerer, im Hafenwasser ein etwas geringerer Bodensatz beobachtet. Schon wenige Minuten nach dem vorsichtigen Ueberschichten mit der Bodenaufschwemmung konnte man wahrnehmen, wie sich im Nordseewasser aus der Trübung gröbere Flocken bildeten, die mit auffallender Geschwindigkeit die darunter befindliche klare und auch weiterhin klar bleibende Flüssigkeit durchheilten und dem Boden zustrebten. Das Hafenwasser verhielt sich ähnlich, nur erfolgte das Absinken langsamer und anscheinend in weniger dichten Flocken. Nimmt man kleinere Flüssigkeitsschichten und entsprechend weniger von der Bodenaufschwemmung, stellt man, wie dies Krümmel gethan hat, den Versuch im Reagensglas an, so lässt sich die klärende Wirkung des Meerwassers bereits innerhalb einer halben Stunde demonstrieren, so dass sich ein derartiger Versuch gut zum Vorlesungsexperiment eignet. Auch gegenüber einer dem Siel 19 entstammenden Canalwasserprobe mit starkem erdigen Bodensatz (Tab. III, Nr. 2), welche nach gründlichem Durchschütteln genau so wie die Bodenaufschwemmung verwendet wurde, liessen das Nordsee- und das Hafenwasser eine klärende Wirkung nicht vermissen, indem es hier viel rascher zur Bildung eines stärkeren Bodensatzes kam als beim Leitungswasser, indess blieb hier die Flüssigkeit dauernd, wenn auch schwach, getrübt. Dagegen war gegenüber einer Probe der Schlachthofwässer sowohl beim Nordsee- als beim Hafenwasser eine die Klärung begünstigende Wirkung nicht wahrzunehmen. Es scheint hiernach die klärende Wirkung des Meerwassers sich hauptsächlich gegenüber erdigen und thonigen Theilchen, weniger dagegen gegenüber organischen bezw. organisirten Theilchen (lebenden Bakterien und anderen Mikroorganismen) bemerkbar zu machen, was für die Vorgänge der Selbstreinigung im Hafen gewiss nicht ohne Bedeutung sein dürfte, indem die nicht, bezw. in geringerem Maasse, der klärenden Wirkung unterliegenden Mikroorganismen der Schmutzwässer vorwiegend in den oberen Wasserschichten verweilen, wo sie der bakterienvernichtenden Wirkung des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes leichter anheimfallen können. Es mag übrigens noch erwähnt sein, dass bei einigen Versuchen, bei welchen in der zuerst beschriebenen Weise die klärende Wirkung des Meerwassers aus der Nordsee und aus dem Kieler Hafen gegenüber der Bodenaufschwemmung geprüft wurde, zum Vergleich auch Lösungen von Kochsalz, Chlormagnesium, Magnesiumsulphat, Seesalz u. s. w. verwandt wurden, wobei, als Lösungen von demselben specifischen Gewichte wie beim Nordseewasser benutzt wurden, die Chlormagnesium- und Bittersalzlösung zum Unterschiede von der Kochsalz- und auffallender Weise auch von der Seesalzlösung eine erhebliche, fast dem Nordseewasser gleichkommende klärende Wirkung erkennen

liessen. Es steht dies im Einklang mit den Beobachtungen von Bodländer (19), der bei Chlormagnesium ebenfalls einer Kaolinsuspension gegenüber eine beträchtliche Klärwirkung beobachtet hat, und, nachdem er auf Grund seiner Versuche sowohl einen chemischen Vorgang als auch eine mechanische Ursache des Zustandekommens der Klärwirkung ausschliessen musste, dieselbe mit der elektrolytischen Leitfähigkeit der die Klärung begünstigenden Körper in Zusammenhang bringt.

Für die Beurtheilung der Verunreinigung des Hafenwassers wäre es gewiss von Bedeutung, wenn man die Menge der gelösten organischen Bestandtheile im Wasser erfahren könnte. Wie wir bereits gesehen haben, eignet sich die Bestimmung des Glühverlustes wenig hierzu. Auch die Bestimmung des Gesamtstickstoffes nach der Methode von Kjeldahl, die einige Male versuchsweise ausgeführt wurde, stellte beim verunreinigten Hafenwasser keine brauchbaren Anhaltspunkte für die Abschätzung der Menge der vorhandenen organischen Substanzen in Aussicht. Denn, wie die Tabelle IV zeigt, vermindert sich der N-Gehalt, der in dem Sielwasser nicht unbedeutend sein kann, mit der Entfernung von der Sielmündung rasch, und wurden an verschiedenen Stellen des Handelshafens, obwohl das Wasser einen unreinen Eindruck machte, und auch die weitere Untersuchung über die Verunreinigung gar keinen Zweifel liess, so niedrige Werthe für den Gesamtstickstoff erhalten (Tab. VIII), dass mit diesem übrigens ziemlich umständlichen und zeitraubenden Verfahren bei der Untersuchung der Seehäfen kaum viel anzufangen sein dürfte.

Aber auch die zur Beurtheilung der Menge der organischen Substanzen im Wasser allgemein angewandte Kubel'sche Methode, durch welche bekanntlich bestimmt wird, wieviel Kaliumpermanganat durch die organischen Stoffe in einem abgemessenen Volumen mit Schwefelsäure angesäuerten Wassers bei 10 Minuten langem Sieden reducirt werden, liefert beim Meerwasser keine brauchbaren Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Menge der organischen Substanzen. Es kommt hierbei nicht nur zu einer Oxydation der organischen Substanzen, sondern auch zu einer Zersetzung der Chloride, und wird ein Theil des Permanganates auch von den Zersetzungsproducten der Salze zerstört, so dass mit der Kubel'schen Methode im Hafenwasser regelmässig ein weit höherer Permanganatverbrauch gefunden wurde, als den organischen Stoffen entsprach. Selbst in dem reinsten Hafenwasser wurde in Folge dessen stets bei der Kubel'schen Methode ein recht beträchtlicher Permanganatverbrauch beobachtet, insofern derselbe nur selten unter 50^{mg} pro Liter herabging. Wurde eine abgemessene Hafenwasserprobe in der Platinschale zur Trockne verdampft, der Rückstand durch Glühen von den organischen Stoffen befreit, hierauf im ursprünglichen Volumen destillirten Wassers

gelöst und die Lösung der Kubel'schen Methode unterworfen, so fand sich noch ein erheblicher Permanganatverbrauch, obwohl doch alle organischen Stoffe zerstört waren.

Aber auch die Methode von Schulze, wobei das Kochen der abgemessenen Wasserproben mit Kaliumpermanganat nach Zusatz von Natronlauge, also in alkalischer Lösung, stattfindet, und der Process nur in saurer Lösung zu Ende geführt wird, liefert noch zu hohe Werthe, wenngleich dieselben schon bedeutend niedriger ausfallen als nach der Methode von Kubel. (Vergl. die Tab. XI, XIV, XV und XVIII.) Es scheint nun nach unseren Erfahrungen die Zerlegung des Permanganates durch die Salze nicht ganz gleichmässig stattzufinden, wenigstens kamen bei mehreren Portionen desselben Wassers, die rasch nach einander in möglichst gleicher Weise nach der Kubel'schen Methode untersucht wurden, nicht selten gar nicht unbeträchtliche Differenzen vor. Bei den grossen zeitlichen und örtlichen Schwankungen des Salzgehaltes war es aber auch nicht angängig, durch bestimmte Abzüge für die vorhandenen Chloride u. s. w. brauchbare Werthe für die Oxydirbarkeit des Wassers zu erhalten, wie wir das zuerst erhofften. Die bei der Untersuchung nach Kubel erlangten Ergebnisse waren indess keineswegs ganz werthlos für die Beurtheilung des Wassers. Denn wie aus den Untersuchungen in der Nähe der Sielmündungen hervorgeht, erwies sich der Permanganatverbrauch daselbst an der Oberfläche noch eine Strecke weit beträchtlich höher als in grösserer Entfernung, und war er an der Wasseroberfläche in der Nähe des Sielwassereintritts immer beträchtlich höher als in den tieferen Schichten. (Vergleiche die Tab. IV, V, VI und VII.) Auch lieferten bei den zahlreichen sonstigen Untersuchungen die in stärkerem Maasse verunreinigten Wasserproben häufig einen weit höheren Permanganatverbrauch als die weniger verunreinigten, so dass, falls mehrere rasch nach einander von verschiedenen Stellen entnommene Hafenwasserproben bei der Bestimmung des Permanganatverbrauchs erheblichere Differenzen erkennen lassen, wohl der Schluss berechtigt ist, dass die Proben mit höherem Permanganatverbrauch auch mehr gelöste organische Stoffe enthalten, d. h. in höherem Maasse verunreinigt sind.

Die Untersuchung des Hafenwassers auf Ammoniak lieferte meist nur bei den hochgradig verunreinigten, aus der Nähe der Sielmündungen entnommenen Proben höhere Werthe (Vergleiche die Tab. IV, V, VI und VII), während der Ammoniakgehalt mit der Entfernung von den Sielen im Allgemeinen rasch so stark abnahm, dass trotz der nach dem Aussehen und der sonstigen Untersuchung gar nicht unbeträchtlichen Verunreinigung des Wassers nur Spuren von Ammoniak darin angetroffen wurden. Auch die salpetrige Säure und die Salpetersäure fanden sich in dem

sonst alle Zeichen der Verunreinigung darbietenden Hafenwasser höchstens in Spuren, so dass ihre Bestimmung für die Beurtheilung der Verunreinigung nur geringen Werth hatte.

Während bei der Untersuchung der Schmutz- und auch der verunreinigten Flusswässer der Chlorgehalt eine grosse Rolle spielt, insofern er bei stärkeren Verunreinigungen meist einen recht brauchbaren Maassstab für dieselben abgiebt, stösst die Beurtheilung der Verunreinigung nach dem Chlorgehalt bei dem Hafenwasser auf grosse Schwierigkeiten. Das Meerwasser mit seinem hohen Chlorgehalt erfährt durch den Zutritt der Schmutzwässer in der Regel eine Verminderung seines Chlorgehaltes und nicht eine Vermehrung wie das Flusswasser. Bei den starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen des Salz- und damit auch des Chlorgehaltes, die das Hafenwasser zeigt, muss daher, falls die Chlorbestimmung zur Beurtheilung der Menge des beigemischten Schmutzwassers verwendet werden soll, gleichzeitig eine Entnahme von Proben aus den reineren Hafenabschnitten bzw. aus den tieferen Wasserschichten zum Vergleich stattfinden. Der Chlorgehalt verhält sich in dieser Beziehung mithin wie der Trockenrückstand, nur mit dem gewichtigen Unterschiede, dass die Chlorbestimmung (nach der Titrimethode von Mohr) in einfachster und genügend zuverlässiger Weise ausgeführt werden kann, was bei der Rückstandsbestimmung nicht der Fall ist. Wenn die Chlorbestimmung bei den meisten von uns untersuchten Proben ausgeführt worden ist, so geschah es einmal, weil anfangs erwartet wurde, dass sich aus den durch die Kubel'sche Methode ermittelten Werthen für den Kaliumpermanganatverbrauch vielleicht unter Berücksichtigung des jedesmaligen Chlorgehaltes bessere Anhaltspunkte für die Menge der organischen Substanzen gewinnen lassen würden, eine Erwartung, die allerdings nicht in Erfüllung ging. Dann aber bildete die Chlorbestimmung eine gewisse Controle für die Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Man erfährt beim Meerwasser nach Karsten (S. 173) mit Hilfe des Forchhammer'schen Chlorcoefficienten (≈ 1.81) den Salzgehalt in Procenten, wenn man die in 100 Theilen Wasser ermittelte Chlormenge mit diesem Coefficienten multiplicirt.

Beispiel: Chlor in 100 Theilen Wasser = 0.920 (Tab. VII, Probe in 150^m Abstand und aus 2.5^m Tiefe), daraus mit dem Chlorcoefficienten (1.81) berechnet Salzgehalt in Procenten $p = 1.81 \cdot 0.920 = 1.67$ Procent.

Nun lässt sich der Salzgehalt in Procenten auch aus dem specifischen Gewicht ermitteln, wenn man bei dem specifischen Gewicht den die Einheit in der vierten Decimale überschreitenden Werth mit 1.31 multiplicirt (S. 170). Also z. B. specifisches Gewicht = 1.0127 (Tabelle VII, Probe in 150^m Abstand und aus 2.5^m Tiefe), davon Procentgehalt $127 \cdot 1.31 = \frac{166.37}{100}$ Procent = 1.66 Procent. Umgekehrt lässt sich

aus dem Salzgehalt, den man eventuell mit Hilfe des Chlorgehaltes berechnet hat, das spezifische Gewicht ermitteln.

Das zu einem Salzgehalte p gehörende spezifische Gewicht s wird aber nach Karsten fast genau in den die Einheit überschreitenden Stellen der vierten Decimale gefunden, wenn man p durch 1.31 dividirt. Also z. B. $p = 1.67$ Procent, dann $1.67 : 1.31 = 1.27$ und $s = 1.0127$.

Wir können somit mit Hilfe des specifischen Gewichtes den Chlorgehalt ermitteln und umgekehrt, es zeigt sich aber, dass eine derartige Berechnung nur bei reinerem Wasser zulässig ist.

Die einmal versuchsweise ausgeführte Härtebestimmung ergab, dass an der Austrittsstelle des Sieles im Hafenwasser eine grössere Härte vorhanden war als im Sielwasser, und dass diese Härte bei Entfernung von der Sielmündung noch stieg. (Tab. IV.).

d) Die bakteriologische Untersuchung.

Die bakteriologische Untersuchung ist in ganz besonderem Maasse geeignet, uns über das Bestehen sowie über die Grösse einer Verunreinigung des Hafenwassers Aufschluss zu geben. Sie bildet hier einen ebenso brauchbaren, zuverlässigen und empfindlichen Gradmesser für die Verunreinigung wie bei der Flussverunreinigung. Wenn bei der letzteren unterhalb der Eintrittsstelle von Schmutzwässern die Anfangs gesteigerte Menge der suspendirten und gelösten organischen und anorganischen Bestandtheile, die vermehrte Oxydirbarkeit, der erhöhte Chlorgehalt u. s. w. weiter abwärts verhältnissmässig rasch abnehmen, so dass oft schon in geringer Entfernung die chemische Untersuchung dieselbe Zusammensetzung des Wassers wie oberhalb des Schmutzeintritts ergibt, und auch das äussere Verhalten eine Verunreinigung nicht mehr erkennen lässt, so ist unter solchen Umständen erfahrungsgemäss der Keimgehalt oft noch deutlich erhöht gefunden worden, woraus hervorgeht, dass das Wasser trotz seines unverdächtigen Aussehens und trotz des Fehlens einer chemisch nachweisbaren Verunreinigung doch noch keineswegs den früheren Grad der Reinheit wieder erlangt hat. Es hat die Erfahrung gelehrt, dass der Ausschlag, welchen der Keimgehalt infolge des Schmutzwasserzutrittes erfährt, ein weit grösserer ist als derjenige, den wir bei den übrigen Bestandtheilen des Flusswassers beobachten. Da nun der Keimgehalt auch verhältnissmässig leicht mit genügender Zuverlässigkeit festzustellen ist, so gilt er bei der Flussverunreinigung als ein besonders brauchbarer Gradmesser der Verunreinigung. Dass der Keimgehalt eine ebenso grosse Bedeutung für die Beurtheilung der Hafenverunreinigung hat, das lassen schon die Tabellen IV, V und VII sehr deutlich erkennen. Je mehr wir uns von der Sielmündung entfernen, je mehr in Folge dessen

die Verunreinigung des Wassers zurücktritt, das Wasser an Klarheit und Durchsichtigkeit gewinnt, die Menge der suspendirten Theile, die Oxydirbarkeit sich vermindert, der Gehalt an Chloriden aber sowie an gelösten Theilen überhaupt zunimmt, um so mehr geht im Allgemeinen der Keimgehalt zurück. Und in ganz ähnlicher Weise lassen nicht nur die Keimgehaltsbestimmungen der Tabelle VIII, sondern auch die im nächsten Abschnitt mitgetheilten erkennen, dass der Keimgehalt im Allgemeinen um so niedriger wird, je mehr wir uns von dem besonders stark verunreinigten Handelshafen entfernen, und je mehr auch hier das Wasser schon äusserlich sowie nach den Ergebnissen der physikalisch-chemischen Untersuchung rein erscheint. Aber auch da, wo die Oxydirbarkeit, der Chlorgehalt, das specifische Gewicht und die Durchsichtigkeit eine Verunreinigung nicht mehr erkennen lassen, kann durch den erhöhten Keimgehalt die Verunreinigung noch angezeigt werden. Wann aber werden wir den Keimgehalt als einen erhöhten zu bezeichnen haben?

Nach den früher von mir ausgeführten, in den Ergebnissen der Plankton-Expedition veröffentlichten bakteriologischen Untersuchungen des Meerwassers (2) betrug der Keimgehalt im Atlantischen Ocean an 121 verschiedenen, mindestens 3 Seemeilen (= $5 \cdot 5 \text{ km}$) vom Lande entfernten Stellen bei 63 Procent der Untersuchungen weniger als 100, bei 74 Procent weniger als 250 und nur bei 21 Procent mehr als 500, bei 10 Procent mehr als 1000 (nämlich 6 Mal 1001 bis 5000, 4 Mal 5001 bis 10000 und je 1 Mal 18 900 bezw. 28 000) Keime im Kubikcentimeter.

Für die Binnenmeere (englischen Canal, Nord- und Ostsee) standen mir damals im Ganzen nur 38 Keimgehaltsbestimmungen von in mindestens 3 Seemeilen Abstand vom Lande entnommenen Proben zur Verfügung. Durch die bereits erwähnten Untersuchungen des Stabsarztes Dr. Bassenge ist deren Zahl nunmehr um 21 erhöht.

Derselbe beobachtete im März 1894 auf einer Fahrt von den Azoren durch den englischen Canal und die Nordsee um Skagen herum nach Kiel einen Keimgehalt von:

im englischen Canal	an 5 Stellen	22, 75, 21, 45 bezw. 23,
in der Nordsee	„ 5 „	53, 33, 3, 3 „ 65,
im Skagerrack	„ 1 Stelle	256,
im Kattegat	„ 1 „	31 und
im Grossen Belt	„ 1 „	65 Keime.

Auf Kreuzzouren in der Nord- und Ostsee fand derselbe im Juli 1894 weiter noch (Vergleiche die Tab. IX):

in der Nordsee	an 1 Stelle	14 Keime,
im Kattegat	„ 3 Stellen	500, 150 bezw. 38 und
in der Ostsee	„ 4 „	318, 746, 96 bezw. 124 Keime.

Das Mittel von den nunmehr zur Verfügung stehenden Keimgehaltsbestimmungen aus den Binnenmeeren beträgt 377, das Maximum 3030 Keime, und es wurden mehr als 500 Keime gefunden im Ganzen nur bei 22 Procent und mehr als 1000 Keime nur bei 12 Procent der Untersuchungen.

Das Verhalten des Keimgehaltes in den einzelnen Binnenmeeren bzw. Abschnitten desselben zeigt die folgende Zusammenstellung:

Bezeichnung des Meeresabschnittes.	Zahl der Bestim- mungen	Durch- schnittl. Keimgeh.	Höchster Keim- gehalt	Mehr als 500 Keime	Mehr als 1000 Keime
Englischer Canal .	10	199	1120	bei 10 Proc.	bei 10 Proc.
Nordsee	23	406	3030	„ 22 „	„ 13 „
Skagerrack . . .	3	192	300	„ 0 „	„ 0 „
Kattegat	6	126	500	„ 0 „	„ 0 „
Grosser Belt . .	4	546	1400	„ 50 „	„ 25 „
Kieler Bucht . .	4	201	528	„ 25 „	„ 0 „
Ostsee (zwischen Falster und Königsberg) .	9	730	2000	„ 44 „	„ 22 „
der untersuchten Proben.					

Wir entnehmen hieraus, dass der Keimgehalt des Meerwassers bei einem gewissen Abstand von der Küste, bis zu welchem die Verunreinigungen vom Lande aus für gewöhnlich nicht vorzudringen scheinen, im Ocean meist unter 250, in den Binnenmeeren meist unter 500 bleibt und nur selten höher als 1000 gefunden wird. Anders verhält sich der Keimgehalt in der Nähe des Landes. Derselbe betrug auf den Ankerplätzen (2.45) bei:

La Guayra . .	29 400	Plymouth .	13 320 (Ebbe), 3 900 (Fluth),
den Bermuda-Inseln,		„	
Hafen von St. Georges	800	[„	4 240 März 1894,
den Azoren Inseln			Bassenge],
Horta	800	Dartmouth	800 (Ebbe),
Ponta Delgada .	480 (Ebbe),	„	2 500 (Fluth),
„ „	80 (Fluth),	Wilhelmshaven	2 620 (Ebbe),
[„ „	400 März 1894,		Bassenge].

Es bleibt also der Keimgehalt nur bei 1 der 7 Häfen bzw. Ankerplätze unter 500, während er bei 6 (= 86 Procent) mehr als 500 und bei 4 (= 57 Procent) mehr als 1000 betrug. Allerdings sehen wir, dass auch in den Häfen ein niedriger Keimgehalt vorkommen kann (z. B. bei

Ponta Delgada), und zeigt dies noch deutlicher die Tabelle IX, indem auf den Ankerplätzen von Hörup Haff, Apenrade, Eckernförde sowie in der Kieler Aussenförde wiederholt ein recht niedriger Keimgehalt angetroffen wurde, während er nach derselben Tabelle in der Kieler Innenförde und zwar im Aussenhafen bei sieben Untersuchungen jedesmal über 500 und 6 Mal sogar über 1000 betrug.

Aber zu anderen Zeiten wurden auch im Aussenhafen an verschiedenen Stellen und zwar zum Theil in grosser Nähe des Ufers gar nicht selten wenig Bakterien aufgefunden, so z. B. im Herbst 1893 in 50^m Abstand vom Ufer 92, 87, 315 bzw. 457 und in 700 bis 1000^m Abstand vom Ufer 89, 63 bzw. 52 Keime pro Cubikcentimeter (2.44). In gleicher Weise wurden bei den regelmässigen Keimgehaltsbestimmungen im Aussenhafen im Sommer 1895 unter 55 in 200 bis 600^m Entfernung vom Ufer von der Oberfläche geschöpften Proben 12 gefunden, bei welchen der Keimgehalt 250 und 22, bei denen er 500 nicht überstieg. (Vergl. Tabelle XV.)

Bei allen diesen Proben mit niedrigem Keimgehalt handelte es sich um Wasser, welches keinen unreinen Eindruck machte, sich auch bei der physikalisch-chemischen Untersuchung als rein erwies und regelmässig in grösserer Entfernung von den Sielmündungen geschöpft war. Dagegen wurde in dem Innenhafen bisher trotz der zahlreichen Untersuchungen an den verschiedensten Stellen nie ein derartig niedriger Keimgehalt an der Wasseroberfläche getroffen, hier betrug der niedrigste beobachtete Keimgehalt, bei einer im breiteren äusseren Abschnitt des Innenhafens 600^m vom Ufer bei E (Vergl. die Fig. 1 auf S. 70) von der Oberfläche geschöpften Probe 2800 Keime, meist aber war er bedeutend grösser, und stieg er mit der Annäherung an den Handelshafen bzw. an die Sielauslässe noch ganz erheblich an.

Wir werden hiernach sagen dürfen, dass das nicht verunreinigte Meerwasser an der Oberfläche in der Regel weniger als 500 Keime im Cubikcentimeter enthält, und dass eine grössere Bakterienzahl den Verdacht einer stattgehabten Verunreinigung nahelegt, und zwar um so mehr, je höher sich der Keimgehalt erweist. Enthält das Hafenwasser an einer Stelle mehr als 500 Bakterien, und ist dieser erhöhte Keimgehalt nicht etwa durch eine vermehrte Aufnahme von Keimen aus den Ufern bzw. aus dem Hafengrunde zu Stande gekommen, was bei dem Wasser in nächster Nähe der Ufer, namentlich an seichteren Stellen und bei stärkerer Wellenbewegung, stattfinden kann, so müssen wir diesen stärkeren Bakteriengehalt auf eine Verunreinigung durch Abgänge von den Schiffen, durch von Land eingeleitete Schmutzwässer u. s. w. beziehen, und zwar

Tabelle IX. Der Keimgehalt in der Nord- und Ostsee in grösstentheils nach den Untersuchungen

Nummer	1	2	3	4	5	6
Ort	Nordsee	Kattegat			Kleiner Belt	
Datum	28./VII. 1894	25./VII. 1894	24./VII. 1894	24./VII. 1894	29./V. 1894	30./V. 1894
Tageszeit	4 p. m.	7 p. m.	4 p. m.	8 a. m.	8 p. m.	8 p. m.
Nächstes Land	England	Skagen	Laesoe	Laesoe	Alsen	Alsen
Entfernung desselben	45 See- meilen	12 See- meilen	10 See- meilen	25 See- meilen	4.5 km	4.5 km
Wassertiefe in Metern	80	28	50	60	18	18
Temperatur °C.	16.3	18.3	16.9	17.1	12.5	12.5
Wetter, Bewölkung	klar ($\frac{9}{10}$)	klar ($\frac{9}{10}$)	bedeckt ($\frac{4}{10}$)	trüb ($\frac{10}{10}$)	klar ($\frac{3}{10}$)	klar ($\frac{7}{10}$)
Niederschläge	0	0	0	Regen	0	0
Lufttemperatur	18.3	20.2	17.5	17.5	12.5	13.0
Windstärke nach d. 12 th. Skala	Stille	O ₁	NNW ₆	S ₃	SWzW ₄	SWzW ₁
Strömung	—	—	—	—	—	—
Wasserstand cm	—	—	—	—	—	—
Seegang	—	—	—	—	—	—
Keimgehalt an der Oberfläche .	14	38	150	500	100	220
„ in der Tiefe von 1 m	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 2 „	—	—	152	—	—	—
„ „ „ „ „ 3 „	8	2	—	100	—	—
„ „ „ „ „ 4 „	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 5 „	600	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 6 „	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 7 „	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 8 „	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 9 „	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 10 „	—	—	—	—	> 13 000	> 12 000

Tabelle IX.

Nummer	18	19	20	21	22	23	24
Ort	Eckernförde			Kieler Aussenförde, Strander Bucht			
Datum	6./VI. 1894	6./VI. 1894	7./VI. 1894	11./VI. 1894	12./VI. 1894	12./VI. 1894	13./VI. 1894
Tageszeit	11 a. m.	4 p. m.	11 a. m.	8 a. m.	9 a. m.	4 p. m.	8 a. m.
Nächstes Land							
Entfernung desselben	1.2 km	1.2 km	1.2 km	1.0 km	1.0 km	1.0 km	1.0 km
Wassertiefe in Metern	19	19	19	16	16	16	16
Temperatur ° C.	13.0	13.5	13.0	14.5	13.5	13.8	13.8
Wetter, Bewölkung	trübe (¹⁰ / ₁₀)	bedeckt (⁷ / ₁₀)	bedeckt (⁹ / ₁₀)	trübe (¹⁰ / ₁₀)	bedeckt (⁶ / ₁₀)	trübe (⁸ / ₁₀)	trübe (⁸ / ₁₀)
Niederschläge	viel Regen	0	0	viel Regen	0	viel Regen	viel Regen
Lufttemperatur	16.0	17.3	15.0	15.5	13.6	16.6	14.8
Windstärke nach der 12th. Skala	W ₃	WzN ₂	OzN ₄	S ₁	N ₂	WSW ₂	W ₂
Strömung	—	—	—	ein- laufend	keine	aus- laufend	keine
Wasserstand in cm	—	—	—	+ 7	+ 14	+ 9.5	+ 12
Seegang	—	—	z. stark	—	0	—	—
Keimgehalt an der Oberfläche .	143	104	1200	2000	1250	350	270
„ in der Tiefe von 1 m	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 2 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 3 „	—	—	9000	10 500	8500	6000	—
„ „ „ „ „ 4 „	12 000	16 000	—	—	—	—	13 500
„ „ „ „ „ 5 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 6 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 7 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 8 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 9 „	—	—	—	—	—	—	—
„ „ „ „ „ 10 „	—	—	—	—	—	—	—

(Fortsetzung.)

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Kieler Innenfördr, Aussenhafen							Ostsee			
18./VI. 1894	19./VI. 1894	20./VI. 1894	23./VI. 1894	17./V. 1895	31./V. 1895	12./VI. 1895	5./VII. 1894	5./VII. 1894	14./VII. 1894	14./VII. 1894
11 a. m.	11 a. m.	10 a. m.	11 a. m.	11 a. m.	10 a. m.	5 p. m.	8 a. m.	8 p. m.	9 a. m.	7 p. m.
							Schwe- den	Oeland	Ost- preussen	Pommern
0·55 km	0·55 km	0·55 km	0·4 km	0·4 km	0·6 km	1·0 km	19 See- meilen	20 See- meilen	62 See- meilen	40 See- meilen
	vom Westufer bei		Bellevue		vom Ostufer					
12	12	12	12	12	12	12	46	50	100	80
15·5	15·0	15·3	15·3	11·5	—	—	14·8	13·5	15·8	—
trübe (⁶ / ₁₀)	trübe (¹⁰ / ₁₀)	bedeckt (⁶ / ₁₀)	klar (³ / ₁₀)	bedeckt	klar	trübe	klar (⁶ / ₁₀)	klar (⁴ / ₁₀)	klar	bewölkt (¹⁰ / ₁₀)
0	Nachts Ge- witter	0	0	gestern viel Regen	0	mehr- fach Regen	gestern mehrf. Regen	gestern mehrf. Regen	gestern mehrf. Regen	wieder- holt Regen
15·5	15·5	16·5	21·9	—	—	—	16·2	18·1	17·3	—
W ₂	N ₃	NW	WNW ₂	SO ₃	SO ₁	W ₁	N ₃	0	—	—
keine	keine	keine	keine	schwach aus- laufend	schwach ein- laufend	schwach aus- laufend	—	—	—	—
+ 7	+ 19	+ 7	+ 14	+ 17 cm	± 0	— 4 cm	—	—	—	—
gering	gering	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	1000	1000	800	1780	8850	2120	318	746	96	124
—	—	5000	3000	120	220	1140	—	—	—	—
—	11 000	—	—	—	—	—	—	—	5500	—
5000	—	—	>10 000	700	1140	1660	3500	10 000	2500	2800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	>13 000	750	1590	2000	—	—	5500	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	>10 000	500	3040	1340	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	2000	14 600	720	1460	—	—	2000	—

auch dann, wenn durch die physikalisch-chemische Untersuchung Zeichen einer Verunreinigung nicht aufgefunden werden.

Wir haben bisher nur das Verhalten der Bakterien an der Wasseroberfläche berücksichtigt. Nun ist aber auch der Keimgehalt der tieferen Wasserschichten für die Beurtheilung der Verunreinigung des Hafenwassers von Wichtigkeit. Die bei den früheren Untersuchungen über den Keimgehalt des Meeres in tieferen Wasserschichten gemachten Erfahrungen (2·51) machen es wahrscheinlich, dass im Ocean in Folge der bakterienfeindlichen Wirkung des Lichtes die obersten Wasserschichten in der Regel keimärmer sind als die zunächst darunter gelegenen. Auch für die Nord- und Ostsee scheint im Allgemeinen dasselbe zu gelten, denn nach den auf der Tabelle IX zusammengestellten Untersuchungen von Dr. Bassenge war der Keimgehalt an der Oberfläche in der Regel geringer und zwar meist bedeutend niedriger als in den gleichzeitig an denselben Stellen aus der Tiefe entnommenen Proben.

An manchen Stellen, wie in der Nordsee und dem Kattegat sowie in Hörup-Haff (zwischen Alsen und Kekenis), reicht der niedrige Keimgehalt bis auf 3, ja manchmal bis auf 5^m Tiefe, an anderen dagegen, wie z. B. in der Eckernförder Bucht, in der Kieler Aussen- und Innenförde und in der Ostsee (östlich von Falster und Königsberg), wurde schon in 2 bis 3 oder 3 bis 4^m ein Keimgehalt angetroffen, der den Keimgehalt von reinem Wasser an der Oberfläche um etwa das 10 bis 100fache übertraf. Manchmal folgte mit dem Vordringen in die Tiefe auf die Zunahme des Bakteriengehaltes wieder eine Abnahme, wie z. B. bei Nr. 27, wo derselbe vielleicht auf die Tiefenströmung zu beziehen ist. Der, wie erwähnt, überall in der Ostsee anzunehmenden tieferen Strömung gehörten wohl nur die Tiefenproben bei den Untersuchungen Nr. 5, 6, 7 und 8 (vielleicht auch bei Nr. 9) sowie die aus 7 bzw. 10^m Tiefe entnommenen Proben der Untersuchungen Nr. 27, 28, 29, 30 an, alle übrigen dürften dagegen aus der oberen Strömung geschöpft sein. Ein wesentlich abweichendes Verhalten zeigen die im Mai bzw. Juni 1895 vom Institut ausgeführten Untersuchungen Nr. 28 bis 30 der Tabelle IX. Hier war der Keimgehalt, der an der Oberfläche als deutlich erhöht bezeichnet werden muss, in 1, 3, 5 und 7^m Tiefe stets, in 10^m dagegen 2 Mal niedriger und 1 Mal (= Nr. 28) wesentlich höher als an der Oberfläche. Bei diesen drei Untersuchungen, von denen die erste genau an derselben Stelle und auch ungefähr um dieselbe Jahres- und Tageszeit ausgeführt wurde wie Nr. 27, während zu den Untersuchungen 29 und 30 die Entnahme etwas weiter draussen im Aussenhafen und näher zum östlichen Ufer hin, ausserdem auch einmal am Spätnachmittag (Nr. 30) statthatte, wurde regelmässig der niedrigste Keimgehalt in

1^m Tiefe angetroffen und stieg er alsdann bis zu 5 bzw. 7^m wenig an, um in der tieferen Strömung wieder abzunehmen bzw. einmal (Nr. 28) stark anzusteigen. Hier finden wir also beim Vordringen in die Tiefe zunächst eine Abnahme und nicht wie bei den meisten von Bassenge untersuchten Stellen eine Zunahme des Keimgehaltes. Ein ähnliches Verhalten, d. h. eine Verminderung des Keimgehaltes von der Oberfläche bis zu 1, 3 und 5^m Tiefe wurde nun bei dem Kieler Innenhafen und bei dem Flensburger Hafen (wie dies aus den Tabellen XI und XVIII zu ersehen ist) gewöhnlich gefunden, hier aber immer nur dann, wenn sich der Keimgehalt der Oberflächenprobe als erhöht erwies und sich das Wasser dadurch oder auch sonst als ein verunreinigtes zu erkennen gab.

Es ist das so regelmässig beobachtet worden, dass wir sagen können, wenn bei stärkerem Keimgehalt an der Oberfläche in 1 bis 3^m Tiefe ein erheblich niedrigerer Keimgehalt angetroffen wird, so ist damit schon die Verunreinigung des Oberflächenwassers zur Genüge dargethan.

III. Die Verunreinigung des Kieler Hafens nach den Ergebnissen der Untersuchung.

A. Der Innenhafen.

Schon eine einmalige Besichtigung des Hafens lässt erkennen, dass die Verunreinigung hauptsächlich den Innenhafen und hier in erster Linie den schmalsten innersten Abschnitt, d. h. den Handelshafen betrifft, auch macht sich nicht nur im Handels-, sondern auch im Kriegshafen die Verunreinigung am westlichen Ufer stärker bemerkbar als am östlichen und in der Mitte. Es schien daher zweckmässig bei der Untersuchung des Innenhafens sowohl die Uferpartieen als auch die mittleren Abschnitte zu berücksichtigen. Für die Untersuchung des Wassers in der Hafenmitte wurden die auf der Karte des Kieler Hafens (Taf. II) durch die rothen Buchstaben *A*, *B*, *C*, *D*, *E* und *F* bezeichneten Stellen ausgewählt. Von diesen liegen die drei ersten im Handelshafen, *A* im engsten Theil desselben, von der Eintrittsstelle des Mühlenbaches und des Schlachthofsieles (Nr. 1) etwa je 140^m entfernt; *B* und *C* im breiteren Abschnitt des Handelshafens, *B* hafeneinwärts, *C* auswärts von den wichtigeren Sielen 7 und 8 und dem Bootshafen. *D*, *E* und *F* befinden sich im Kriegshafen, *D* in nächster Nähe des Handelshafens einwärts von den grösseren Sielen 15, 16, 17 und der Einfahrt zur Kaiserlichen Werft, *E* etwa in der Mitte zwischen der Schwentinemündung und dem Siel 19, etwas

Tabelle X. Das Wasser des Innen-

Nummer	Tag der Probenentnahme	Tages- zeit	Bevölkung in $\frac{1}{10}$ des Himmelsgewölbes	Luft- Tages- mittel °C	Nieder- schläge		Wind	Wasserstand	Strömung ein- oder auslaufend		Wasserwärme in Gr. C.	Entnahmestelle			
					Menge derselben am Tage vorher	Menge derselben am Tage d. Entnahme			bei d. Entnahme	innerhalb der letzten 24 St.		Wasserwärme in Gr. C.	Bezeichnung derselben	Wassertiefe in Metern	Abstand v. Ufer in Metern
1	25./III. 95.	2 $\frac{1}{2}$ p. m.	8·3	6·4	10·4	1·1	Westl. stürm.	-72	ein	aus	1	a) Am westlichen Ufer:			
2	„	3 ^h p. m.	—	6·4	10·4	1·1	„	-72	„	—	1	Mündung des Siels 19	Oberfl.	ca. 2	ca. 30
3	27./V. 95.	9 ^h a. m.	9·3	11·1	0	0	WNW flau	+ 9	aus	0	13	Zwischen den Sielen 19 und 18	Oberfl.	0·2	—
4		„	„	—	—	—	—	—	—	—	—		Oberfl.	5	120
5	19./III. 95.	„	10	4·2	3·29	4·92	WSW frisch	-11	ein	ein aus	1	Mündung des Siels 18	3 m Tiefe	—	—
6	15./II. 96.	12 ^h Mitt.	—	—	Schnee	—	O frisch	+50	ein	ein	0		Siel 18, Leckstelle, dicht am Ufer	—	ca. 30
7	19./III. 95.	9 $\frac{1}{2}$ a. m.	10	4·2	3·29	4·92	WSW frisch	-11	ein	ein aus	1	Zwischen den Sielen 18 und 17	Oberfl.	0·8	2
8	27./V. 95.	„	9·3	11·1	0	0	WNW flau	+ 9	aus	0	13		Oberfl.	0·9	3
9	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Siel 17, Leckstelle	Oberfl.	4	50
10	4./VII. 92.	10 ^h a. m.	8·3	18·6	0	0·96	SW mässig	+14	0	0	15		3 m Tiefe	—	—
11	19./III. 95.	9 ^h a. m.	10	4·2	3·29	4·92	WSW frisch	-11	ein	ein aus	1	Zwischen den Sielen 17 und 16	Oberfl.	nicht ganz 1	15
12	27./V. 95.	„	9·3	11·1	0	0	WNW flau	+ 9	aus	0	13		Oberfl.	0·25	10
13	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Siel 16, Leckstelle	3 m Tiefe	5	20
14	16./V. 92.	10 ^h a. m.	6	11·0	—	—	W stark	+ 5	0	aus	7		Oberfl.	—	—
15	8./VIII. 92.	11 ^h a. m.	9	15·5	0	—	W frisch	+ 3	aus	0	16	Siel 16, Leckstelle	3 m Tiefe	1—2	30
16	19./III. 95.	10 ^h a. m.	10	4·2	3·29	4·92	WSW frisch	-11	ein	ein aus	1		Oberfl.	1—2	30
17	„	„	10	4·2	3·29	4·92	„	-11	ein	ein aus	1	Siel 15, Leckstelle	3 m Tiefe	1—2	30
18	„	„	10	—	—	—	—	—	—	—	—		Oberfl.	4·5	3
19	29./IV. 95.	11 ^h a. m.	3·7	11·7	0·04	0·02	NO flau	+21	0	ein	9	Zwischen den Sielen 11 und 10	3 m Tiefe	—	—
20	„	„	3·7	—	—	—	—	—	—	—	—		Oberfl.	4·5	3
21	„	10 ^h a. m.	4·0	14·2	0·05	0·10	NW flau	+ 2	schw. aus	schw. ein	13	Zwischen den Sielen 11 und 10	3 m Tiefe	—	—
22	„	„	4·0	—	—	—	—	- 2	—	—	—		Oberfl.	4·5	—

hafens in der Nähe der Ufer.

Allgemeines Verhalten der Wasserproben	Durchsichtigkeit, Scheibe erkennbar bis zur Tiefe von	Suspendirte Theile	Specifisches Gewicht	Trockenrückstand der filtrirten Proben	Chlorgehalt	Permanganat- verbrauch	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Keingehalt (Zahl der entwickelten Keime pro cem)
	cm	mg i. L.		mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.			
milchig getrübt, stärkerer Bodensatz, unangenehmer Geruch	10	—	24	3030	1300	284	vor- handen	viel	0	988 000
ziemlich klar, geringer Bo- densatz, unangenehmer Ge- ruch	Boden- sichtb.	—	127	17 400	9250	97	0	0	0	21 000
ziemlich klar, geringer Bo- densatz, ohne Geruch	165	—	85	—	5950	53	0	0	0	18 000
„	—	—	81	—	6150	54	0	0	0	3900
grau getrübt, Bodensatz, modriger Geruch	15	—	27	3050	1472	337	zieml. viel	wenig	0	1 915 000
stark getrübt, dicker grauer Bodensatz, unangenehmer Geruch	10	193	87	—	6100	193	viel	0	0	500 000
fast klar, wenig Bodensatz, schwach modriger Geruch	75	—	63	8250	4260	91	0	0	0	109 000
„	155	—	83	—	5800	56	0	0	0	10 900
„	—	—	87	—	6200	55	0	0	0	3000
trübe, Bodensatz, urinöser Geruch	—	115	82	—	6105	205	4	Spur	Spur	—
fast klar, etwas Bodensatz, modriger Geruch	—	—	75	10 124	5325	95	0	0	0	177 000
etwas trübe, geringer Bo- dens., unangenehmer Geruch	115	—	84	—	6000	57	Spur	0	0	21 600
fast klar, ohne Geruch	—	—	82	—	6050	51	0	0	0	5500
schmutzig grau, dicker Bo- densatz, Geruch n. Jauche	—	325	73	10 990	7980	437	16	Spur	Spur	850 000
„	—	290	74	—	5364	332	44	—	—	2 200 000
„	5	86	30	—	1800	259	zieml. viel	etwas	deutl. React.	610 000
trübe, mit ziemlich starkem Bodensatz, von modrigem Geruch	100	—	99	14 410	7400	207	Spur	—	—	655 000
klar, ohne Geruch	—	—	123	16 776	8800	92	0	0	0	—
fast klar, sehr geringer Bo- densatz, ohne Geruch	200	—	96	—	7400	59	0	0	0	10 700
klar, kein Geruch	—	—	120	—	9100	61	0	0	0	14 000
trübe, etwas Bodensatz, schwacher modriger Geruch	140	—	75	—	5950	58	0	Spur	0	40 000
„	—	—	82	70	6500	70	0	zieml. viel	0	1900

Tabelle X.

Nummer	Tag der Probenentnahme	Tages- zeit	Bewölkung in $\frac{1}{10}$ des Himmelsgewöbes	Luft- Tages- wärme mittel °C	Nieder- schläge		Wind	Wasserstand	Strömung ein- oder auslaufend			Wasserwärme in Gr. C.	Entnahmestelle		
					Menge derselben am Tage vorher	am Tage d. Entnahme			bei d. Entnahme	innerhalb der letzten 24 St.			Bezeichnung derselben	Wassertiefe in Metern	Abstand v. Ufer in Metern
23	9./III. 92.	10 ^h a.m.	—	0·1	0·5	0·2	SW flau	+10	0	ein	0		Mündung des Siels 8	ca. 1	0
24	19./III. 95.	11 ^h a.m.	10	4·2	3·29	4·92	W frisch	— 3	ein	ein aus	1		Oberfl.	2	3
25	26./IV. 95.	„	6·7	13·6	3·04	0·95	WSW mässig	+12	0	schw. aus	7	Zwischen den Sielen 7 und 6	Oberfl.	2	3
26	29./V. 95.	10 ^h a.m.	4	14·2	0·05	0·10	NW flau	+ 2	schw. ein	schw. ein	13		Oberfl.	4	7
27	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
28	14./III. 95.	3 ^h p.m.	10	2·3	—	—	NO flau	+12	0	0	0		Mündung des Siels 5	2	0
29	19./III. 95.	11 ^h a.m.	10	4·2	3·29	4·92	W frisch	— 3	ein	aus	1		Oberfl.	4	3
30	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
31	26./IV. 95.	11 ^h a.m.	6·7	13·6	3·04	0·95	WSW mässig	+12	0	schw. aus	7	Zwischen den Sielen 3 und 2	Oberfl.	4	3
32	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
33	29./V. 95.	10 ^h a.m.	4	14·2	0·05	0·10	NW flau	+ 2	schw. aus	schw. ein	13		Oberfl.	5	3
34	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
b) Am östlichen Ufer:															
35	27./III. 95.	10 ^h a.m.	6	4·8	3·04	0·95	WSW mässig	+19	0	ein	1		Oberfl.	9	ca. 12 ¹
36	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Vor der Einfahrt in	3 m Tiefe	—	—
37	27./V. 95.	11 ^h a.m.	9·3	11·1	0	0	WNW flau	+ 6	aus	0	13	die Kaiserl. Werft	Oberfl.	9	ca. 12 ¹
38	„	„	—	—	—	—	„	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
39	30./III. 95.	10 ^h a.m.	6·7	5·4	1·20	5·97	WSW mässig	+19	0	schw. ein	1		Oberfl.	7	ca. 30
40	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
41	29./IV. 95.	11 ^h a.m.	3·7	11·7	0·04	0·02	NO flau	+21	0	ein aus	9	Vor der Germania- Werft	Oberfl.	7	ca. 30
42	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—
43	29./V. 95.	9 ^h a.m.	4	14·2	0·05	0·10	NW flau	+ 5	schw. aus	schw. ein	13		Oberfl.	7	ca. 3
44	„	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—		3 m Tiefe	—	—

¹ Gesamtstickstoff nach Kjeldahl im unfiltrirten = 43,

(Fortsetzung.)

Allgemeines Verhalten der Wasserproben	Durchsichtigkeit, Scheibe erkennbar bis zur Tiefe von	Suspendirte Theile	Specificsches Gewicht	Trockenrückstand der filtrirten Proben	Chlorgehalt	Permanganat- verbrauch	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Keimgehalt (Zahl der entwickelten Keime pro cem)
	cm	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.	mg i. L.			
schwärzlich, sehr trübe, starker Bodensatz, fauliger Geruch	—	670	104	18 180	8071	242	12	Spur	Spur	— 1
stark trübe, etwas Boden- satz, modriger Geruch	125	124	97	13 280	7150	176	Spur	0	0	72 000
wenig trübe, geringer Bo- densatz, schwacher modriger Geruch	120	—	121	—	9300	99	0	0	0	120 000
„	120	—	75	—	1000	59	0	zieml.	0	47 000
„	—	—	83	—	6650	56	0	0	0	39 400
stark trübe, ziemlich Boden- satz, Geruch nach Jauche	10	(84!)	14	4536	2233	227	viel	0	0	747 000
trübe, etwas Bodensatz	135	—	99	13 500	7050	98	0	0	0	62 000
klar, sehr geringer Boden- satz	—	—	128	17 220	8880	120	0	0	0	—
mässig getrübt, geringer Bo- densatz, fauliger Geruch	205	—	123	—	9400	103	0	0	0	36 000
geringer Bodensatz, kein besonderer Geruch	—	—	134	—	9300	110	0	0	0	3900
trübe, mässiger Bodensatz, schwacher modriger Geruch	80	—	63	—	5000	71	zieml.	0	0	134 800
ziemlich klar, geringer Bo- densatz, ohne Geruch	—	—	80	—	6350	58	0	0	0	11 300
klar, ganz geringer Boden- satz, ohne besonderen Geruch	300	—	120	16 850	9000	96	0	0	0	9400
„	—	—	125	17 696	9400	97	0	0	0	6400
„	170	—	51	—	4050	48	0	0	0	7000
„	—	—	80	—	5950	59	0	0	0	3600
fast klar, sehr geringer Bodensatz, kein besonderer Geruch	240	—	120	16 560	9000	105	0	0	0	89 400
„	—	—	126	17 526	9400	102	0	0	0	14 400
„	243	—	15	—	7250	58	0	0	0	10 000
„	—	—	98	—	7500	60	0	0	0	4400
„	145	—	73	—	5250	57	Spur	0	0	131 000
„	—	—	86	—	6300	54	0	Spur	0	11 200

im filtrirten Wasser = 33 mg pro Liter.

auswärts von dem Siel 18, mithin theils gerade vor, theils etwas nach aussen von den beiden wichtigsten Sielen des nördlichen Stadtgebietes (= 18 und 19), *F* schon im Aussenhafen, aber in nächster Nähe der Grenze zwischen Innen- und Aussenhafen. Bei der Untersuchung des Wassers in den Uferabschnitten wurden die Proben theils an den Sielmündungen (bezw. an den Leckstellen der den nördlichen Sielen vorgelegerten hölzernen Canäle), theils in der Mitte zwischen zwei benachbarten

Fig. 1.

Sielen, am Ostufer aber vor der Einfahrt in die Kaiserliche Werft bezw. vor der Germania Werft geschöpft. Ueber das Verhalten des Wassers in den Uferabschnitten giebt zunächst die Tabelle X Auskunft. An den Eintrittsstellen der Siele war die Trübung meist so hochgradig, dass die untergetauchte weisse Platte schon in 5 bis 10 höchstens 15^m Tiefe dem Auge entschwand. Lassen wir die bei den Sielen 5 und 15 gefundenen, offenbar zu niedrigen Werthe für die suspendirten Bestandtheile

(= 84 bzw. 86^{mg} i. L.) unberücksichtigt, da sie als Differenz aus den Trockenrückständen je einer gleichgrossen unfiltrirten und filtrirten Probe erhalten wurden (Siehe S. 49), so bekommen wir 115 bis 670, im Mittel 319^{mg} i. L. für die suspendirten Theile.

Das specifische Gewicht an den Eintrittsstellen war zuweilen so niedrig (14 bis 30), dass es sich von demjenigen des Sielwassers nur wenig unterschied, während es sich manchmal mit 73 bis 134 mehr demjenigen des Hafenwassers in der Mitte zwischen den Sielen annäherte. Aehnlich verhielten sich der Trockenrückstand und der Chlorgehalt. Der Permanganatverbrauch war mit 193 bis 437, im Mittel 280^{mg} für den Liter ein recht hoher, von Ammoniak wurden 4 bis 44^{mg}, von salpetriger und Salpetersäure meist nur Spuren nachgewiesen. Der Keimgehalt betrug bei sieben Proben 500 000 bis 2 200 000, also im Durchschnitt 1 101 427 Keime im Cubikcentimeter. Dass nun aber die Verunreinigung des Hafenwassers nicht auf die nächste Umgebung der Sielmündungen beschränkt ist, wie man das nach der blossen Besichtigung vielleicht glauben könnte, insofern die stärkere Trübung meist in 30 bis 50^m Entfernung von der Eintrittsstelle des Sielwassers aufhört, lässt das Verhalten des Wassers in der Mitte zwischen zwei benachbarten Sielen erkennen. Das Wasser war hier gelegentlich so trübe, dass die weisse Scheibe

zwischen den Sielen 19 und 18 in 165 ^{cm} ,	
„ „ „ 18 „ 17 „ 75 „	
„ „ „ 17 „ 16 „ 115 „	
„ „ „ 11 „ 10 „ 100 „	
„ „ „ 7 „ 6 „ 120 „	
„ „ „ 3 „ 2 „ 80 „	
am Ostufer vor der Kaiserlichen Werft „ 170 „	
vor der Germania Werft „ 145 „	

Tiefe verschwand.

An suspendirten Bestandtheilen wurden bei nur einmaliger Bestimmung zwischen den Sielen 7 und 6 124^{mg} i. L. nachgewiesen. Das specifische Gewicht blieb hier namentlich im Handelshafen sowohl am Ost- als auch am Westufer bei den Oberflächenproben meist erheblich hinter demjenigen der Tiefenproben zurück, und das gleiche Verhalten zeigten der Trockenrückstand und Chlorgehalt, so dass daraus die stärkere Beimengung von Schmutzwasser zu dem Wasser an der Oberfläche angezeigt wurde. Einen auffallend hohen Permanganatverbrauch hatte von den Oberflächenproben nur Nr. 17, von den Tiefeproben Nr. 30. Ammoniak wurde nur gelegentlich in Spuren in den Oberflächenproben, salpetrige

Säure und Salpetersäure gleichfalls nur in Spuren, aber seltener aufgefunden, die salpetrige Säure 1 Mal auch in einer Tiefenprobe. Das Verhalten des Keimgehaltes zeigt die nachstehende Zusammenstellung. Es wurden beobachtet:

	an der Oberfläche			in 3 ^m Tiefe			
	wenigstens	höchstens	im Mittel	wenigstens	höchstens	im Mittel	
zwischen den Sielen 19 u. 18	18 000	21 000	19 500	—	—	3 900	} Keime im cem
„ „ „ 18 u. 17	10 900	109 000	59 950	—	—	3 000	
„ „ „ 17 u. 16	21 600	177 000	99 300	—	—	5 500	
„ „ „ 11 u. 10	10 700	655 000	235 233	1900	14 000	7 950	
„ „ „ 7 u. 6	47 400	120 000	79 800	—	—	39 400	
„ „ „ 3 u. 2	36 000	134 800	77 600	3900	11 300	7 600	
vor der Kaiserlichen Werft .	7 000	9 400	8 200	3600	6 400	5 000	}
„ „ Germania-Werft . .	10 000	134 000	73 467	4400	14 400	10 000	

Der Keimgehalt war demnach sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe erhöht, hier aber im Allgemeinen weit weniger als an der Oberfläche. Nur die Probe 20 machte eine Ausnahme, insofern hier in der Tiefe mehr Bakterien angetroffen wurden als an der Oberfläche. Der Keimgehalt blieb in der Tiefe 8 Mal unter 10 000 und betrug hier nur 5 Mal mehr, bis zu 39 400, während er an der Oberfläche nur 2 Mal unter 10 000 blieb. Es war somit auch zwischen den Sielen der Keimgehalt stets und zwar manchmal recht beträchtlich erhöht, indem, abgesehen von der Entnahmestelle zwischen den Sielen 19 und 18 überall gelegentlich ein Keimgehalt von mehr als 100 000 beobachtet wurde. Auf dem Ostufer verhielt sich die Entnahmestelle vor der Germania-Werft ähnlich, dagegen wurde vor der Kaiserlichen Werft nur eine mässige Erhöhung des Keimgehaltes nachgewiesen. (Dr. Davids fand vor der Kaiserlichen Werft weit höhere Werthe für den Keimgehalt, nämlich 30100 und 138996. Vergl. Fig. 2, S. 73.)

Das Verhalten des Wassers in der Mittellinie des Innenhafens zeigt die Tabelle XI. Eine Abnahme der Verunreinigung mit der Entfernung von der Hörn ist hier nicht zu verkennen. So stieg die mittlere Durchsichtigkeit von 176 bei *A* bis auf 246^{cm} bei *E* an, wie dies die folgende Uebersicht erkennen lässt. Die Durchsichtigkeit betrug bei:

<i>A</i>	75	bis	395	im Mittel	176 ^{cm} ,
<i>B</i>	125	„	345	„	184 „
<i>C</i>	125	„	260	„	195 „
<i>D</i>	100	„	385	„	221 „
<i>E</i>	150	„	375	„	246 „

Bei dem specifischen Gewicht tritt eine Zunahme mit der Entfernung von *A* nicht hervor, auch sind die Unterschiede in denselben zwischen

Fig. 2.

der Oberflächen- und Tiefenprobe im Allgemeinen nur unerheblich, eine Ausnahme machen hiervon nur die Proben:

17 u. 18 bei <i>A</i> = 75,	9 u. 10 bei <i>C</i> = 95,	9 u. 10 bei <i>D</i> = 102,
90	108	112.

Bei diesen Proben blieb auch der Chlorgehalt an der Oberfläche viel niedriger, während er sonst meist nur wenig hinter demjenigen der

Tabelle XI. Verhalten des Wassers in der

Proben, entnommen in der Mittellinie bei											A					gegen			
Nummer	Tag und Stunde der Probenentnahme	Bewölkung (mittlere) in $\frac{1}{10}$ des Himmelsgewölbes	Luftwärme, Tagesmittel °C.	Wind	Zahlen- u. mittlere Windstärke in m p. Sec.	Niederschläge, Menge derselben		Wasserstand i. cm	Entnahme	Strömung innerh. der letzten 24 Stunden (ein- oder auslaufend)	Wasserwärme °C.	Durchsichtigkeit, Scheibe erkennbar bis zur Tiefe von cm	in der Hörn				Durchsichtigkeit i. cm	Specificsches Gewicht	
						am Tage vorher	am Tage d. Entnahme						Specificsches Gewicht	Chlorgehalt mg i. L.	Permanganatverbrauch mg p. L.	Keimgehalt i. cem			
1	25./III. 3 ^h p. m.	8.3	6.4	W stürmisch	6.6	10.43	1.10	- 70	ein	stark aus u. ein	1	—	—	—	—	—	—	—	—
2												—	—	—	—	—	—	—	—
3	27./III. 10 ^h a. m.	6.6	4.8	W flau	1.3	3.04	0.95	+ 19	0	ein	1	—	—	—	—	—	—	—	—
4												—	—	—	—	—	—	—	—
5	30./III. 10 ^h a. m.	6.7	5.4	SW flau	0.5	1.2	5.97	+ 18	0	0	2	165	126	9300	105	98 600	200	122	
6												—	123	9050	109	17 600	—	119	
7	26./IV. 10 ^h a. m.	6.7	3.6	WSW flau	1.0	1.02	0.08	+ 12	0	schwach aus	7	180	122	9200	103	129 000	230	120	
8												—	125	10 100	112	18 900	—	127	
9	29./IV. 10 ^h a. m.	3.7	11.7	NO flau	1.7	0.04	0.02	+ 19	0	ein	9	—	—	—	—	—	—	—	
10												—	—	—	—	—	—	—	
11	3./V. 8-10 ^h a. m.	6.3	9.3	SO frisch b. stark	2.1	2.29	0.04	+ 4	0	ein u. aus	6	395	143	10 500	53	14 000	345	140	
12												—	144	10 700	63	4 100	—	147	
13	27./V. 10 ^h a. m.	9.3	11.1	WNW flau	3.5	—	—	+ 9	aus	ein	12.5	—	—	—	—	—	—	—	
14												—	—	—	—	—	—	—	
15	29./V. 9 ^h a. m.	4.0	14.2	NW flau	1.2	0.05	0.10	+ 3	schwach aus	schwach ein	13.8	110	72	5550	59	75 000	140	77	
16												—	80	6250	57	10 300	—	87	
17	15./VI. 10—11 ^h a. m.	7.0	11.3	N flau	1.7	2.16	0.70	+ 11	ein	schwach aus	17.5	140	75	5900	73	16 400	160	88	
18												—	90	6600	77	900	—	83	
19	24./VI. 5 ^h p. m.	6.3	3.3	W stürmisch	6.8	0.02	0.56	- 27	stark ein	stark aus	15	—	—	—	—	—	—	—	
20												—	—	—	—	—	—	—	
21	2./VII. 10 ^h a. m.	7.7	19.1	SW stark	2.9	20.4	3.55	+ 14	aus	aus u. ein	17.5	200	94	7850	56	34 700	125	95	
22												—	100	8150	55	5800	—	102	
23	2./VIII. 10 ^h a. m.	7.0	18.1	SO mässig	1.4	0.09	0.42	+ 9	0	aus	17.5	75	123	10 000	[15]	78 200	145	124	
24												—	130	10 600	[15]	7800	—	130	
25	3./IX. 10 ^h a. m.	0.7	19.7	SW mässig	1.3	0	0	+ 24	0	ein u. aus	16.3	140	130	10 800	[23]	20 000	130	124	
26												—	129	11 000	[21]	4800	—	128	

Mitte des Kieler Innenhafens im Jahre 1895.

B			C					D				E					
über der Germania- werft			in der Mitte der Wilhel- minenhöher Fähre					nahe der Grenze des Handelshafens				zwischen Sielmündung 19 und Schwentinemündung					
Chlorgehalt mg i. L.	Permanganat- verbrauch mg p. L.	Keimgehalt i. cem	Durchsichtigkeit i. cm	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt mg i. L.	Permanganat- verbrauch mg p. L.	Keimgehalt i. cem	Durchsichtigkeit i. cm	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt mg i. L.	Permanganat- verbrauch mg p. L.	Keimgehalt i. cem	Durchsichtigkeit i. cm	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt mg i. L.	Permanganat- verbrauch mg p. L.	Keimgehalt i. cem
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300	126	9300	101	7200
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127	9300	80	4400
—	—	—	210	126	9250	94	5300	240	126	9250	94	9400	—	—	—	—	—
—	—	—	—	127	9350	101	7500	—	126	9350	106	31 100	—	—	—	—	—
8750	81	108 700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8850	88	13 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9350	110	18 700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 100	105	10 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	218	95	7300	55	19 000	135	102	7650	58	17 400	—	—	—	—	—
—	—	—	—	108	8100	59	12 300	—	112	8750	62	10 500	—	—	—	—	—
10 350	58	18 600	—	—	—	—	—	385	141	10 500	59	10 500	375	139	10 400	52	9000
10 700	60	6400	—	—	—	—	—	—	145	10 850	58	800	—	141	10 500	58	5600
—	—	—	—	—	—	—	—	160	78	5950	58	37 500	150	76	5750	56	8300
—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	5950	58	8300	—	—	—	—	3100
5650	57	82 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6350	60	7200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6600	88	13 200	185	84	6700	70	37 100	190	84	6650	69	11 200	205	83	6350	88	2800
6650	74	860	—	84	6600	88	2400	—	83	6550	73	2940	—	84	6550	68	5000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	E ₁	99	7800	57	33 200
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		99	7900	55	15 000
7850	57	189 000	125	93	7650	56	214 200	100	92	7600	57	239 400	175	96	7950	59	54 000
8250	55	5500	—	99	8100	56	12 200	—	100	8100	51	4400	—	98	7950	56	1900
10 750	[22]	91 600	170	125	10 250	[19]	22 100	260	125	10 200	[17]	5600	270	125	10 200	12	3500
10 500	[16]	5400	—	130	10 600	[15]	2900	—	130	10 550	[17]	1900	—	128	10 700	11	1200
10 950	[22]	35 000	260	126	10 700	[23]	6100	300	132	10 800	[19]	4690	—	—	—	—	—
10 900	[18]	5100	—	128	10 950	[22]	1500	—	128	11 100	[14]	1900	—	—	—	—	—

Tiefenprobe zurückblieb und nur 3 Mal denselben etwas übertraf. Erheblichere Unterschiede in dem Permanganatverbrauch der am selben Tage an den verschiedenen Stellen entnommenen Proben kamen nicht vor. Nur bei der am 29. Mai bei *A* geschöpften Oberflächenprobe fand sich eine Spur von Ammoniak und in der Tiefenprobe eine Spur von salpetriger Säure, sonst fehlten in der Mittellinie Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure regelmässig gänzlich.

Das Verhalten des Keimgehaltes an den einzelnen Entnahmestellen geht aus der folgenden Uebersicht hervor. Es wurden gefunden:

	an der Oberfläche			in 3 ^m Tiefe		
	wenigstens	höchstens	im Mittel	wenigstens	höchstens	im Mittel
bei <i>A</i>	14000	129000	58238	900	18900	8775
„ <i>B</i>	13000	189000	69675	860	13600	6808
„ <i>C</i>	5300	214000	50633	1500	12300	6467
„ <i>D</i>	4690	239400	41961	800	31100	7730
„ <i>E</i>	2800	54000	14133	1200	5600	6533

Der Keimgehalt ist mithin im Innenhafen stets erhöht gefunden worden, und zwar namentlich im Handelshafen sowie im Anfangstheil des Kriegshafens. Mit der Entfernung von der Hörn macht sich im Allgemeinen eine Abnahme des Keimgehaltes bemerkbar. Dieselbe erfolgt von *B* bis *C* und *D* langsamer als von *D* bis *E*. Berücksichtigen wir nur die Mittelwerthe, so finden wir an der Oberfläche 6 bis 10 Mal so viel Bakterien wie in 3^m Tiefe, woselbst die durchschnittlichen Keimzahlen an den verschiedenen Entnahmestellen nur wenig von einander abweichen, der Keimgehalt aber immer noch den von uns für nicht verunreinigtes Meerwasser angenommenen Grenzwert von 500 um mehr als das Zwölfte übersteigt. Unter den Mindestwerthen für den Keimgehalt in der Tiefe finden sich drei, welche mit 800, 860 bzw. 900 (Tabelle XI) diesem Grenzwert schon recht nahe kommen. Nur 2 Mal war der Keimgehalt in der Tiefe höher als an der Oberfläche, und zwar nur bei *D*, Probe 4, beträchtlich höher. Die Abnahme des Keimgehaltes mit der Entfernung von der Hörn ist auch aus der Fig. 1, S. 70, schön zu erkennen, man bemerkt hier auch die recht beträchtlichen Schwankungen des Keimgehaltes an einzelnen Entnahmestellen. Zu gewissen Zeiten wurden an derselben Stelle 9 bis 50 Mal so viel Bakterien gefunden als zu anderen. Zu ähnlichen weit auseinander liegenden Werthen für den Keimgehalt war auch Dr. Davids bei seinen im Ganzen nur 2 Mal, am 9. und 19. April 1895 ausgeführten Keimgehaltsbestimmungen gekommen (1). Die Entnahmestellen zugleich mit den Ergebnissen sind in der Fig. 2,

S. 73, eingetragen. Der Keimgehalt war am 19. April, abgesehen von zwei Proben aus dem Aussenhafen und derjenigen aus der Schwentinemündung, überall höher als am 9., derart, dass er das 4 bis 29fache von dem damaligen Keimgehalt betrug. Dr. Davids spricht in seinem Bericht die Vermuthung aus, dass „die Unterschiede der Keimzahlen im Allgemeinen wohl auf Strom- und Windverhältnisse und auf den Temperaturunterschied der Aussenluft zurückzuführen sein werden“, ohne indess auf diese Verhältnisse näher einzugehen. Die nachstehende, nach den Ablesungen des Hafenamtes und den Beobachtungen des Instituts für atmosphärische Physik aufgestellte Uebersicht giebt ein Bild von dem Verhalten des Hafenwassers und der Witterung vor und während der Probenentnahme, die jedes Mal in der Zeit von 9 bis 11 Uhr stattfand.

Datum	Bewölkung (in Zehntel des Himmelsgewölbes)	Temperatur (Tagesmittel) ° C.	Niederschläge	Menge in mm	Windrichtung	Durchschn. Wind- geschwindigkeit m	Wasserstand			Strömung			Wasser- temperatur ° C.
							Morgens cm	Mittags cm	Abends cm	Morgens	Mittags	Abends	
7. April	7.0	4.7	Hagel	0.11	WNW— WSW	4.5	± 0	+ 10	+ 5	0	0	0	2.5
8. April	5.3	3.8	Schnee	0.42	WSW	4.5	— 21	— 21	— 29	0	aus	0	2.5
9. April	6.7	6.8	Nebel	0.18	WSW	2.2	± 0	± 0	± 0	0	0	0	2.5
17. April	1.0	8.1	0	0	ONO— OSO	1.5	+ 19	+ 21	+ 19	0	0	0	6.3
18. April	6.7	10.2	einzelne Regen- tropfen		OSO	1.3	+ 21	+ 21	+ 14	0	0	0	6.3
19. April	5.7	11.3	Regen Abends	7.34	OSO	0.2	+ 19	+ 14	+ 14	0	0	0	5.0

Hiernach war bei der zweiten Untersuchung der Wasserstand um 19^{cm} höher, derselbe hatte aber seit 48 Stunden bei den regelmässigen Morgens 6 Uhr, Mittags 12 Uhr und Abends 6 Uhr ausgeführten Ablesungen nur minimale Schwankungen (zwischen 21 und 14^{cm}) erkennen lassen, und war bei den regelmässigen Beobachtungen eine Strömung nicht wahrgenommen worden. Bei der geringen Windstärke, die seit mehreren Tagen herrschte, kann auch die Wellenbildung keine grosse gewesen sein, und wird von Dr. Davids besonders hervorgehoben, dass das Wasser bei Entnahme der Proben ruhig war. Die Wassertemperatur war um 2.5°, die mittlere Lufttemperatur um 4.5° höher als am 9. April. Damals war der Wasserstand ± 0, am Tage vorher hatte aber eine stärkere auslaufende Strömung bestanden, so dass sich der Wasserstand auf — 29^{cm} vermindert

hatte. Während der Nacht muss daher einlaufende Strömung gewesen sein, während der Entnahme selbst fehlte am 9. sowohl wie am 19. April jede stärkere Strömung. Der niedrige Wasserstand am 8. April war durch den stärkeren südwestlichen Wind, der zwei Tage lang herrschte, bedingt; derselbe hatte auch eine stärkere Wellenbewegung an dem Hafenwasser hervorgerufen, und erfahren wir von Dr. Davids, dass am 9. April das Wasser ziemlich bewegt war. Dass der geringe Unterschied in der Temperatur der Luft und des Wassers die starken Abweichungen im Bakterien-

Fig. 3.

gehalt veranlasst haben sollte, ist nach unseren sonstigen Erfahrungen nicht wahrscheinlich, dagegen sprechen unsere Erfahrungen und Beobachtungen, wie wir weiterhin sehen werden, dafür, dass die mehrere Tage hindurch geringfügige bzw. fehlende Strömung, in Verbindung mit der schwachen Wellenbewegung bei der zweiten Untersuchung an dem im Allgemeinen höheren Keimgehalt schuld ist, insofern dadurch die Vermischung der Schmutzwässer mit dem Hafenwasser beeinträchtigt bzw. verzögert worden ist.

Die recht erheblichen Unterschiede, die wir in dem Keimgehalt an den einzelnen Uferabschnitten zu verschiedenen Zeiten beobachteten (Vergl. die Tabelle X), rühren zum Theil daher, dass manche Proben (= 2, 3, 7, 8, 11 u. 12) das erste Mal näher am Ufer, in seichterem Wasser geschöpft sind. Trotz der niedrigeren Aussen- und Wassertemperatur war hier im März der Keimgehalt höher als im April. Die Proben 24 u. 25, ebenfalls mit einem weit höheren Keimgehalt als die Probe 26, sind im März bezw. April etwas näher am Ufer, aber immer noch bei 2^m Tiefe entnommen. Dagegen fanden sich bei den 3 Mal an derselben Stelle entnommenen Proben

zwischen den Sielen 11 und 10:

am 19./III. bei 1° C. und einl. Strömung . .	655 000 Keime,
„ 29./IV. „ 9° „ „ fehlender Strömung	10 700 „
„ 29./V. „ 13° „ „ schwachausl. Ström.	40 000 „

zwischen den Sielen 3 und 2:

am 19./III. bei 1° C. und einl. Strömung .	62 000 Keime,
„ 26./IV. „ 7° „ „ fehlender Strömung	36 000 „
„ 29./V. „ 13° „ „ schwachausl. Ström.	134 800 „

vor der Germania Werft:

am 30./III. bei 1° C. und fehlender Strömung	89 400 Keime,
„ 29./IV. „ 9° „ „ fehlender Strömung	10 000 „
„ 29./V. „ 13° „ „ schwachausl. Ström.	131 000 „

im Cubikcentimeter. Trotz der höheren Wassertemperatur war im April der Keimgehalt durchweg niedriger als im März. Im Mai allerdings bei noch höherer Temperatur fanden sich an allen drei Stellen mehr Bakterien als im April, an zwei Stellen auch mehr als im März. Vom 27. bis 29. Mai bewegte sich aber der Wasserstand nur zwischen 0 und + 9.5^{cm}, und fehlte es in dieser Zeit an jeder stärkeren Strömung, auch war der Wind so flau, dass es zu einer irgendwie nennenswerthen Wellenbewegung nicht gut kommen konnte. Dagegen gingen den Entnahmen am 26. bezw. 29. April innerhalb der letzten 24 Stunden eine auslaufende bezw. aus- und einlaufende Strömung voraus, und war die Wasseroberfläche am 26. April wegen des vorausgegangenen stärkeren Windes mehr bewegt. Indess aus den vorliegenden Versuchsergebnissen wird man schon, weil ihre Zahl eine geringe ist, Schlüsse auf die den Keimgehalt vermindernde Wirkung der Winde und Strömungen nur mit Vorsicht ziehen dürfen. Es kommt noch hinzu, dass der Keimgehalt in den Uferabschnitten in höherem Maasse von der localen Zufuhr von Verunreinigungen beeinflusst zu werden scheint als von den Bewegungsvorgängen. Schon der besonders

Tabelle XII.

Der Keimgehalt am Westufer des Innenhafens bei den regelmässigen Untersuchungen im März, April und Mai 1896.

Nummer	Tag der Probenentnahme	Bewölkung (mittlere in $\frac{1}{10}$ des Himmelsgewölbes)	Luftwärme °C. Tagessmittel	Niederschläge	Wind	Wasserstand	Strömung		Wasserwärme in °C.	Entnahmestelle	
							Richtung (ein- oder auslaufend)	Geschwindigkeit Meter in der Minute 55		Schlossbrücke 43 m vom Ufer	Reventlou- brücke 91 m vom Ufer
1	22./III.	6·3	11·2	0	SO flau	±0	aus	—	4	5440	7780
2	23./III.	3·7	—	0	W flau	+5	ein	1·5	4	3110	48 600
3	26./III.	6·7	11·6	0	S flau	+5	aus	3·0	5	40 650	36 150
4	30./III.	10	4·3	Regen	N mässig	+67	ein	4·5	5	62 200	55 700
5	2./IV.	6·6	4·1	Schnee	„	+30	„	2·5	5	57 700	3400
6	9./IV.	10	9·3	Regen	W flau	+4	aus	1·5	6	6730	16 510
7	13./IV.	8·0	5·4	Regen	WSW boig	±0	„	1·5	5	7750	7480
8	16./IV.	5·7	6·4	0	NNO flau	±0	ein	1·25	6	6000	9715
9	20./IV.	6·3	5·7	0	„	+7	„	2·0	6	9750	6125
10	23./IV.	9·0	7·2	0	NNO mässig	+19	„	2·5	6	25 750	60 000
11	27./IV.	10	11·2	0	WSW frisch	—26	aus	1·5	7	4005	57 000
12	30./IV.	7·3	8·2	0	W mässig	+7	ein	1·5	7	4550	51 000
13	4./V.	0·0	10·2	0	NO mässig	+17	„	2·5	10	60 550	49 000
14	7./V.	10	12·7	0	NNO flau	+7	„	1·0	10	10 780	11 000
15	11./V.	0·00	15·7	0	NO flau	—7	„	—	14	51 050	11 000
16	15./V.	10·0	10·3	0	NW stark	±0	aus	2·0	13	6205	7000
17	18./V.	9·7	11·4	0	NO mässig	+0	„	0·5	13	57 550	8455
18	21./V.	10·0	9·5	Regen	WNW mässig	+12	„	2·0	11	5350	12 370
19	26./V.	2·3	12·9	0	NW flau	±0	ein	1·2	13	5725	5105
20	29./V.	6·7	11·6	0	W frisch	+2	aus	2·0	14	35 550	3550

hohe, am 19. März zwischen den Sielen 11 und 10 gefundene Keimgehalt von 655 000 weist auf derartige locale Einflüsse hin, noch mehr aber die in der Zeit vom März bis Mai 1896 regelmässig jeden Montag und Donnerstag Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr ausgeführten Keimgehaltsbestimmungen. Hierzu wurden die Proben 3^m entfernt vom freien Ende der Reventlou- bzw. Schlossbrücke, im ersteren Falle 91^m vom Ufer und 41^m von der Mündung des Siels Nr. 19, im letzteren etwas südlich von der Grenze zwischen Kriegs- und Handelshafen, in 43^m Abstand vom Ufer zwischen den Sielen 14 und 13 entnommen. (Vergl. die Tab. XII).

Es wurde beobachtet

	an der Schlossbrücke	an der Reventloubrücke
ein durchschnittlicher Keimgehalt von	23 347 Keimen,	23 319 Keimen,
ein höchster Keimgehalt von	60 000 „	62 200 „
ein niedrigster Keimgehalt von	3 400 „	3 110 „

Es verhielt sich der Keimgehalt mithin im Allgemeinen an den beiden Stellen sehr ähnlich. An beiden fanden Schwankungen bis fast auf das Zwanzigfache des Mindestwerthes statt, aber diese Schwankungen entsprachen einander nicht, zu Zeiten eines besonders hohen Keimgehaltes vor der Reventloubrücke wurde vor der Schlossbrücke oft ein weit niedrigerer Keimgehalt gefunden und umgekehrt. Es gelang daher auch nicht bei einem Vergleich des Verhaltens von Luft und Wasser einerseits mit dem Keimgehalt andererseits irgendwelche constante Einflüsse der Witterung, Strömung u. s. w. herauszulesen. Eher durfte man dies bei den Keimgehaltsbestimmungen aus der Mitte des Hafens erwarten. Hier tritt uns zunächst ein irgendwie nennenswerther Einfluss der Temperatur und Jahreszeit auf den Keimgehalt nicht entgegen. Denn betrachten wir die Tabelle XI, so finden wir wohl, von unbedeutenden Abweichungen abgesehen, ein allmähliches Ansteigen der Wasser- und Lufttemperatur vom März bis August bzw. September, aber der Keimgehalt lässt weder an den drei näher bei den Sielen befindlichen Entnahmestellen *A*, *B* und *C*, noch bei den von den Sielen 400 bzw. 600^m weit entfernten Stellen *D* und *E* eine Uebereinstimmung mit der Temperatur und Jahreszeit erkennen. Der höchste Keimgehalt fällt hier am 2. Juli wohl mit der höchsten Wasser- und auch mit der zweithöchsten Lufttemperatur zusammen, aber bei derselben Wasser- und einer ähnlichen oder sogar noch höheren Lufttemperatur wurden an der Schöpfstelle *D* im August und September auch die beiden niedrigsten Werthe für den Keimgehalt gefunden, und ganz Aehnliches beobachten wir bei *E*. Auch Beziehungen zur Bewölkung und zu den Niederschlägen ergeben sich nicht. Nicht

nur nach den besonders klaren Tagen im Anfang des September, sondern auch nach der stärkeren Bewölkung vom 15. Juni sowie im August finden wir bei *D* und *E* niedrige Werthe, und wenn auf der einen Seite nach den besonders reichlichen Niederschlägen des 1. Juli am darauffolgenden Tag an den meisten Entnahmestellen der höchste Keimgehalt (= Nr. 21 der Tabelle XI) gefunden wurde, so vermissen wir nach den nicht unbedeutenden Niederschlägen am 25. März (Nr. 1 der Tabelle XI) ebenso wie nach den noch weit stärkeren am 3. Juli 1896 (vergl. die Tab. XIII, Nr. 33 bis 34) einen höheren Keimgehalt bei *E* bzw. *D*. Auch das Verhalten des Windes erklärt uns nicht den auffallend hohen Keimgehalt am 2. Juli, denn derselbe war an diesem wie auch an dem vorausgegangenen Tage nicht schwächer als an manchen anderen Entnahmetagen, an denen der Keimgehalt ein geringerer war. Auch Wasserstand und Strömung waren am Tag der Entnahme und Tags zuvor nicht so, dass wir darauf den besonders hohen Keimgehalt vom 2. Juli zurückführen könnten, denn es hatte am Tage vorher eine etwas starke auslaufende Strömung bestanden, der Wasserstand war von $+21\text{ cm}$ Mittags auf ± 0 Abends gesunken, in der Nacht aber wieder auf $+14\text{ cm}$ gestiegen, so dass also während der Nacht mässige einlaufende Strömung vorhanden gewesen sein musste. Nun waren allerdings in der Zeit vom 27. bis 30. Juni an dem Wasserstand nur ganz geringfügige Schwankungen vorgekommen, der Wind war durchweg nur schwach, und Strömungen wurden in dieser Zeit weder direct beobachtet, noch waren sie nach dem Verhalten des Wasserstandes anzunehmen. (Vergl. auch die Tabelle XV, Zeile 16 bis 20.) Es musste also in diesem Falle zunächst unentschieden bleiben, ob die mehrere Tage hindurch fehlende Strömung bei verhältnissmässig hoher Wassertemperatur einen so hohen Keimgehalt zu Stande gebracht hatte, dass trotz der aus- und einlaufenden Strömung am Tage vorher und trotz der schwachen auslaufenden Strömung während der Entnahme noch ein so hoher Keimgehalt gefunden wurde. Denn dass der höhere Grad der Hafenverunreinigung, der von uns am 2. Juli im Innenhafen und, wie schon hier bemerkt sein mag, am 1. Juli auch im Aussenhafen gefunden war, etwa noch mit der Feier zur Eröffnung des Kaiser-Wilhelm-Canals in ursächlichem Zusammenhang stand, konnte man unmöglich annehmen, da der bei weitem grösste Theil der zur Feier im Kieler Hafen versammelten Schiffe ebenso wie die meisten Fremden schon seit einer Woche Kiel wieder verlassen hatten. Es schien daher gerathen, in diesem Jahre etwa um dieselbe Jahreszeit weitere Versuche anzustellen, um eventuell über diese fraglichen Punkte Auskunft zu erlangen. Es traf sich so glücklich, dass für die diesjährigen Untersuchungen zunächst eine längere durch grosse Wärme, fehlende Niederschläge, schwachen Wind und in Folge

dessen auch schwache Strömungen des Hafenwassers ausgezeichnete Periode ausgewählt werden konnte, an welche sich dann eine solche mit niedrigerer Temperatur, mehrfachen Niederschlägen, stärkeren Winden und häufigeren Wasserstandsschwankungen und Strömungen anschloss. Diese in den Juni und Juli fallenden Untersuchungen sind in der Tabelle XIII gleichzeitig mit ausführlicheren Angaben über Witterung sowie über den Stand, die Bewegung und die Temperatur des Hafenwassers zusammengestellt. Jedesmal wurden Proben sowohl im Handels- als im Kriegshafen, in ersterem in der Mitte, ein wenig hafeneinwärts von *B*, am Ostufer beim Badefloss II sowie am Westufer zwischen den Sielen 5 und 4, und zwar beide Male in etwa 20^m Abstand vom Ufer entnommen. Im Kriegshafen erfolgte dann jedesmal unmittelbar darauf die Entnahme aus der Mitte bei *D*, ferner 20^m vor der Seeburgbrücke, d. h. etwa 30^m vor der Mündung des Krankenhaussiels (= Nr. 17) und beim Badefloss I, etwa 100^m von der Mündung dieses Siels. Bei den späteren Untersuchungen wurden gleichzeitig Proben vor der Schloss- und Reventloubrücke (ganz ebenso wie früher) und ausserdem einige Male solche aus dem Männerbad der Seebadeanstalt (= zwischen den Sielen 20 und 19, etwa 40^m vom Ufer), der Bellevuebadeanstalt (etwas auswärts vom Siel 21, im Aussenhafen nahe der Grenze zwischen Innen- und Aussenhafen) entnommen.

Die nachstehende Uebersicht lässt erkennen, dass das Wasser im Kriegshafen weniger verunreinigt war als im Handelshafen. Im Handelshafen war das Wasser am Westufer im Allgemeinen unreiner als am Ostufer und hier unreiner als in der Mitte. Im Kriegshafen zeigte sich das Wasser vor der Seeburgbrücke etwas stärker verunreinigt als beim Badefloss I, und war es in der Mitte am reinsten.

An der Schloss- und Reventloubrücke bewegte sich der Keimgehalt in den früheren Grenzen, und überschritt an der Schlossbrücke der Durchschnitt mit 23 800 nur wenig den früheren von 23 347, während der Durchschnitt an der Reventloubrücke mit 11 793 unter der Hälfte des früheren blieb. An allen Entnahmestellen fiel die stärkste Verunreinigung auf den 16. Juni, an den meisten die zweitstärkste auf den 20. Juni. An den Badeflossen war der zweitgrösste Keimgehalt am 26. Juni vorhanden, es wurde aber hier am 20. Juni ein höherer Gehalt an suspendirten Theilen gefunden.

Es wurde beobachtet bei je sechsmaliger Untersuchung:

Im Handelshafen.

	Westufer zwischen Siel 5 und 4			Ostufer b. Badefloss II			Mitte b. B.		
	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt
eine Durch- sichtigkeit von:	60	—	—	125	—	—	140	—	—
	—	125	—	—	160	—	—	180	—
	—	—	104	—	—	140	—	—	149 ^{cm}
ein Gehalt an suspend. Theil. von:	25	—	—	13	—	—	8	—	—
	—	141	—	—	66	—	—	61	—
	—	—	82	—	—	34	—	—	23 ^{mg i. L.}
ein Keim- gehalt von:	25 950	—	—	4 050	—	—	22 900	—	—
	—	8 279 500	—	—	4 198 700	—	—	3 272 050	—
	—	—	1 810 308	—	—	770 716	—	—	623 125 Kei- men

Im Kriegshafen.

	Westufer, Seeburgbrücke			Badefloss I.			Mitte b. D.		
	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt	min- destens	höchstens	im Durch- schnitt
eine Durch- sichtigkeit von:	75	—	—	135	—	—	135	—	—
	—	210	—	—	200	—	—	200	—
	—	—	157	—	—	166	—	—	168 ^{cm}
ein Gehalt an suspend. Theilen von:	9	—	—	11	—	—	5	—	—
	—	41	—	—	31	—	—	20	—
	—	—	19	—	—	18	—	—	9 ^{mg i. L.}
ein Keim- gehalt von:	6050	—	—	9400	—	—	8710	—	—
	—	1 210 000	—	—	585 000	—	—	289 600	—
	—	—	305 800	—	—	170 592	—	—	73 432 Keimen

Im Vergleich zu dem am 20. Juni noch stark verunreinigten Wasser im Innenhafen erschien dass Wasser aus der Bellevuebadeanstalt an diesem Tage ziemlich rein, insofern die Scheibe erst in 180^{cm} Entfernung dem Gesicht entschwand, die Menge der suspendirten Theile nur 5^{mg} pro Liter und der Keimgehalt nur 520 betrug. Am 26. Juni waren hier die Verhältnisse noch günstiger, dagegen hatte das Wasser in der Seebade-

anstalt am 20. Juni sogar einen höheren Keimgehalt (333 500) als an den beiden Badesflüssen, während am 26. Juni der Keimgehalt nur wenig erhöht (= 2950) erschien. Vergleichen wir nun die Witterung, den Stand, die Bewegung und die Temperatur des Wassers mit den Ergebnissen der Untersuchung an den verschiedenen Entnahmetagen auf der Tabelle XIII, so sehen wir, dass dem 16. Juni mit dem am meisten verunreinigten Hafenwasser eine 5 tägige Periode mit geringer Bewölkung (0 bis 3·7), hoher Luftwärme (19·2 bis 22·2° C.), äusserst geringen Niederschlägen (0 bis 0·08 mm) und schwachen Winden (1·15 bis 1·86 m i. d. Sec.) vorausging. An dem in Folge des schwachen Windes nur wenig bewegten Wasser, dessen Temperatur von 17·5 bis 21·3° C. anstieg, schwankte der Wasserstand nach den regelmässig 3 Mal am Tag ausgeführten Pegelstandsablesungen zwischen 19 und 14 cm und fiel er dann am Tag vorher vom Morgen bis zum Abend von + 14 auf 0, um über Nacht wieder auf + 19 cm anzusteigen. Fünf Tage lang war bei den regelmässigen Beobachtungen keine Strömung verzeichnet, sie konnte auch nach dem Verhalten des Wasserstandes 4 Tage hindurch nur eine ganz geringfügige gewesen sein. Am Tage vor der Entnahme muss schwache auslaufende mit darauffolgender schwacher einlaufender Strömung gewesen sein. Bei der Entnahme der Proben am 16. Juni war eine ganz schwache auslaufende Strömung zu beobachten, die an den meisten Stellen eine Geschwindigkeit von 0·5 bis 2·0 m i. d. Min., bei *D* in der Hafenmitte, sowie bei der Seeburgbrücke aber 3 m i. d. Min. erreichte. Vor dem 20. Juni mit der zweitstärksten Verunreinigung finden wir eine etwas stärkere Bewölkung, ein Absinken der Lufttemperatur von 23·3° auf 18·0° C., am Tag vorher ein wenig Regen (= 0·93 mm), etwas stärkeren Wind (3·35 bis 1·871) und dementsprechend in dem übrigens noch recht warmen Wasser (23·3 bis 20·0° C.) etwas stärkere Niveauschwankungen (+ 14 bis — 7), die innerhalb der letzten 24 Stunden vor der Entnahme zu einer mässigen auslaufenden, während der Entnahme noch in geringem Maasse fortbestehenden Strömung führten. Wir haben somit vor dem 16. bzw. vor dem 20. Juni 1896 ein ähnliches Verhalten des Wassers wie vor dem 2. Juli 1895, nämlich mehrere Tage schwachen Wind, geringe Niveauschwankungen, wenig oder gar keine Strömungen, keine nennenswerthe Wellenbewegung und nur innerhalb der letzten 24 Stunden vor der Probenentnahme etwas auslaufende Strömung, wir finden aber auch hier, ähnlich wie damals, einen besonders stark erhöhten Keimgehalt bei *D*. Verfolgen wir dagegen die Witterung und das Verhalten des Hafenwassers bei bzw. einige Tage vor der Entnahme der Proben für die späteren Untersuchungen, so sehen wir, dass hier entsprechend den häufigeren und stärkeren Schwankungen des Wasserstandes häufiger Strömungen stattgefunden haben, dass

Tabelle XIII. Das Kieler Hafen-

Nummer	Probenentnahme		Mittlere Bewölkung	Luftwärme, Tages- mittel ° C.	Niederschläge		Windrichtung	Mittlere Windstärke m pro Sekunde	Wasserstand		
	Tag	Zeit			Art	Menge			Morgens 6 ^h	Mittags 12 ^h	Abends 6 ^h
1	6. Juni	Mittags 12 ^h	10·0	17·8	Regen	3·41	SSW—NW	1·22	—	—	—
2	Sonnabend		7·0	15·4	n. d. Gewitter	—	W mässig	—	—	+ 7·0	—
3	7. Juni		7·0	15·4	Regen	2·66	WNW	9·6	+ 9·5	+ 7	+ 7·0
4	8. „		—	—	—	—	—	—	+ 7	± 0	+ 12
5	9. „		9·7	19·2	—	1·15	OSO—ONO	2·46	+ 14	+ 14	+ 24
6	10. „	10 ^h a. m.	7·0	18·9	—	0	SO—SW	1·80	+ 36	+ 14	+ 14
7	Mittwoch		—	—	—	0	SSW frisch	—	+ 17	+ 17	—
8	11. Juni		2·0	19·2	—	0·02	ONO	1·49	+ 19	+ 14	+ 12
9	12. „		3·7	20·0	—	0·08	NO—NW	1·86	+ 19	+ 14	+ 14
10	13. „		3·3	19·5	—	0·01	WNW—NNO	1·84	+ 14	+ 14	+ 14
11	14. „	„	2·0	22·2	—	0	ONO—NO	1·15	+ 19	+ 14	+ 14
12	15. „		0	20·8	—	0	ONO—OSO	1·66	+ 14	+ 10	± 0
13	16. „		0	21·4	—	0	OSO—ONO	2·19	+ 10	+ 7	+ 5
14	Dienstag		0	—	—	—	SO flau	—	+ 9	+ 9	ganz
15	17. Juni		3·3	23·3	—	0	ONO—OSO	3·35	+ 10	+ 14	+ 7
16	18. „	„	8·3	21·2	—	0	WSW—NNW	2·60	+ 12	+ 14	— 5
17	19. „		7·3	18·0	Regen	0·93	NW—WSW	2·12	+ 12	+ 12	— 5
18	20. „		8·3	18·2	—	0	WSW	1·87	— 7	± 0	± 0
19	Sonnabend		—	—	—	—	NW flau	—	— 7	ganz schwach	—
20	21. Juni		7·7	15·1	—	0	NNW—W	4·06	— 7	— 14	— 24
21	22. „	10 ^h a. m. — 1 ^h p. m.	9·3	14·5	Regen	4·00	WSW—WNW	4·18	— 14	— 14	— 21
22	23. „		8·3	16·0	—	—	—	—	— 10	± 0	± 0
23	24. „		8·7	16·0	—	0	WNW	1·94	+ 7	+ 12	+ 21
24	25. „		6·7	15·3	—	0	W—WNW	1·76	+ 36	+ 21	+ 24
25	26. „		6·7	15·5	—	0	NNW—W	2·00	+ 38	+ 21	+ 21
26	Freitag	„	—	—	—	0	NW flau	—	+ 21	+ 21	—
27	27. Juni		3·3	15·2	—	0·02	NW—WSW	1·92	+ 29	+ 14	+ 14
28	28. „		8·3	16·1	—	0	WSW—W	1·58	+ 21	+ 14	+ 14
29	29. „		4·7	12·9	Regen	1·92	W—WNW	4·63	+ 21	+ 21	+ 12
30	30. „		10·0	13·8	—	5·05	WSW—SSW	2·75	— 10	— 7	+ 24
31	1. Juli	„	9·0	13·5	—	12·30	SW—W	2·84	— 5	± 0	± 0
32	2. „		10·0	13·2	—	2·80	SSW—N	2·59	+ 17	± 0	+ 10
33	3. „		10·0	13·3	—	34·21	W	1·79	+ 19	+ 19	+ 7
34	Freitag		—	—	—	—	—	—	+ 24	+ 24	—
35	4. Juli		10·0	13·7	—	9·80	WSW	1·97	+ 14	+ 21	+ 21
36	5. „	10 ^h a. m.	8·0	14·0	—	8·79	WSW—WNW	3·98	— 7	+ 7	+ 21
37	6. „		6·7	14·0	—	1·25	WNW	2·3	+ 36	+ 14	± 0
38	7. „		2·0	17·9	Nebel	0·16	WNW	1·3	+ 19	+ 21	+ 21
39	8. „		6·3	19·8	—	0·07	Stille	0·6	+ 21	+ 14	+ 29
40	9. „		8·0	21·9	—	0·04	ONO—WNW	0·75	+ 29	+ 19	+ 21
41	Donnerstag	10 ^h a. m.	—	—	—	—	—	—	+ 21	+ 21	—
42	10. Juli		9·3	22·0	—	—	WSW—NNW	0·81	+ 29	+ 14	+ 14
43	11. „		7·3	14·9	Regen	0·48	WNW	3·62	+ 19	+ 14	+ 12
44	Sonnabend	10 ^h a. m. — 1 ^h p. m.	—	—	—	—	WNW flau b. kräftig	—	+ 15	—	—

wasser im Juni und Juli 1896.

			Handelshafen. Westufer zw. d. Sielen 5 u. 4,20 ^m v. Ufer				Hörn. Mitte, etwas einwärts von B.				Ostufer b. Badefloss II ca. 20 ^m vom Ufer			
Morgens 6 ^h	Strömung ein- od. auslaufend		Wasserwärme °C.	Durchsichtigkeit cm		Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificisches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm		Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificisches Gewicht	Zahl der Keime im cem	
	Mittags 12 ^h	Abends 6 ^h		Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificisches Gewicht			Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificisches Gewicht		Zahl der Keime im cem	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	schw. aus	—	17-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	ein	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	ein	ein	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	aus	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
auslaufende Ström.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17-5	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	18-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	18-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	21-3	30	—	—	—	—	95	—	—	—	—	—
—	—	—	21-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
schw. ausl. Ström.	—	—	—	60	141	72	8 279 500	180	61	90	3 272 050	160	56	98 4 198 700
—	—	—	21-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	21-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	—	20-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	20-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
auslaufende Ström.	—	—	—	105	101	90	2 145 000	145	43	97	190 800	140	66	94 72 600
—	aus	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	ein	aus	+ 18-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	ein	—	18-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	ein	aus	18-8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	aus	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
schw. einl. Ström.	—	—	—	125	25	85	102 500	150	8	90	104 000	125	18	94 94 000
aus	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	ein	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	ein	—	16-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	15-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
auslaufende Ström.	—	—	—	95	75	87	258 000	140	9	99	126 000	140	23	99 75 000
—	ein	aus	15-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	ein	ein	15-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	aus	—	15-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	15-0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	ein	—	16-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
schw. ausl. Ström.	—	—	Ström.	125	98	100	25 950	140	10	100	22 900	140	25	99 4050
—	ein	aus	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
auslaufende Ström.	—	—	Ström.	115	54	98	50 900	140	9	98	23 000	135	13	97 30 750

Tabelle XIII

Nummer	Probenentnahme		Schlossbrücke 43 ^m vom Ufer				Kriegshafen. Innenhafen. Hafenmitte bei D.				Seeburgbrücke, 58 ^m vom Ufer			
			Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificches Gewicht	Zahl der Keime im cem
1	6. Juni	Mittags 12 ^h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sonnabend		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	7. Juni		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	8. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	9. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	10. „	10 ^h a. m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Mittwoch		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	11. Juni		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	12. „		—	—	—	—	—	—	—	—	105	—	—	—
10	13. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	14. „	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	15. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	16. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Dienstag		—	—	—	—	200	10	101	289 600	75	41	98	1 210 000
15	17. Juni		höchster 60 000 niedrigster 3 400 mittlerer 23 347 Keimgehalt bei 20 Bestimmungen März bis Mai 1896				—	—	—	—	—	—	—	—
16	18. „	10 ^h a. m. — 1 ^h p. m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	19. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	20. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	Sonnabend		—	—	—	—	135	20	99	104 000	155	28	98	426 000
20	21. Juni		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	22. „	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	23. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	24. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	25. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	26. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	Freitag	„	290	8	91	50 300	180	5	89	12 300	210	9	83	58 600
27	27. Juni		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	28. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	29. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	30. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	1. Juli	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	2. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	3. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	Freitag		210	8	99	19 750	200	6	95	16 900	190	10	95	25 650
35	4. Juli		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	5. „	10 ^h a. m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	6. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	7. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	8. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	9. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	Donnerstag	10 ^h a. m.	160	13	110	6 650	145	8	104	9 080	130	15	105	106 500
42	10. Juli		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	11. „		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	Sonnabend		170	7	105	17 700	150	5	99	8 710	180	9	103	6 050

(Fortsetzung).

Beim Badefloss I, 140 ^m vom Ufer				Reventloubrücke, ca. 91 ^m vom Ufer				Seebadeanstalt. Männer- bad, ca. 80 ^m vom Ufer				Aussenhafen. Bellevue, Männerbad, 100 ^m v. Ufer			
Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificsches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificsches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificsches Gewicht	Zahl der Keime im cem	Durchsichtigkeit cm	Suspendirte Bestand- theile mg i. L.	Specificsches Gewicht	Zahl der Keime im cem
90	145	100	56 500												
150	99	101	104 550												
120															
145	12	94	585 000												
170	31	99	121 000					160	17	97	333 500	180	5	95	520
200	15	90	231 000												
175	18	98	11 050												
135	20	95	66 100												
175	11	97	9 400												

die Luftströmungen im Ganzen, sowie namentlich zeitweise erheblich stärker gewesen sind, dass auch häufiger Niederschläge erfolgten, und die Luft- und Wassertemperaturen im Ganzen wesentlich geringer waren. Wir erfahren somit, dass bei schwachen Winden und dementsprechend geringer Wellenbildung und schwachen bzw. fehlenden Strömungen der Keimgehalt des Hafenwassers ein grösserer ist, und die Verunreinigung grösser erscheint als bei stärkeren Luftströmungen und den davon abhängigen stärkeren Wellenbewegungen sowie Strömungen. Erst in zweiter Linie scheint die höhere Wasser- und Lufttemperatur die Verunreinigung zu beeinflussen.

Vom 12. bis 22. Juni d. J. fanden auch noch fast täglich Vormittags zwischen 8 bis 10 Uhr Besichtigungen des Hafenwassers am Westufer von der Seeburgbrücke bis zum Mühlenbach, sowie Besichtigungen des Bootshafens, des kleinen Kiels und des Verbindungscanals zwischen beiden statt, wobei die Trübung des Wassers mittels der weissen Platte bestimmt wurde. Derartige vom Ufer bzw. von den Brücken aus ausgeführte Besichtigungen hatten übrigens schon in den früheren Jahren gelegentlich, meist allerdings ohne Verwendung der weissen Platte, stattgefunden und sich im Juni d. J. auch häufig auf die äusseren Abschnitte des Westufers von der Bellevuebrücke bis zur Reventloubücke bzw. bis zur Seeburgbrücke erstreckt. Es ergab sich nun hierbei, dass die nächste Umgebung der Einmündung der Siele 19, 18, 17 bzw. der dicht neben einander ausmündenden Siele 16, 15 und 14 regelmässig auf 20 bis 50, seltener bis auf fast 100^m im Umkreis hochgradig verunreinigt erschien, indem das Wasser in dieser Ausdehnung eine sielwasserartige Färbung und Trübung zeigte und üblen Geruch verbreitete. Die Trübung war vom 12. bis 17. Juni d. J. hier so stark, dass an der Seeburg-, Hansa-, Gefion- und Barbarossabrücke 20 bis 25^m vom Ufer die untergetauchte weisse Platte schon in 60^{cm} Tiefe nicht mehr erkannt wurde. In dem stärker verunreinigten Wasser in der nächsten Umgebung der Siele nicht nur, sondern auch in grösseren Abständen davon wurden am Ufer allerlei gröbere schwimmende Gegenstände, vor den Sielen 19, 18, 17 und 16 bis 14 regelmässig Menschenkoth, ausserdem häufig Thiercadaver, Küchenabfälle und Speisereste aller Art angetroffen, welche in Verbindung mit leeren Conservenbüchsen, Flaschen, leeren Bierfässern, Pfropfen, Stroh, Papier u. s. w. einen höchst ekelhaften Eindruck machten. Vor dem Krankenhaussiel hatte das Wasser häufig einen starken Uringeruch, auch war es zuweilen blutig, und wurden durch dasselbe oft allerlei widerliche Gegenstände, wie blutgetränkte Verbandmaterialien u. s. w. eingeschwemmt. Namentlich in den frühen Morgenstunden gewährte die Umgebung dieses Sieles nach den Aussagen der hier stationirten Bootsleute einen ausserordentlich unappetitlichen Anblick. Noch über den

Bereich der stärkeren Trübung hinaus machte sich im Juni bei den Sielen 19 bis 14 eine lebhafte Gasentwicklung im Wasser bemerkbar, und war der Boden mit schwärzlichem Schlamm Massen in grösserer Ausdehnung bedeckt. An Tagen mit klarerem Wasser war zu beobachten, wie der Hafengrund am Ufer in der Nähe der Sielmündungen weithin von den schafpelzähnlichen Beggiatoawucherungen überzogen war.

Auch im Handelshafen hob sich die nächste Umgebung der Siel-einlässe durch die stärkere Verschmutzung des Wassers ab. Dieselbe war namentlich vor den Sielen 8, 7, 6, 5 und 1 hochgradig, so dass noch in 2 bis 3^m Entfernung von der Eintrittsstelle die weisse Platte auf 10 bis 20^{cm} Tiefe nicht mehr zu erkennen war. Die Trübung des Hafenwassers am Ufer zwischen den einzelnen Sielen war im Anfangstheil des Handelshafens eine etwas geringere, bei der Schloss- bzw. der Seegartenbrücke wurde die weisse Platte 20 bis 25^m vom Ufer mehrfach in 80 bis 115^{cm} Tiefe nicht mehr erkannt.

Dagegen war weiter einwärts die Trübung des Wassers bei den Untersuchungen im Juni d. J. mehrfach so stark, dass die weisse Platte vom Ufer

zwischen den Sielen 9 u. 8 bereits . . .	in	70 ^{cm} Tiefe,
an der Einmündung des Bootshafens . . .	65 bis 85 „	„
zwischen den Sielen 7 u. 6	60 „ 90 „	„
vor der Jensenbrücke	30 „ 50 „	„
zwischen den Sielen 5 u. 4	30 „ 60 „	„
„ „ „ 4 „ 3	40 „ 70 „	„
„ „ „ 3 „ 2	50 „ 70 „	„
„ „ „ 2 „ 1	35 „ 60 „	„
„ „ „ 1 „ dem Mühlenbach	50 „ 80 „	„

nicht mehr zu erkennen war. Vor den Sielen 11, 8, 6 und 5 wurden wiederholt Kothbrocken, sonst am Ufer häufig all die mehrfach erwähnten unappetitlichen, schwimmenden Gegenstände (Thiercadaver, Küchen- und Speisereste, Wisch- und Verpackungsmaterialien u. s. w.) angetroffen. Fast überall fand sich gelegentlich der bereits früher erwähnte, an die Sielhaut erinnernde schmutzige Ueberzug.

Ueberall am Ufer konnte man Gasbildung im Wasser beobachten, wobei oft schwarze Schlammbrocken vom Grund mit an die Oberfläche gerissen wurden. Das Bollwerk sowie die verschiedensten in das Wasser eintauchenden Theile waren mit den grauweissen flottirenden Beggiatoawucherungen besetzt, ebenso der Grund, soweit er sichtbar war, von Beggiatoa überzogen. Die durch Färbereiabwässer vor dem Siel 6 sowie durch Blut vor dem Schlachthofsiel bewirkte Färbung des Wassers, welche

letztere übrigens in den frühen Vormittagsstunden meist vermisst wurde, hat bereits Erwähnung gefunden. Der eigenthümliche faulige Geruch der Schlachthofabwässer war aber auch beim Fehlen der blutigen Färbung am Vormittag auf grosse Entfernung regelmässig wahrzunehmen.

Eine stärkere Verunreinigung wurde bei diesen regelmässigen Besichtigungen im Juni d. J., sowie bei früheren Gelegenheiten auch an dem Bootshafen und dem Verbindungscanal zwischen Bootshafen und kleinem Kiel wahrgenommen, und erwies sich ebenfalls der kleine Kiel gelegentlich stark verunreinigt, wie das namentlich aus den auf der Tabelle XIV mitgetheilten Untersuchungsergebnissen ersichtlich ist. Es erlangt die Verunreinigung dieser Abschnitte eine höhere Bedeutung dadurch, dass sie mitten in der Stadt gelegen sind. Der Bootshafen schiebt sich keilförmig in die Stadt hinein, und der Verbindungscanal kreuzt die Hauptverkehrsstrasse. Unter der Verunreinigung dieser Abschnitte haben daher nicht nur die Anwohner, sondern auch die meisten Einwohner Kiel's zu leiden.

Schon bei einer früheren Gelegenheit ist darauf hingewiesen, dass der kleine Kiel aus den benachbarten Sielen, mit denen er durch Regenauslässe in Verbindung steht, unter Umständen grössere Schmutzmengen zugeführt erhält. Es münden aber auch noch eine Anzahl von kleineren Canälen, welche zum Theil recht schmutziges Wasser führen, in den kleinen Kiel. Auch der Verbindungscanal erhält zahlreiche derartige Schmutzzuflüsse aus einigen Hotels, Restaurationen, einer Wurstfabrik sowie vielen anliegenden Häusern. Dieselben werden zum Theil noch durch ganz alte gemauerte Canäle von viereckigem Querschnitt zugeleitet, und sind die Ausmündungen oft in einiger Höhe über dem Wasserspiegel angebracht, so dass man schon aus den Schmutzspuren, welche dieselben an den Häuserwänden bzw. an der Ufermauer hinterlassen, auf diese Zuflüsse aufmerksam wird. Meist ist nun der Boden in der Nähe dieser Eintrittsstellen in grösserer Ausdehnung mit den Beggiatoawucherungen überzogen, die in Folge der grossen Zahl der Zuflüsse fast das ganze Bett des Canals bedecken. Auch der Bootshafen erhält noch derartige Zuflüsse, hier spielen aber ausserdem noch die vielfachen Abgänge der daselbst jahraus jahrein liegenden Obst- und Gemüseboote, auf denen die Eigenthümer zugleich wohnen, eine wichtige Rolle. Schliesslich aber erhalten bei einlaufender Strömung der Bootshafen, der Verbindungscanal und eventuell auch der kleine Kiel das verunreinigte Wasser aus dem Handelshafen zugeführt. Beim Bootshafen erweist sich der Grund mit Schlammablagerungen bedeckt, die zum Theil schon bei gewöhnlichem Wasserstand am Ufer in grösserer Ausdehnung freiliegen und die Luft verpesten. Zwischen den Kähnen findet sich meist die mehrfach erwähnte Haut mit

Tabelle XIV.
Das Wasser im Bootshafen, Verbindungscanal und kleinen Kiel.

Nummer		Tag	Zeit	Luftwärme °C. (Tagesmittel)	Wasserwärme °C.	Wasserstand	Strömung an der Oberfläche	Bootshafen				Verbindungscanal				Kleiner Kiel					
der Entnahme								am Eingang in d. Handelshafen	Durchsichtigkeit in Centimeter	Suspendirte Theile mg in Liter	Specifisches Gewicht	Permanganatverbrauch mg pro Liter	Zahl der Keime im Cubikcentimeter	Durchsichtigkeit in Centimeter	Suspend.Theile mgi.L.	Specifisches Gewicht	Permanganatverbrauch mg pro Liter	Zahl der Keime im Cubikcentimeter	Mitte der Brücke	Specifisches Gewicht	Permanganatverbrauch mg pro Liter
127./V.	92.	4 ^h p. m.	22.3	8.8	+12	schwach einl.	—	—	118	184	210 000	—	—	114	148	36 100	—	—	107	182	26 500
211./III. 95.	"	1.9	0 +10	"	15	—	53	98.2	799 500	30	—	67	103	3 500 000	15	—	53	91 517 000			
3 5./VII. 95.	10 ^h a. m.	13.9	12.5 + 0	keine	Grund sichtbar	—	126	100	11 000	Grund sichtbar	—	110	83	15 000	Grund sichtbar	—	93	60	17 000		
4 2./IX. 95.	4 ^h p. m.	17.3	16.3 +38	schwach wechs.	"	—	135	[26] ¹	25 000	"	—	135	[29] ¹	28 000	"	—	130	[35] ¹	5000		
5 12. bis 22. Juni 1896	8 bis 10 ^h a. m.	23.3 bis 14.5	12.5 bis 21.3	+19 bis -24	nur selten und schwache Strömung	65	—	—	—	80	—	—	—	—	—	—	90	—	—	—	
						85	—	—	—	95	—	—	—	—	—	—	110	—	—	—	
						120	—	—	—	115	—	—	—	—	—	—	130	—	—	—	
625./VI. 96.	10 ^h a. m.	25.3	17.5	+29	schwach ausl.	Grund sichtbar	11	89	44	7225	Grund sichtbar	98	91	42	6620	140	9	95	38	2115	
7 9./VII. 96.	"	21.9	17.5 +20	keine	—	12	98	—	8100	—	—	—	—	—	am Ufer	Grund sichtbar	10	95	53	19 100	
8 11./VII. 96.	"	14.9	17.5 +17	schwach wechs.	—	10	97	—	10 105	—	—	—	—	—	—	Grund sichtbar	10	94	—	9600	
																		8	96	—	2130

¹ Bestimmung nach Schutze

eingelagerten Thiercadavern, Obst- und Gemüseabfällen, Heu, Stroh, Holz, Papier und anderen unappetitlichen Dingen. Auch am Ende des Verbindungscanals und im Anfangstheil des kleinen Kiels zeigt das Wasser oft diese Schmutzdecke mit den gröberen, schwimmenden, unappetitlichen Gegenständen, die hier häufig durch Wind und Strömung zusammengetrieben werden. An den verschiedensten Stellen im Bootshafen sowie im Verbindungscanal und auch im Anfangstheil des Kleinen Kiels wurde wiederholt lebhaft Gasbildung angetroffen. Aus der Tabelle XIV ist ersichtlich, dass im Bootshafen am Eingang in den Handelshafen das Wasser einmal so trübe war, dass die weisse Platte in 15^{cm}, und um die Mitte Juni d. J. mehrfach in 65 bis 85^{cm} Tiefe nicht mehr erkannt wurde; auch war hier der Permanganatverbrauch einmal ein ausserordentlich hoher und betrug der stets erhöhte Keimgehalt einmal 210 000 und einmal sogar 2 799 500. Im Verbindungscanal verhielt sich das Wasser bei der Untersuchung sehr ähnlich, wenn auch die Trübung im Allgemeinen ein wenig geringer war, und dasselbe lässt sich vom Wasser des Kleinen Kiels sagen, woselbst allerdings einmal das Wasser ebenso trübe wie im Bootshafen, meist jedoch etwas klarer gefunden wurde und auch der Keimgehalt im Allgemeinen keine so grosse Höhe erreichte wie im Bootshafen.

B. Der Aussenhafen und die Aussenföhrde.

Da die kleineren, am Aussenhafen und an der Aussenföhrde belegenen Ortschaften eine irgendwie nennenswerthe Verunreinigung in diesen Abschnitten nicht hervorrufen, so konnte sich die Untersuchung daselbst im Wesentlichen darauf beschränken, festzustellen, wie weit sich unter verschiedenen Verhältnissen die durch die Schmutzwässer von Kiel, Gaarden-Ellerbek und durch die Abgänge der Schiffe bewirkte Verunreinigung des Hafenwassers nach aussen erstreckt. Ausserdem lag es aber nahe, im Juni 1895 die Anwesenheit der zahlreichen, zur Eröffnungsfeier des Kaiser-Wilhelm-Canals (vom 20. bis 22. Juni) im Kieler Hafen versammelten Schiffe zu Untersuchungen über die Verunreinigung des Hafens seitens der Schiffe zu benutzen. Abgesehen von den dänischen und deutschen Torpedobooten hielten sich damals mehr als 80 Kriegsschiffe und Passagierdampfer im Kriegshafen auf, und lagen mehr als $\frac{3}{4}$ von diesen in dem geräumigeren Aussenhafen, wo sie in mehreren Reihen angeordnet über den ganzen Hafen von Bellevue bis Friedrichsort und vom West- bis zum Ostufer ziemlich gleichmässig vertheilt waren. Da sich allein die Gesamtbesatzung der Kriegsschiffe auf etwa 25 000 Köpfe belief, darf man annehmen, dass fast 30 000 Menschen während der Kieler Festtage auf den Schiffen

im Kieler Hafen gewohnt haben. Ausser diesen haben sich auch von den Einwohnern Kiel's sowie von den nach Kiel gekommenen Fremden, von denen man annimmt, dass allein gegen 10 000 in der Stadt Unterkunft gefunden hatten, viele während der Festtage vorübergehend auf dem Hafen aufgehalten und so zur Verunreinigung desselben von den Schiffen aus beigetragen. Wenn die von Manchen vertretene Ansicht, wonach die Verunreinigung des Kieler Hafens in erster Linie von den Schiffen ausgeht, richtig war, dann musste der Hafen während der Kieler Festtage jedenfalls einen besonders hohen Grad der Verunreinigung aufweisen. Um hierüber Auskunft zu erlangen, war es erforderlich, dass der Hafen sowohl vor als auch nach der Ankunft der Schiffe, während sowie nach Beendigung der Feier und womöglich auch nach dem Weggang der Schiffe von Kiel in seinen verschiedenen Abschnitten besichtigt und untersucht wurde. Leider musste aber dieses Programm ausserordentlich eingeschränkt werden, da es trotz der vielfachsten Bemühungen nicht möglich war, ein für die Besichtigung des Hafens sowie für die thunlichst rasch nach einander zu bewirkende Entnahme der einzelnen Proben geeignetes Dampfboot während der Festtage oder auch nur unmittelbar vor und nachher zu bekommen. Es blieb daher, wenn man diese so schöne Gelegenheit nicht ganz unbenutzt vorübergehen lassen wollte, nichts weiter übrig, als die Proben von den regelmässig auf dem Hafen verkehrenden Dampfern aus während der Fahrt zu schöpfen. Stets wurde hierzu der um 8 Uhr Morgens über Bellevue, Heikendorf und Möltenort nach Friedrichsort gehende Dampfer benutzt und die Proben hierbei möglichst an denselben Stellen von der Oberfläche mittels steriler weithalsiger Flaschen, nämlich bei α nach dem Verlassen von Bellevue, ca. 500^m querab von Bellevue; bei β , in der Nähe von Kitzeberg, ca. 280^m vom Ostufer; bei γ etwa in der Mitte zwischen Heikendorf und Möltenort und zwar ca. 400^m vom Ostufer; sowie bei δ , etwa in der Mitte zwischen Möltenort und Friedrichsort, ca. 500^m vom West- und 700^m vom Ostufer geschöpft. Auf der sich alsdann anschliessenden Rückfahrt über Holtenau nach Kiel wurden in der Zeit von 9 bis 10^h a. m. alsdann noch bei ϵ , zwischen Friedrichsort und Vossbrook, etwa 500^m vom Westufer; bei ζ , gerade vor der Landungsbrücke von Vossbrook, ca. 240^m vom Ufer; und schliesslich bei η , etwas einwärts von der Canaleinfahrt, etwa 500^m vom Land entfernt, Proben entnommen. Eine Untersuchung der Durchsichtigkeit mittels der weissen Scheibe war hier leider nicht angängig, auch musste eine Entnahme von Proben aus der Tiefe, da solche nicht ohne grössere Schwierigkeiten zu ermöglichen war, unterbleiben. Von den beschriebenen Entnahmestellen lagen α und δ nahezu in der Mittellinie des Hafens und zwar α zwischen den Schiffen im Innen- und Aussenhafen, δ zwischen den äussersten bei

Friedrichsort befindlichen Kriegsschiffen, während sich β , γ , ε , ζ und η zwar in nächster Nähe der Schiffe, aber ausserhalb der Schiffsreihen zwischen diesen und dem Lande befanden. Mit Hülfe eines von Herrn Commerzienrath Howaldt in dankenswerther Weise am 19. Juni, also am Tage vor der Eröffnung des Canals, Nachmittags auf eine Stunde überlassenen Dampfbootes konnten aus der Mittellinie bei F querab von Bellevue, bei G zwischen Wik und Kitzeberg, bei H zwischen der Canaleinfahrt und Heikendorf und bei I zwischen Vossbrook und Heikendorf Proben von der Oberfläche und aus 3^m Tiefe entnommen werden, von denen indess leider die bakteriologischen Aussaaten mit Ausnahme der beiden Proben von I und der Tiefenprobe von H verunglückten. In ähnlicher Weise erfolgte zwei Tage nach Beendigung der Canalfeyer, am 24. Juni Nachmittags mit Hülfe eines gemietheten Dampfbootes die Entnahme von Proben von der Oberfläche und aus 3^m Tiefe bei F , G , H , I und ausserdem noch bei K , ebenfalls in der Mittellinie des Aussenhafens zwischen Möltenort und Friedrichsort, ungefähr an derselben Stelle wie δ . Uebrigens war auch F von α nur sehr wenig entfernt. Die Entnahmestellen von F bis K befanden sich sämmtlich mitten zwischen den Schiffen. Leider musste auch die zweite Entnahme von Proben aus der Mittellinie des Aussenhafens so beschleunigt werden, dass eine Prüfung der Durchsichtigkeit mittels der weissen Platte nicht stattfinden konnte. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich in den Tabellen XV und XVI, und ausserdem, soweit der Keimgehalt des Wassers in Betracht kommt, grösstentheils auf der Fig. 3, S. 78.

Die erste Entnahme von Proben vom Hafendampfer aus fand am 14. Juni statt, als ausser den noch nicht vollzähligen deutschen Kriegsschiffen nur die österreichischen Kriegsschiffe mit etwa 1200 Köpfen im Hafen lagen. Bei der zweiten Entnahme am 17. Juni waren ausserdem die Amerikaner und Schweden mit ca. 2200 Köpfen, bei der dritten am 18. Juni alle fremden und einheimischen Kriegsschiffe mit Ausnahme der an der Eröffnungsfahrt theilnehmenden im Hafen. Die nächste Entnahme vom Hafendampfer aus konnte erst am 24. Juni stattfinden, nachdem inzwischen in der Zeit vom 22. Abends bis 24. Morgens die Franzosen, Russen, Oesterreicher, Italiener und Dänen mit etwa 7500 Köpfen den Hafen bereits verlassen hatten. Als 8 Tage später wieder in derselben Weise Proben aus dem Aussenhafen entnommen wurden, waren von den fremden Kriegsschiffen nur noch die der Amerikaner (ca. 1500 Köpfe) im Hafen, so dass die Gesamtbesatzung der Schiffe nun kaum mehr noch dem dritten Theil von derjenigen während der Canalfeyer entsprach. Es wurden weiterhin noch drei Mal, nämlich gegen Ende Juli sowie im An-

fang August und im Anfang September in der gleichen Weise Proben vom Dampfer aus im Aussenhafen entnommen.

Vergleichen wir die bei diesen Untersuchungen für den Keimgehalt erlangten Werthe der Tabelle XV, sowie der Fig. 3, so fällt zunächst ein Ansteigen desselben vor und während der Canalfeyer auf, wie dies die nachstehende Uebersicht noch deutlicher erkennen lässt.

Es betrug der Keimgehalt an den sieben Schöpfstellen α bis η

	höchstens	wenigstens	im Mittel
am 14. Juni	730	140	410
„ 17. „	1 300	360	723
„ 18. „	7 600	530	2 812
„ 24. „	39 700	1500	10 561
„ 1. Juli	15 900	8820	10 889
„ 25. „	1 500	80	424
„ 3. August . . .	4 100	40	1 020
„ 2. September . .	500	30	243

Es war somit der durchschnittliche Keimgehalt vom 14. Juni ab bis zwei Tage vor der Canalfeyer auf das 7fache, zwei Tage nach Beendigung derselben aber fast bis auf das 25fache angestiegen. Auch in der Mittellinie des Hafens war ein ähnliches Ansteigen zu beobachten, denn es wurden am Nachmittag vor der Eröffnung, bei allerdings nur einer Oberflächenprobe 4000, bei zwei Proben aus der Tiefe im Durchschnitt 900 Keime, am 24. Juni Nachmittags aber, zwei Tage nach Schluss der Feier, bei vier Oberflächenproben im Durchschnitt 12 575 und bei fünf Tiefenproben im Durchschnitt 3240 Keime im Cubikcentimeter gezählt. (Vergleiche die Tabelle XVI.) Man könnte somit versucht sein, dieses Ansteigen des Keimgehaltes im Aussenhafen kurz vor sowie während der Canalfeyer auf die von den Schiffen ausgegangene Verunreinigung zu beziehen. Indess sprechen doch gewichtige Gründe gegen eine derartige Auffassung. Zunächst waren Keimzahlen, wie die am 24. Juni im Aussenhafen beobachteten, auch schon früher, als im Aussenhafen keine oder nur ganz vereinzelt Schiffe lagen, beobachtet worden. So hatte der Keimgehalt am 3. Mai bei F 10 700, zwischen G und H aber 14 500 und an den genannten Stellen in der Tiefe 8500 bzw. 5000 Keime betragen, und waren zwischen F und G am 31. Mai 8850 Keime an der Oberfläche und 1140 in 3^m Tiefe festgestellt worden. (Vergl. die Tabelle XVI.) Dann aber waren am 1. Juli, als die meisten Schiffe bereits seit mehreren Tagen den Hafen verlassen hatten und kaum noch 10 000 Köpfe auf den Schiffen im Hafen waren, im Ganzen sogar noch etwas höhere Werthe für den Keimgehalt gefunden worden als acht Tage vorher bei fast 20 000 Köpfen

Tabelle XV. Das Wasser des Aussenhafens,

Nummer	T a g	Zeit der Probenentnahme	Mittlere Bewölkung	Luftwärme, Tagesmittel	Art der Nieder- schläge in Millimetern	Menge	W i n d		Wasserstand		
							Richtung	mittlere Geschwindig- keit in Metern	Morgens 6 ^h	Mittags 12 ^h	Abends 6 ^h
1	12. Juni 95.	—	7.0	12.6	Regen	4.59	W—WSW	2.50	+14	+10	— 5
2	13. „	—	4.3	11.9	„	0.84	NW—SW	4.17	— 7	— 7	± 0
3	14. „	8–10 ^h a. m.	9.7	12.1	„	2.16	NNW—WSW	1.42	± 0	+ 5	± 0
4	15. „	—	7.0	11.3	„	0.70	WNW—NNW	1.72	± 0	+21	+ 7
5	16. „	—	9.3	11.2	Hagel	2.94	„	1.76	+12	+ 7	— 7
6	17. „	—	9.0	11.0	Regen	6.82	SSW—WSW	1.62	± 0	± 0	— 7
7	18. „	—	8.7	14.5	—	0	WSW—OSO	1.52	± 0	+ 7	+ 5
8	19. „	—	9.3	19.0	Regen	2.12	SO—SW—NNW	2.41	+21	+14	+ 5
9	20. „	—	6.3	20.6	„	8.68	OSO—ONO	2.94	+21	+14	+14
10	21. „	—	5.7	17.2	—	0.04	NNW	3.09	± 0	—10	± 0
11	22. „	—	6.0	18.6	—	0.02	WSW—W	1.23	± 0	+14	± 0
12	23. „	—	8.7	17.1	—	0.02	WNW—WSW	3.60	± 0	— 7	— 7
13	24. „	8–10 ^h a. m.	6.3	13.3	Regen	0.56	WNW	6.82	—36	—57	—21
14	25. „	—	6.3	15.1	„	0.02	NNW—NNO	3.68	+43	+43	+24
15	26. „	—	1.7	15.4	„	0.06	WNW	2.64	+21	± 0	+14
16	27. „	—	3.7	16.4	—	0	„	1.33	+ 9	+ 7	+ 7
17	28. „	—	6.3	17.6	—	0	SSW—SSO	0.88	+14	+ 7	± 0
18	29. „	—	5.7	18.2	—	0	SW—S	1.66	+ 7	+ 7	± 0
19	30. „	—	3.3	20.5	—	0	SW—WNW	2.17	+ 9	+ 5	+ 5
20	1. Juli 95.	8–10 ^h a. m.	6.7	18.9	Regen	20.43	SSW—W	2.06	+21	+21	± 0
21	23. „	—	4.7	16.4	„	0.13	WSW	2.20	+ 5	—19	— 5
22	24. „	—	10.0	16.7	„	6.88	WSW—SSW	2.05	+14	± 0	+14
23	25. „	8–10 ^h a. m.	10.0	18.9	„	0.19	SSW—WSW	3.06	+ 7	—21	± 0
24	1. Aug. 95.	—	7.3	16.6	„	0.09	NNW—ONO	2.97	+19	+24	+29
25	2. „	—	7.0	18.1	„	0.42	OSO	1.42	+10	+10	+21
26	3. „	8–10 ^h a. m.	6.0	18.1	Nebel	7.36	SSW—WSW	1.68	+24	+10	+10
27	31. „	—	6.7	16.3	Regen	0.70	WSW	4.42	—29	— 7	± 0
28	1. Sept. 95.	—	0.7	17.0	—	0	SW—WSW	3.29	+ 7	± 0	+ 7
29	2. „	8–10 ^h a. m.	0.7	19.7	Thau	0.02	SW—S	0.78	+26	+29	+43

2 bis 500 Meter entfernt von den Ufern. 1895.

Entnahmestellen				α					β				
Entfernung vom Ufer				querab von Bellevue ca. 500 m vom Westufer					bei Kitzberg ca. 200 m vom Ostufer				
Strömung (ein u. auslaufend)			Wasserwärme	Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt
Morgens 6 ^h	Mittags 12 ^h	Abends 6 ^h											
—	aus	—	18.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	85	6.000	53	730	—	84	6.500	56	500
—	ein	aus	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	92	6.450	53	1300	—	91	6.550	53	700
—	—	—	16.3	—	84	6.400	51	7600	—	84	6.600	53	5000
—	aus	—	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	ein	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	—	aus	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„	ein	ein	15.0	—	100	7.850	55	39 700	—	162	7.950	53	3700
„	aus	aus	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„	—	ein	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	—	17.5	—	95	7.550	56	15 900	—	92	7.500	54	11 300
—	„	ein	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ein	—	„	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	aus	„	12.5	—	150	11.950	56	310	—	142	11.500	56	1500
—	—	—	17.5	—	—	—	[20 ¹]	—	—	—	—	[20 ¹]	—
—	—	—	17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aus	—	—	17.5	—	130	10.500	[16]	4100	—	130	10.450	[13]	800
„	—	—	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„	—	—	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	ein	16.3	—	146	10.900	[24]	320	—	143	10.900	[21]	250

¹ Bestimmung nach Schulze.

Tabelle XV.

Nummer	T a g	Zeit der Proben- entnahme	γ zwischen Heikendorf und Mölsenort ca. 400 m vom Ostufer				δ zwischen Mölsenort und Friedrichsort, ca. 500 m vom West- u. 700 m vom Ostufer					
			Durchsichtigkeit	Specifics Gewicht	Chlorgehalt	Pernanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specifics Gewicht	Chlorgehalt	Pernanganatverbrauch	Keimgehalt
1	12. Juni 95.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	13. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	14. „	8—10 ^h a. m.	—	82	6·400	51	470	—	83	6·400	54	190
4	15. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	16. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	17. „	—	—	92	6·500	51	700	—	92	6·450	50	360
7	18. „	—	—	85	6·450	47	2100	—	—	—	—	—
8	19. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	20. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	21. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	22. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	23. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	24. „	8—10 ^h a. m.	—	93	7·360	55	10 000	—	101	7·900	55	5400
14	25. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	26. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	27. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	28. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	29. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	30. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	1. Juli 95.	8—10 ^h a. m.	—	94	7·550	58	9300	—	92	7·500	56	11 400
21	23. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	24. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	25. „	8—10 ^h a. m.	—	141	11·450	56	200	—	143	11·600	54	520
24	1. Aug. 95.	—	—	—	[17 ¹]	—	—	—	—	—	[20 ¹]	—
25	2. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	3. „	8—10 ^h a. m.	—	130	10·500	[13]	40	—	130	10·600	[12]	100
27	31. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	1. Sept. 95.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	2. „	8—10 ^h a. m.	—	134	10·000	[24]	300	—	140	10·650	[20]	500

¹ Bestimmung nach Schulze.

(Fortsetzung.)

ε zwischen Friedrichsort u. Vossbrok, ca. 500 m vom Westufer					ζ querab von Vossbrok ca. 240 m vom Westufer					η etwas einwärts von der Canaleinfahrt, ca. 500 m vom Westufer				
Durchsichtigkeit	Specificches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	83	6·450	54	310	—	83	6·500	58	530	—	84	6·500	54	140
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	92	6·600	49	500	—	93	6·500	50	600	—	93	6·650	51	900
—	86	6·500	54	1100	—	86	6·500	49	530	—	86	6·500	51	540
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	103	8·050	54	5050	—	100	7·800	53	8600	—	96	7·600	55	1500
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	92	7·550	54	10 400	—	92	7·500	52	9100	—	92	7·400	55	8820
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	144	11·650	55	200	—	145	11·700	54	160	—	119	10·000	53	80
—	—	—	[17]	—	—	—	—	[14 ¹]	—	—	—	—	[18 ¹]	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	130	10·550	[14]	400	—	130	10·400	[14]	900	—	130	10·500	[14]	800
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	140	10·700	[20]	200	—	135	10·800	[22]	100	—	136	10·850	[18]	30

¹ Bestimmung nach Schulze.

auf den Schiffen im Hafen. Vor allen Dingen aber spricht die Vertheilung der Bakterien, wie sie nach den Keimgehaltsbestimmungen im Aussenhafen vorhanden war, dagegen, dass das vor und während der Canalfeier beobachtete Ansteigen des Keimgehaltes des Wassers im Aussenhafen in erster Linie auf die von den Schiffen ausgehende Verunreinigung zurückzuführen war. Wäre die von den Schiffen ausgehende Verunreinigung das Ausschlaggebende gewesen, so hätte mitten zwischen den Schiffen eine stärkere Verunreinigung vorhanden sein müssen als in den Randabschnitten ausserhalb des Bereiches der Schiffe und ausserdem die Verunreinigung im Aussenhafen höhere Grade annehmen müssen als im Innenhafen, da die Zahl der Schiffe im Aussenhafen nicht nur absolut grösser war, sondern auch auf den gleichen Flächenraum daselbst mehr Schiffe und vor allen Dingen mehr Schiffsbewohner kamen als im Innenhafen. Nun war aber an den bei *F* bis *I* am 19. und 24. Juni geschöpften Proben mit blossem Auge keine stärkere Verunreinigung zu erkennen als an den am 18. und 24. Juni Morgens bei *a* bis *n* geschöpften Proben, und wiesen auch die für das specifische Gewicht bzw. für den Permanganatverbrauch ermittelten Werthe nicht auf eine stärkere Verunreinigung in dem Wasser zwischen den Schiffen hin. Ausserdem zeigte ja auch, wie bereits erwähnt, der Keimgehalt in der Mittellinie ein ganz ähnliches Verhalten wie in den Randabschnitten des Aussenhafens. Ferner war der Keimgehalt im Aussenhafen nicht grösser als im Innenhafen, sondern umgekehrt im Innenhafen grösser als im Aussenhafen, wie dies namentlich die Untersuchung am 24. Juni erkennen lässt. Es wurden damals

bei	E_1	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>K</i>
	(Tab. XI, Nr. 19 u. 20)					
an der Oberfläche	33 200	27 100	7400	9200	6600	Keime,
in 3 ^m Tiefe . .	15 000	8 000	5000	700	210	2290 „

gefunden, es nahm mithin der Keimgehalt an der Oberfläche sowohl als auch in der Tiefe mit der Annäherung an den Innenhafen, und zwar nicht unbeträchtlich, zu. (Die Probe E_1 war mitten zwischen den Schiffen im Innenhafen, etwa in gleichem Abstand von den Schöpfstellen *E* und *F* entnommen worden.) Man könnte daran denken, dass vielleicht die damals bei der Probenentnahme herrschende, nicht unbeträchtliche einlaufende Strömung diese Vertheilung zu Stande gebracht, d. h. die Verunreinigung aus dem Aussenhafen in den Innenhafen getrieben habe, indess wird diese Vermuthung unwahrscheinlich, wenn wir sehen, dass auch am 24. Morgens bei starker auslaufender Strömung der Keimgehalt im Aussenhafen von aussen nach innen zunahm. Denn während derselbe bei *δ* vor Friedrichs-

ort 5400 betrug, wurde bei γ vor Kitzberg ein Keimgehalt von 10 000, bei α aber ein solcher von 39 700 gefunden, und ähnlich verhielt es sich nicht nur bei den Untersuchungen am 14., 17. und 18. Juni, sondern auch bei den späteren am 1. und 25. Juli, 3. August und 2. September. Bei der achtmaligen Untersuchung im Aussenhafen (vergl. Tabelle XV) betrug der durchschnittliche Keimgehalt

bei	α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η
	8745	2969	2889	2409	2270	2565	1601 Keime,

so dass auch hier die Zunahme des Keimgehaltes mit der Annäherung an den Innenhafen deutlich zum Ausdruck kommt. Der mit der Annäherung an den Innenhafen zunehmende Keimgehalt und die dadurch angezeigte zunehmende Verunreinigung weisen aber auf die von Kiel, Gaarden und Ellerbek zugeführten Schmutzwässer als Hauptquelle für die auch noch im Aussenhafen beobachtete Verunreinigung hin. Es soll damit die von den Schiffen ausgehende Verunreinigung keineswegs in Abrede gestellt und auch nicht unterschätzt werden, aber nach den Ergebnissen unserer Untersuchung blieb sie weit hinter der verunreinigenden Wirkung der Schmutzwässer von Kiel, Gaarden und Ellerbek zurück. Dass die gewiss nicht unbedeutenden Schmutzstoffe der 30 000 Schiffsbewohner während der Kieler Festtage eine so geringe verunreinigende Wirkung auf den Hafen auszuüben vermochten, beruht wohl hauptsächlich darauf, dass sie an zahlreichen über den Hafen ziemlich gleichmässig vertheilten Stellen, an Stellen grösserer Wassertiefe und zugleich meist auch an solchen, an denen sich bisher eine nennenswerthe Verunreinigung noch nicht gezeigt hatte, dem Hafenwasser übergeben wurden.

Sobald wir die im Aussenhafen während der Canalfeier beobachtete, durch die gesteigerte Keimzahl angezeigte Verunreinigung in der Hauptsache auf die Schmutzwässer der in den Hafen entwässernden Ortschaften und nicht auf die Schiffe zurückführen, erscheint der am 1. Juli im Aussenhafen beobachtete verhältnissmässig hohe Keimgehalt nicht mehr so auffällig. Denn wie aus der Tabelle XI, Nr. 21 und 22, ersichtlich ist, war am 2. Juli, also nur 24 Stunden später, im Innenhafen in der Mittellinie ebenfalls ein ganz ungewöhnlich hoher Keimgehalt beobachtet worden. Derselbe hatte bei D 239 400 und bei E noch 54 000 Keime betragen. Reihen wir daher die am 1. Juli bei α und δ , d. h. in der Nähe von F sowie bei K gefundenen Werthe mit 15 900 bzw. 11 400 Keimen an, so bekommen wir eine von der Grenze zwischen dem Handels- und Kriegshafen bis in die äussersten Abschnitte des letzteren bei Friedrichsort reichende Abnahme des Keimgehaltes. Wenn wir nun den Schmutzwässern der Ortschaften und nicht den Schiffen die Hauptschuld

Tabelle XVI. Das Wasser in der Mittellinie

Nummer	Tag der Entnahme	Zeit	Mittlere Bewölkung Luftwärme = Tagesmittel	Wind		Niederschläge	Menge derselben innerhalb der letzten 24 Stunden	Wasserstand		Strömung ein- oder auslauf.		Wasserwärme innerhalb der letzten 24 Stunden	querab	
				am Tag der Entnahme	am vorhergehenden Tag			bei der Entnahme	innerhalb der letzten 24 Stunden	bei der Entnahme	innerhalb der letzten 24 Stunden		Durchsichtigkeit	Specificches Gewicht
1	18./VI. 94	11 ^h a. m.	9·7 16·3	SSW— SO 1·21	NW— SW 2·32	Regen 10·6	—	+ 8	+10	0	0	15·0	mittelst Urometer bestimmt	60 65
2	19./VI. 94	„	5·7 13·6	WNW— N 1·96	„	sehr wenig Regen	—	+19	+7 bis +14	aus	0	15·0		50 60
3	20./VI. 94	10 ^h a. m.	7·7 13·8	W 1·11	„	Regen 8·96	—	+ 7	+26 bis +14	aus	aus	15·0		55 50
4	23./VI. 94	11 ^h a. m.	6·7 17·6	WSW— W 1·98	NW 4·19	Regen 0·32	—	+12	+7 bis +12	0	0	15·0		60 65
5	9./IV. 95	10—12 ^h a. m.	6·7 6·8	SW 2·2	WSW 4·49	Regen 0·18	Schnee 0·42	± 0	—21 bis —29	0	aus	+3·5		—
6	19./IV. 95	„	5·7 11·3	OSO 0·17	OSO 1·34	Regen 7·34	0	+17	+21 bis +14	0	0	+6·5	—	—
7	3./V. 95	„	6·3 9·3	OSO 2·13	SSW— NNW 2·69	Regen 0·04	Regen 2·99	+ 4	+4 bis —14	0	ein aus	10·8 3 m Tiefe	345 142	133 142
8	17./V. 95	10 ^h a. m.	1·0 9·1	OSO— WNW 1·76	NNW 1·96	Regen 6·00	Regen 1·14	+50	+21 bis +5	ein	aus	13·3	425	88 89
9	31./V. 95	„	3·7 20·3	W 0·82	SW 1·22	Regen 0·07	Thau 0·04	± 0	+4 bis ± 0	schw. ein	0	15·0	155	72 86
10	12./VI. 95	5—6 ^h p. m.	7·0 12·6	WSW 2·50	NW 2·40	Regen 4·59	Regen 0·02	+ 2	+14 bis +10	aus	0	17·8	—	—
11	19./VI. 95	„	9·3 19·0	W 2·41	SW—SO 1·52	Regen 2·12	—	+10	+5 bis +21	aus	ein	16·3	—	85 80
12	24./VI. 95	„	6·3 13·3	WNW 6·22	W 3·60	Regen 0·56	0·02	—24	—7 bis —58	ein	aus ein	15·0	—	101 100

des Aussenhafens sowie in der Aussenfördrde.

a) Proben in der Mittellinie des Aussenhafens entnommen bei																	
<i>F</i> von Bellevue			<i>G</i> zwischen Wik und Kitzeberg				<i>H</i> zwischen d. Canaleinfahrt und Heikendorf				<i>J</i> zwischen Vossbrook und Heikendorf			<i>K</i> zwischen Mötenort und Friedrichsort			
Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt
3 ^a Tiefe	1200 5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 " {	1000 11 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 " {	1000 5000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	800 10 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	9064	155	2580	—	—	8·565	123	3696	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	8920	174	1232	—	—	9·500	142	840	—	—	—	—	8565	164 52
10·150 51 10·500 59	10 700 8500	—	—	Zwischen <i>G</i> und <i>H</i>	300 —	133 136	10·000 10·250	54 58	14 500 5000	—	—	—	—	—	—	—	—
6·050 53 6·050 58	1780 700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
schen <i>F</i> und <i>G</i>			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5·550 55 6·650 48	8850 1140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	300	92 91	6650 6600	61 58	2120 1660	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6·550 52 6·400 49	verun- glückt "	—	80 82	6400 6400	52 55	verun- glückt "	80 80	6·450 6·300	51 54	verun- glückt 300	81 81	6500 6500	54 51	4000 1500	—	—	—
8·000 54 7·900 54	27 100 8000	—	100 100	7950 7900	54 50	7400 5000	—	100 100	7·950 7·950	55 54	9200 700	—	100 100	7950 7950	53 50	6600 210	97 7700 98 7900
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54 ver- un- glückt

Tabelle XVI.

nummer	Tag der Entnahme	Zeit	Mittlere Bewölkung		Wind		Niederschläge	Menge derselben innerhalb der letzten 24 Stunden	Wasserstand		Strömung ein- und auslauf.		Wasservärme innerhalb der letzten 24 Stunden	b) Pro- hafen Canal-	
			Luftwärme = Tagesmittel		am Tag der Entnahme	am vorhergehenden Tag			bei der Entnahme	innerhalb der letzten 24 Stunden	bei der Entnahme	innerhalb der letzten 24 Stunden		Durchsichtigkeit	Specificsches Gewicht
13	August 1893	Nach- mittags	klar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	September 1893	Nach- mittags	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	11. Juni 1894	8 ^h p. m.	10	12·1	WNW 0·09	WNW 0·92	Regen 21·16	Regen 6·00	± 2	+7 bis —7	schw. ein	aus	13·8	—	—
16	12. Juni 1894	9 ^h a. m.	7·3	12·7	W- WNW 2·14	—	Regen 6·28	—	+13	±0 bis +14	0	ein	13·8	—	—
17	12. Juni 1894	4 ^h p. m.	—	—	—	—	—	—	+ 9	—	aus	—	—	—	—
18	13. Juni 1894	8 ^h a. m.	6·3	13·5	W-NW 2·42	—	Regen 0·24	—	+ 9	+19 bis ±0	0	aus	13·8	—	—
19	20. Mai 1895	10—12 ^h a. m.	9·3	10·2	OSO- SW 0·93	OSO 0·76	Regen 1·92	Regen 2·18	± 0	+14 bis ±0	0	aus	11·3	0 3m tief	85 82

(Fortsetzung.)

a) Proben aus d. Aussen bei <i>H</i> zwischen einfahrt und Heikendorf										b) Proben aus der Aussenföhrde												
Mittellinie 1·8 km vom Friedrichsorter Leuchthurm					Mittellinie 3·6 km v. Friedrichsorter Leuchthurm					Strander Bucht 1000 m vom Ufer					querab v. Bülker Leuchthurm 1000 m vom Ufer							
Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificisches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificisches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificisches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt	Durchsichtigkeit	Specificisches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch	Keimgehalt
—	—	2752	querab vom Leuchthurm Friedrichsort 63		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	89	—	—	—	—	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—																				

an der vor, während und auch nach der Canalfeyer im Aussenhafen beobachteten Steigerung des Keimgehaltes zuschreiben, so wird weiter die Frage zu erörtern sein, wie es kam, dass sich in der damaligen Zeit die Hafenverunreinigung soweit nach aussen erstreckte. Da zeigt nun ein Blick auf die Tabelle XV, dass in der Zeit vom 27. Juni bis 1. Juli der Wasserstand nur äusserst geringfügige Schwankungen ($+ 14^{\text{cm}}$ bis 0) aufwies, so dass hiernach, sowie auch nach der directen Beobachtung irgendwie nennenswerthe Strömungen im Hafen nicht stattfanden, und durch den schwachen Wind in der damaligen Zeit auch eine stärkere Wellenbewegung nicht bedingt sein konnte. Vom 30. Juni Abends bis zum 1. Juni Morgens muss wohl eine einlaufende Strömung bestanden haben, dieselbe war aber, da der Wasserspiegel in dieser Zeit nur um 16^{cm} anstieg, offenbar keine starke. Während der Entnahme selbst fehlte aber diese einlaufende Strömung. Es wird daher der gesteigerte Keimgehalt nach dem früher Besprochenen hauptsächlich auf die fehlende bzw. schwache Strömung und Wellenbewegung zurückzuführen sein. Für das Ansteigen des Keimgehaltes in der Zeit vom 17. bis 18. Juni bildeten wahrscheinlich auch die schwachen Winde bzw. Wasserströmungen die Veranlassung, dagegen kann man den hohen Keimgehalt, der am 24. Juni Morgens und Abends im Aussenhafen bzw. im äusseren Abschnitt des Innenhafens beobachtet wurde (Tabelle XI, Nr. 19 und 20, Tabelle XV, Nr. 13, und Tabelle XVI, Nr. 12), nicht auf zu geringen Wind und zu schwache Bewegung des Hafenwassers zurückführen, denn an den vorhergehenden Tagen war der Wind im Allgemeinen stärker, die Wasserstandsschwankungen erheblicher und wurden auch öfters Strömungen bei den regelmässigen Beobachtungen notirt. Am Vormittag des 24. war der Wasserstand ein besonders niedriger, etwa $- 46^{\text{cm}}$, und herrschte eine starke auslaufende Strömung, während am Nachmittag wieder eine stärkere einlaufende Strömung eingesetzt hatte. Man wird daher hier annehmen dürfen, dass in Folge der besonders starken auslaufenden Strömung die Verunreinigungen aus dem Innenhafen rascher und weiter nach aussen geführt worden sind als bei mangelnder Strömung.

Die oben (S. 103) mitgetheilten Durchschnittszahlen für den Keimgehalt an den Schöpfstellen α bis η lassen nicht nur eine Abnahme des Keimgehaltes mit der Entfernung vom Innenhafen bzw. mit der Annäherung an Friedrichsort erkennen, sondern deuten auch auf eine etwas geringere Verunreinigung in den westlichen Abschnitten des Aussenhafens, namentlich bei ϵ und η hin. Ob das auf Zufälligkeiten beruht, oder mit der früher (S. 9) erwähnten Nebenströmung zusammenhängt oder auf den Einfluss des Kaiser-Wilhelm-Canals zu beziehen ist, muss zunächst dahingestellt bleiben. Für die letztere Annahme würde das bei η einmal,

am 25. Juli, beobachtete auffallend niedrige specifische Gewicht der Wasserprobe sprechen. Im Uebrigen waren die Unterschiede in dem specifischen Gewicht und Chlorgehalt bei den am selben Tage entnommenen Proben nur unbedeutend, und auch für den Permanganatverbrauch wurden besonders hohe Werthe, die für eine Verunreinigung gesprochen hätten, nicht aufgefunden. In keiner der im Jahre 1895 im Aussenhafen bezw. in der Aussenförde geschöpften Wasserproben waren Ammoniak, salpetrige Säure oder Salpetersäure nachzuweisen. Die Durchsichtigkeit des Wassers betrug am 3. und 17. Mai bezw. 12. Juni 1895 300 bis 425^{cm}, am 31. Mai dagegen zwischen *F* und *G* nur 155^{cm}. (Vergl. Tabelle XVI, Nr. 7 bis 10.) Eine Abnahme des Keimgehaltes im Aussenhafen mit der Entfernung vom Innenhafen wurde auch von Dr. Davids bei seiner zweiten Untersuchung beobachtet (Vergl. die Tabelle XVI, Nr. 6, sowie auch die Figur 2 S. 73), und ebenso zeigte sich eine Verminderung der Keimzahl bei der auch auf die Aussenförde ausgedehnten Untersuchung vom 26. Mai 1895. (Vergl. die Tabelle XVI, Nr. 19.) Im ersteren Fall fiel der im Innenhafen hochgradig erhöhte Keimgehalt von 1232 bei *G* auf 840 bei *H* und 528 bei *K*, im zweiten ging der Keimgehalt von 3000 in der Oberflächenprobe bei Kitzeberg auf 800 bei *K* herab und verminderte sich auch der Keimgehalt der entsprechenden Tiefenproben von 1260 auf 180.

Bei der ersten Untersuchung von Dr. Davids (Tabelle XVI, Nr. 5), sowie bei den Proben vom 3. Mai 1895 (Tabelle XVI, Nr. 7) ist eine solche Abnahme des Keimgehaltes im Aussenhafen mit der Entfernung vom Innenhafen nicht beobachtet worden, indess erstreckte sich hier auch die Untersuchung nur etwa bis zur Mitte von Bellevue und Friedrichsort. Bei der Untersuchung vom 1. Juni 1895 (Tabelle XV, Nr. 20) war die Verringerung des Keimgehaltes auf der Strecke von Bellevue-Friedrichsort nur eine geringe, derselbe verminderte sich von 15 900 bei α auf 11 400 bei δ . Bei den Untersuchungen von Dr. Bassenge im Juni 1894 waren bei *F* 800 bis 1200 Keime an der Oberfläche und 5000 bis 11 000 in 3^m Tiefe (Tabelle XVI, Nr. 1 bis 4), am 17. Mai bei *G* an der Oberfläche 2120, in 3^m Tiefe 1660 Keime im Cubikcentimeter nachgewiesen worden. Dagegen wurden, wie bereits erwähnt, unter 55 an den Entnahmestellen α bis η geschöpften Proben allein 22 gezählt, bei denen der Keimgehalt nicht über 500, und 11, bei denen er nicht über 200 hinausging.

Für die Aussenförde ist die Zahl der Untersuchungen eine weit geringere, doch wurden im Ganzen auch hier niedrige Werthe für den Keimgehalt angetroffen und auch bei der sonstigen Untersuchung Zeichen einer irgendwie stärkeren Verunreinigung vermisst. Es gilt dies namentlich von der Mittellinie, woselbst als höchster Keimgehalt 2880, sonst aber

63, 52 und 900 (in 3^m Tiefe 100) Keime gezählt wurden. (Vergl. die Tabelle XVI.) Näher dem Lande wurden im inneren Abschnitt einmal 1510 Keime (etwa 100^m vom Leuchthurm von Friedrichsort) und etwa 320^m vom Ostufer entfernt 400 Keime an der Oberfläche und 600 in der Tiefe ermittelt. Weiter draussen, etwa 1000^m vom Land entfernt, in der Strander Bucht, betrug der Keimgehalt bei den Untersuchungen von Dr. Bassenge im Juni 1884 an der Oberfläche 270 bis 2000, in 3 bis 4^m Tiefe aber 6000 bis 13 500 Keime im Cubikcentimeter. Der höchste Keimgehalt an der Oberfläche mit 5256 Keimen wurde in der Aussenförde etwa 1000^m vom Bülker Leuchthurm angetroffen.

Ueberblicken wir nunmehr noch das Verhalten der Verunreinigung in der ganzen Förde, so sehen wir, dass sich die Verunreinigung hauptsächlich im Innenhafen und hier namentlich im schmalsten, innersten Abschnitt bemerkbar macht, während sie in dem breiteren, äusseren Abschnitt desselben im Wesentlichen auf das westliche Ufer beschränkt ist. Je weiter wir von den Sielen weggehen, je mehr wir uns der Mittellinie des Hafens nähern und je mehr wir uns auf derselben vom Handelshafen entfernen, um so mehr verschwindet im Allgemeinen die Verunreinigung. Bereits in den äusseren Abschnitten des Innenhafens ist sie in einigem Abstand vom Ufer oft schon so gering, dass das Wasser daselbst weder für die Sinne noch für die physikalisch-chemische Untersuchung verunreinigt erscheint. Manchmal weist hier der immer noch leicht erhöhte Keimgehalt darauf hin, dass noch ein geringer Grad der Verunreinigung besteht. Noch weiter draussen, im Aussenhafen aber hat sich durch die Untersuchung oft eine Verunreinigung gar nicht mehr nachweisen lassen, und war sie zu anderen Zeiten in den äussersten Abschnitten des Aussenhafens so gering, dass sie sich aller Wahrscheinlichkeit nach noch innerhalb der breiten Aussenförde gänzlich verliert. Trotz der gewaltigen Schmutzmassen, welche dem Hafen fortgesetzt von den in denselben entwässernden Ortschaften und von den Schiffen zugehen, erweist sich das Hafenwasser oft in verhältnissmässig geringem Abstand von den Schmutzuflüssen wieder so rein, dass weder das Aussehen noch die Untersuchung Spuren der Verunreinigung erkennen lassen. Der Hafen verfügt somit über eine ganz hervorragende „selbstreinigende Kraft“.

Die Selbstreinigung kommt zu Stande einmal in Folge der starken Verdünnung, dann durch Sedimentirung, auch spielen chemische und biologische Vorgänge hierbei zweifellos eine wichtige Rolle.

Im Vergleich zu der Schmutzwassermenge ist die Wassermasse des Hafens eine ganz gewaltige. Die fast stets vorhandenen, wenn auch gewöhnlich nur schwachen, in ihrer Stärke und Richtung häufigem Wechsel

unterliegenden Oberflächen- und Tiefenströmungen sorgen für eine fortwährende Erneuerung des Wassers und begünstigen zugleich die Vermischung der Schmutzwässer mit dem Hafenwasser, für welche sonst noch die Wellenbewegung von grosser Bedeutung ist. Je höher der Wasserstand im Hafen, je grösser in Folge dessen seine Wassermasse ist, um so ergiebiger kann sich die Verdünnung gestalten. Bei höherem Wasserstand macht sich erfahrungsgemäss auch im Allgemeinen die Verunreinigung des Hafens in geringerem Maasse bemerkbar.

Die Reinigung kommt aber auch durch das Absetzen der Sinkstoffe zu Stande. Bei der meist nur sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit vollzieht sich dasselbe zu einem grossen Theil schon in der Nähe der Ufer bezw. der Schmutzzuflüsse, zumal dem Hafenwasser wie dem Meerwasser überhaupt in besonders hohem Maasse die Fähigkeit zukommt, das Absetzen feinsten aufgeschwemmter, insbesondere thoniger und lehmiger Theilchen zu begünstigen. Die sich absetzenden thonigen bezw. erdigen Theilchen reissen natürlich auch andere suspendirte Theilchen mit zu Boden. Auf die Bakterien scheint sich diese niederschlagende Wirkung des Meerwassers indess weniger zu erstrecken. Das Absetzen der suspendirten Massen hat aber, so sehr es die Reinigung des Hafenwassers befördert, den Nachtheil, dass es zu den einerseits durch üble Ausdünstungen belästigenden, andererseits zu einer allmählichen Verflachung des Hafens führenden Schlammablagerung die Veranlassung giebt. Wie bei der Selbstreinigung der Flüsse chemischen und biologischen Vorgängen eine wichtige Rolle zukommt, so werden wir annehmen dürfen, dass dieselben auch bei der Reinigung des Hafenwassers in hervorragender Weise theiligt sind. An den biologischen, die Reinigung unterstützenden Processen werden sich vermuthlich die verschiedensten Thiere und Pflanzen theiligen, unter den letzteren auch die Bakterien, indess konnten diese Verhältnisse zunächst noch nicht in den Bereich unserer Untersuchungen gezogen werden. Auch die chemischen Vorgänge sind nicht weiter verfolgt, doch werden wir nach unseren früheren Untersuchungen und Erfahrungen (2.55 bis 58) dem Sonnenlicht und dem diffusen Tageslicht eine grosse Bedeutung bei der Reinigung des Hafenwassers beimessen. Da die Schmutzwässer zunächst an die Oberfläche treten und sich daselbst auch eine Zeit lang halten, so liegen die Verhältnisse für die Abtödtung der mit den Schmutzwässern zugeführten Bakterien besonders günstig.

IV. Die Untersuchungsergebnisse bei anderen verunreinigten Seehäfen.

a) Der Hafen von Palermo nach den Untersuchungen von Dr. G. Alessi.

Palermo, die im Westen des Golfes und Hafens von Palermo gelegene Hauptstadt Siciliens mit 267 000 Einwohnern leitet den grössten Theil der Schmutzwässer, darunter auch einen nicht unbeträchtlichen Theil

Fig. 4.

der Fäkalien, in dem schmalen und seichten, als la Cala bezeichneten Abschnitt des Hafens. (Vergl. die vorstehende Skizze Fig. 4.) Er befindet sich in Folge dessen in einem hochgradig verunreinigten Zustand, wovon ich mich bei meiner Anwesenheit im April v. J. wiederholt durch den Augenschein überzeugt habe. Die in nächster Nähe der Sielauslässe bei der Porta Carbone hochgradige Verschmutzung des Wassers verliert sich aber zusehends, je mehr man sich dem Hafenausgang annähert, so dass sie bereits in der Hafeneinfahrt zuweilen kaum mehr wahrzunehmen ist.

In der Zeit vom 30. November 1891 bis 19. September 1892 wurden von Dr. Alessi im Ganzen 9 Mal an den vier auf der Skizze S. 112 mit *A*, *B*, *C* und *D* bezeichneten Stellen Proben von der Wasseroberfläche entnommen und einer bakteriologischen und chemischen Untersuchung unterworfen. Die am weitesten hafeneinwärts gelegene Entnahmestelle *A* befindet sich nur in 10^m Abstand vom Ufer, während der Abstand von dem innersten Winkel des Hafens bei *B* etwa 150, bei *C* etwa 550 und bei *D* etwa 750^m beträgt. *B* ist von dem Castell und dem gegenüberliegenden Ufer etwa 75^m, *C* vom Castell und der Mole etwa 150^m, *D* von der Molenspitze nur etwa 10^m entfernt. Die Untersuchungsergebnisse einschliesslich des Datums der Probenentnahme und der Angaben über die Temperatur der Luft und des Wassers enthält die Tabelle XVII, der Keimgehalt ist ausserdem noch in die Skizze S. 112 eingetragen. Im Durchschnitt betrug der Letztere bei

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
218 891	209 970	10 592	2863 Keime

pro Cubikcentimeter, er zeigte sich mithin bei *B* nur wenig vermindert, fiel dagegen bei *C* bereits auf etwa den zwanzigsten Theil und betrug bei *D* noch nicht einmal den siebenzigsten Theil. Bei *C* blieb er nur 1 Mal, bei *D* dagegen sogar 3 Mal unter 500, dem von uns für reines Meerwasser angenommenen Grenzwert. Es war somit nicht selten schon in 750^m Abstand von den Sielen das Wasser so weit gereinigt, dass eine Verunreinigung durch die Keimgehaltsbestimmung nicht mehr nachzuweisen war.

Ein Zusammenhang mit der Jahreszeit, d. h. mit der Luft- und Wasserwärme, lässt sich aus den Keimgehaltsbestimmungen insofern herauslesen, als bei *A*, d. h. in nächster Nähe der Siele, in der kälteren Jahreszeit die niedrigsten, in der wärmeren (April bis September) aber die höchsten Werthe für den Keimgehalt gefunden wurden. Wir werden dieses Verhalten wohl auf eine im Sommer gesteigerte Zufuhr von Schmutzwässern bezw. auf eine in Folge der höheren Aussentemperatur gesteigerte Zersetzung der Schmutzwässer zurückzuführen haben.

Bei *B*, woselbst 5 Proben einen höheren Keimgehalt aufwiesen als die entsprechenden von *A*, ist eine derartige Beziehung zwischen der Temperatur und dem Keimgehalt nicht mehr aufzufinden, hier fallen die beiden niedrigsten Werthe mit der höchsten Luft- und Wassertemperatur zusammen. Auch bei *C* ist das Verhalten abweichend und bei *D* ist es geradezu umgekehrt wie bei *A*, hier fallen die vier niedrigsten Keimzahlen in die wärmere, die höchsten aber in die kältere Jahreszeit. Offenbar haben wir es hier mit der bakterienvernichtenden Wirkung des Lichtes

Tabelle XVII.

Beschaffenheit des Wassers an der Oberfläche in dem als la Cala bezeichneten Abschnitte des Hafens von Palermo (siehe die Skizze S. 112) nach den Untersuchungen von Dr. Giuseppe Alessi.

Entnahmestellen		A.						B.							
Nummer	Tag der Proben-entnahme	in 10 ^m Abstand vom Hafenende (= Ufer bei der Porta Carbone)						in 150 ^m Abstand vom Hafenende und 75 ^m Abstand von dem Castell und dem gegenüberliegenden Ufer							
		Luftwärme °C.	Wasserwärme °C.	Gesamtmittelzahl der Keime im cem	Zahl der die Gelatine verflüssigenden Colonien im cem	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Luftwärme °C.	Wasserwärme °C.	Gesamtmittelzahl der Keime im cem	Zahl der die Gelatine verflüssigenden Colonien im cem	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure
1	30. Nov. 1891	16.2	17.7	90 700	560	Spur	Spur	15.5	16.3	18.3	187 900	10 900	deutliche Reaction	deutliche Reaction	3.5
2	7. Dec. "	16.5	17.8	63 200	690	"	"	4.6	16.0	17.5	380 600	8960	"	"	nicht bestimmbare Spur
3	29. "	14.5	16.0	39 900	360	"	"	5.8	14.0	15.5	549 000	3460	"	"	3.5
4	22. Febr. 1892	15.0	15.5	41 040	310	deutliche Reaction	deutliche Reaction	11.7	15.5	15.0	17 280	1010	starke Reaction	"	5.7
5	23. "	—	—	—	—	—	—	—	15.0	16.0	113 400	16 380	"	"	9.0
6	11. April "	16.2	16.4	237 640	3 650	starke Reaction	starke Reaction	11.4	15.6	16.0	284 800	7200	deutliche Reaction	"	12.6
7	2. Mai "	16.0	17.0	320 400	43 000	"	"	11.7	16.0	17.2	342 440	4320	"	Spur	71.0
8	15. Aug. "	26.0	25.5	nicht zu zählen	—	"	"	32.7	25.1	26.2	720	210	"	"	nicht bestimmbare Spur
9	19. Sept. "	25.5	24.5	719 280	8 720	"	"	11.4	25.0	26.0	13 580	430	starke Reaction	deutliche Reaction	4.4

Tabelle XVII (Fortsetzung).

Entnahmestellen		C.						D.							
		in 550cm Abstand vom Hafenende und in 150m Abstand von dem Castell und der Mole						in der Hafeneinfahrt, in 725 ^m Abstand vom Hafenende und in 10m Abstand vom Molenkopf.							
Nummer	Tag der Proben-entnahme	Luftwärme ° C.	Wasserwärme ° C.	Gesamtzahl der Keime im cem	Zahl der die Gelatine verflüssigenden Colo-nieen im cem	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Luftwärme ° C.	Wasserwärme ° C.	Gesamtzahl der Keime im cem	Zahl der die Gelatine verflüssigenden Colo-nieen im cem	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure
1	30. Nov. 1891	16.2	18.3	3720	270	Spur	Spur	3.3	16.5	18.0	1730	130	deutliche Reaction	deutliche Reaction	3.8
2	7. Dec. "	16.3	17.0	3180	150	"	"	nicht be-stimmbare Spur	16.5	17.8	1080	120	Spur	Spur	4.7
3	29. " "	14.0	15.3	8890	90	deutliche Reaction	deutliche Reaction	3.6	13.2	15.0	1490	20	0	"	nicht be-stimmbare Spur
4	22. Febr. 1892	15.2	14.5	5830	280	"	"	4.3	15.0	14.0	17 640	730	deutliche Reaction	deutliche Reaction	4.1
5	23. " "	16.6	14.1	6080	380	"	"	nicht be-stimmbare Spur	16.2	15.0	2900	130	0	Spur	4.6
6	11. April "	14.4	15.8	30 340	1440	"	"	14.5	15.0	15.0	320	0	Spur	0	24.3
7	2. Mai "	15.1	16.2	3200	800	Spur	Spur	5.4	15.0	16.1	70	0	0.	Spur	27.7
8	15. Aug. "	25.2	26.0	34 400	240	"	"	nicht be-stimmbare Spur	24.5	26.0	920	170	Spur	0	nicht be-stimmbare Spur
9	19. Sept. "	24.5	24.6	140	60	"	"	"	24.2	24.3	220	40	"	0	"

zu thun. Bei dem höheren Stand der Sonne in der Zeit vom April bis September macht sich diese Wirkung in stärkerem Maasse geltend. In den innersten Hafenabschnitten mit der stärksten Verschmutzung erschweren allerdings die zahlreichen aufgeschwemmten Theile den Lichtzutritt, hier fehlt es zum Theil auch wohl an dem nöthigen Sauerstoff, und hier ist schliesslich die Dauer der Lichteinwirkung wohl noch keine genügende. Bei *D* dagegen dürfen wir bereits eine innigere Vermischung der Schmutzwässer mit dem Hafenwasser annehmen. In Folge dessen, sowie auch in Folge der inzwischen bereits stattgehabten Sedimentirung ist wohl die Menge der aufgeschwemmten Theile schon wesentlich zurückgegangen, ein Sauerstoffmangel nicht mehr vorhanden, und hat das Licht auch bereits längere Zeit auf die mit den Schmutzwässern dem Hafen zugeführten Bakterien einwirken können. Während der Keimgehalt mit der Entfernung von den Sielen, d. h. mit dem Nachlass der Verschmutzung des Hafenwassers, abnimmt, lassen Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure eine derartige Uebereinstimmung nicht erkennen, denn bald wird in dem reineren Wasser bei *D* mehr, bald weniger, bald etwa gleichviel Ammoniak, salpetrige Säure bezw. Salpetersäure gefunden als in den gleichzeitig bei *A* und *B* geschöpften Proben. Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure gestatten demnach keinen Rückschluss auf den Grad der Verunreinigung des Hafenwassers.

b) Der Hafen und Golf von Oran nach den Untersuchungen von Cassedebat.

Cassedebat (7) erwähnt von chemischen Untersuchungen nichts, scheint sich daher auf Keimgehaltsbestimmungen beschränkt zu haben. Die von mehr als 70 000 Köpfen bewohnte, an der algerischen Küste gelegene Stadt Oran leitet ihre Schmutzwässer einschliesslich der Fäkalien in die See, und zwar mündet ein Siel in den Hafen, das zweite in den Vorhafen, wie dies aus der Hafenskizze auf der folgenden Seite ersichtlich ist, bei der übrigens der Hafen etwa $2\frac{1}{2}$ Mal so gross wie die übrigen Uferabschnitte gezeichnet ist.

Cassedebat bestimmte nun den Bakteriengehalt theils im Hafen und Vorhafen, in verschiedener Entfernung von den beiden Sielen, theils ausserhalb der Hauptmole in der freien See. Hier wurde in 10, 300, 600, 900, 1200, 1500, 1800 bezw. 2000^m Abstand von der Mole ein Keimgehalt von 9, 15, 9, 18, 63, 3, 9 bezw. 33 Keimen pro Cubikcentimeter gefunden, während er in der nächsten Nähe der Siele oft so hoch war, dass wegen der grossen Menge der Colonieen und der zahlreichen verflüssigenden unter ihnen eine Zählung gar nicht möglich war. Die ausser-

halb der Mole gefundenen Keimzahlen sind ähnlich niedrige wie die von mir im Ocean auf hoher See beobachteten. Da die erste ausserhalb der Mole gelegene Entnahmestelle mit dem so überaus niedrigen Keimgehalt nach der von Cassedebat der Abhandlung beigegebenen Skizze noch nicht einmal 250^m von den Sielmündungen entfernt ist, so vollzog sich die Reinigung hier schon auf einer kürzeren Strecke als im Hafen von Palermo, wo sie im Hafeneingang, etwa 750^m von den Sielmündungen noch nicht immer eine vollständige war. Sie erfolgte in Oran aber auch rascher als im Golf von Neapel, denn dort hat De Giaksa beobachtet, dass der 50^m von der Einmündung der Neapeler Schmutzcanäle mehrere Hunderttausend Keime pro Cubikcentimeter betragende Bakteriengehalt in 350^m Abstand noch 26 000 betrug, 3^{km} entfernt vom Ufer aber unter 100 herabging (4).

In die Skizze sind nicht nur die $\frac{1}{2}$ bis 2^m vom Ufer entfernten Schöpfstellen, sondern auch der jedes Mal beobachtete Keimgehalt eingetragen.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	befinden sich in
0	5	10	15	25	35	45	55	70 ^m	Abstand vom Siel I,
q	r	s	t	u	v	x	y	α	β in
10	30	60	75	90	115	150	300	400	500 ^m Abstand vom Siel II.

An der Mündung vom Siel I betrug der Keimgehalt 1 Mal 540 und 1 Mal, während der Ebbe, 1420 Keime, sonst war hier wegen der frühzeitigen Verflüssigung der zahlreichen Colonieen eine Zählung nicht möglich. Bei *b* bis *i*, in 5 bis 70^m Abstand, war der Keimgehalt schon bedeutend geringer, immerhin betrug derselbe indess — abgesehen von zwei etwas niedrigeren Keimzahlen bei *b* (= 920) und bei *c* (= 1500 hinter

Fig. 5.

einem Schiff) — hier mehr als 2000 bis zu 4800 Keime im Cubikcentimeter. Bei *j* bis *p* war der Keimgehalt im Allgemeinen noch weit niedriger, von 27 Proben enthielten allein 17 weniger als 300, 6 von 500 bis zu 1000 und nur 4 mehr als 1000 Keime.

Beim zweiten Siel war der Keimgehalt einmal in 10^m, das andere Mal bis zu 75^m Entfernung so gross, dass wegen frühzeitiger Verflüssigung die Zahl nicht festzustellen war. Bei der ersten Untersuchung fiel der Keimgehalt von 4300 in 30^m Abstand auf 940 in 150^m Abstand, bei der zweiten dagegen betrug er in 450^m Entfernung vom Siel noch 8000 Keime. Im ersten Falle war das Wasser bewegt, im zweiten sehr ruhig. Innerhalb des Hafens war der Einfluss des Seegangs auf den Keimgehalt weniger deutlich, doch war auch hier in den Ecken sowie überall, wo das Wasser weniger bewegt war, ein höherer Keimgehalt zu beobachten. Wellenbewegung und Strömungen setzen demnach den Keimgehalt herab.

Die rasche Verminderung des Keimgehaltes bei der Entfernung von den Sielen und den so niedrigen Bakteriengehalt ausserhalb der Mole sucht Cassedebat durch eine specifische bakterienvernichtende Wirkung des Meerwassers zu erklären. Eine solche konnte er an dem allerdings sterilisirten Meerwasser nicht recht nachweisen, nur den Typhusbacillus fand er schon nach 24 bis 48 Stunden, die Choleravibrionen dagegen erst nach 35 Tagen, die meisten sonst zum Versuch verwandten pathogenen Bakterien nach 19 bis 25 Tagen nicht mehr lebensfähig. Demgegenüber sei darauf verwiesen, dass De Giæxa im nichtsterilisirten Meerwasser die eingebrachten Typhusbacillen noch am 9. Tage nachzuweisen vermochte (4), so dass eine stärkere bakterientödtende Wirkung des Meerwassers ausgeschlossen erscheint. Wir werden daher die rasche Verminderung des Keimgehaltes, die Cassedebat bei der Entfernung von den Sielen beobachtete, zum Theil auf die durch Vermischung der Schmutzwässer mit dem Meerwasser bewirkte Verdünnung, zum Theil aber auf die Lichtwirkung zu beziehen haben. Offenbar macht sich die bakterienvernichtende Wirkung der Sonnenstrahlen in den tropischen und subtropischen Gegenden in Folge des höheren Sonnenstandes in stärkerem Maasse bemerkbar als bei uns, es spricht dafür auch der im Ocean, namentlich in der Nähe des Aequators, von mir gefundene ausserordentlich niedrige Keimgehalt der obersten Wasserschichten bei zum Theil nicht unbeträchtlichem Bakteriengehalt in den tieferen. Cassedebat erwähnt noch eine rapide Abnahme der Mikroben in den tieferen Schichten des Wassers, die er wiederholt beobachtet haben will. Wir werden dieselbe nach unseren Erfahrungen damit erklären, dass die Schmutzwässer sich zunächst an der Oberfläche des specifisch schwereren Meerwassers ausbreiten, und dadurch der höhere Gehalt von Mikroben in den oberen Schichten zu Stande kommt.

c) Der Flensburger Hafen.

Zum Unterschied von den flachen Meeresbuchten, an welchen sowohl Palermo als auch Oran gelegen ist, liegt Flensburg am Ende einer langen, schmalen, winklig verlaufenden und tief in das Land einschneidenden Bucht, der sogenannten Flensburger Förde. (Vergl. die kleine Uebersichtskarte auf Tafel III.) Die höchstens 4^{km} breite, aber fast 15^{km} lange, in südost-nordwestlicher Richtung verlaufende Aussenförde biegt in die fast ebenso lange, nur 2 bis 3^{km} breite, nach Südwesten gerichtete Innenförde um, deren nach Süden spitzauslaufender Endstreifen den Flensburger Hafen bildet. Derselbe ist von der verengten, zwischen Actienbrauerei und Kielseng gelegenen Stelle an gerechnet etwa 1³/₄^{km} lang, höchstens 1^{km} breit und wird von beiden Seiten her von der Stadt Flensburg umfasst, doch ist der Haupttheil der Stadt südlich und westlich vom Hafen und nur ein kleinerer auf dem Ostufer gelegen. (Vergl. die Taf. III.) Sowohl im Süden als auch im Osten und Westen steigt das Gelände ziemlich rasch bis auf 30—40^m an. Flensburg, mit einer Bevölkerung von 40 852 Köpfen, führt seine Abwässer durch 12 Siele sowie durch den auf der Karte mit Nr. 3 bezeichneten „Mühlenstrom“, einen kleinen offenen Bach, der vom Mühlenteich aus in nördlicher Richtung die Stadt durchfließt, in den Hafen.

Die in den Hafen geleiteten Schmutzwässer setzen sich zusammen aus einem Theil der menschlichen und thierischen Excremente, aus den gesammten Haus- und gewerblichen Abwässern, dem Strassenspül- und dem Regenwasser. In Flensburg besteht das „Kübelssystem mit Torfstreu-einrichtung“, aber in 97 privaten und öffentlichen Gebäuden (Bahnhof, Krankenhäusern, Hotels, Restaurationen, Officiercasino u. s. w.) sind Spül-abtritte vorhanden, und rechnet man, dass dieselben von etwa 3500 Personen regelmässig benutzt werden,¹ so dass fast 10 Procent der gesammten Fäkalien schon auf diesem Wege in den Hafen gehen. Von den übrigen Personen geht der grösste Theil des Urins durch die Pissoirs bezw. durch Entleeren der Nachtgeschirre in die Hausausgüsse den Canälen zu, und gelangt auch noch ein Theil der festen Excremente, namentlich von Kindern, Kranken u. s. w., auf dem letzteren Wege in die Canäle. Es ist daher jedenfalls nicht zu hoch gegriffen, wenn wir annehmen, dass etwa ¹/₆ des gesammten Kothes und fast ²/₃ des gesammten Urins, und damit jedenfalls mehr als die Hälfte der organischen zersetzungsfähigen Bestandtheile

¹ Ich verdanke diese, sowie auch die nachstehenden Angaben in Betreff der Abwässer grössten Theils Hrn. Kreisphysikus Dr. Deneke in Flensburg, der sich auch sonst um die Förderung unserer Untersuchungen sehr verdient gemacht hat.

der gesammten Excremente der Bevölkerung Flensburgs dem Hafen zugeführt werden. Aehnlich wie in Kiel geht auch ein kleiner Theil der thierischen Excremente in den Hafen.

Die Hauptmasse der Abwässer bilden aber auch in Flensburg die Hausabwässer, wozu noch die gewerblichen Abwässer hinzutreten, von denen diejenigen einer Papierfabrik, einer Färberei, zweier Brauereien, einer Lohgerberei, einer Meierei und einer Dachpappenfabrik hervorzuheben sind. Die beiden Brauereien produciren jährlich etwa 20 000^{hl} Bier, die Papierfabrik liefert stark gefärbte und fäulnissfähige Abwässer, und den Abwässern der Dachpappenfabrik schreiben die Flensburger Fischer die mehrfach beobachtete, besonders ungünstige Einwirkung des Hafenwassers auf die im Hafen gehaltenen Fische zu. Sonst lassen sich nähere Angaben über die Abwässer der genannten Gewerbebetriebe nicht machen; man gewinnt aber bei Berücksichtigung der Grösse des Betriebes und nach dem, was man über die Zusammensetzung der Abwässer bei gleichen oder ähnlichen Betrieben an anderen Orten weiss, den Eindruck, dass die genannten Betriebe zusammen noch nicht den vierten Theil der Schmutzmengen liefern, welche dem Hafen in den Hausabwässern zugehen. Es würde daher für die Reinhaltung des Hafens noch nicht viel gewonnen werden, wenn man den betreffenden Betrieben die Einleitung ihrer Abwässer in die Siele bzw. in den Hafen erst nach vorausgegangener Reinigung derselben gestatten würde.

Der Hafen nimmt auch noch die festen und flüssigen Abfallstoffe der im Hafen befindlichen Schiffe auf, die aber, da es sich fast ausschliesslich um Handelsschiffe handelt, wegen der weit geringeren Kopffzahl ihrer Besatzungen eine weniger grosse Bedeutung für die Verunreinigung des Hafens haben, wie die Abgänge der Schiffe in Kiel.

Die Zahl der Personen, welche an die einzelnen Siele angeschlossen sind, geht aus der nachstehenden Uebersicht hervor, welche ich dem städtischen Bauamt in Flensburg verdanke. Hiernach gehen in

das Siel 1	die Abwässer von	1 100 Einwohnern,
„ „ 2	„ „ „	1 200 „
den Mühlenstrom (= 3)	„ „ „	15 300 „
das Siel 4	„ „ „	1 800 „
„ „ 5	„ „ „	2 400 „
„ „ 6	„ „ „	500 „
„ „ 7	„ „ „	2 600 „
„ „ 8	„ „ „	2 500 „
„ „ 9	„ „ „	2 500 „
„ „ 10	„ „ „	1 800 „

das Siel 11	die Abwässer von	1 000 Einwohnern,
„ „ 12	„ „ „	2 600 „
„ „ 13	„ „ „	1 100 „

Der bei Weitem grösste Theil der Abwässer von Flensburg tritt in den schmalen, höchstens 400^m breiten, in der Mitte nur 3 bis 8^m tiefen, innersten Abschnitt des Hafens, der von der Einmündung des Mühlenstromes bis etwa zur Mitte zwischen den beiden auf der Karte, Taf. III, eingezeichneten Entnahmestellen *D* und *E* reicht. In den etwas weiteren äusseren Hafenabschnitt münden nur drei städtische Siele, und zwar die Siele 11 und 12 südlich, 13 nördlich vom Schwimmdock. Noch weiter draussen gehen die Abwässer der Actienbrauerei in den Hafen.

Die übrigen 9 Siele und der Mühlenstrom gelangen in den inneren schmälern Hafenabschnitt, und allein sechs dieser Siele und der Mühlenstrom mit den Hausabwässern von etwa $\frac{2}{3}$ der Gesamtbevölkerung, dem Inhalt sämtlicher Spülelosets und den Abwässern der erwähnten Gewerbebetriebe — ausgenommen die Meierei und die Actienbrauerei — ergiessen sich in die innerste Ecke des Hafens, die bei einer annähernd dreieckigen Gestalt eine grösste Länge von 350, eine grösste Breite von 260 und eine Gesamtuferlänge von noch nicht 800^m hat. (Vergl. die Karte, Taf. III.)

Die Besichtigung des Hafens sowie die Entnahme von Proben für die Untersuchung fand innerhalb von 12 Monaten im Ganzen 4 Mal, 2 Mal im Spätsommer, 1 Mal im Winter und 1 Mal im Frühjahr statt. Das erste Mal, am 18. September 1894, bestand während der Probenentnahme eine stärkere auslaufende Strömung, indem das Wasser in der Mittellinie bei *F* sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 10^m in der Minute fortbewegte. Seit mehreren Tagen war schönes, klares, warmes und niederschlagfreies Wetter, und herrschte am Tage vorher mässiger Nordostwind, am 18. aber vielfach Windstille. Bei den allerdings regelmässig täglich nur 1 Mal und zwar Vormittags ausgeführten Pegelstandsablesungen blieb das Wasser am 16. um 22^{cm} über dem durchschnittlichen Wasserstand, der für Flensburg auf + 2.00^m angenommen wird, und musste, da der Pegelstand am 17. zu 2.00 und am 18. zu 1.96^m gefunden wurde, vom 16. zum 17. bereits eine stärkere auslaufende Strömung stattgefunden haben.

Die zweite Untersuchung erfolgte am 24. Januar 1895, nachdem seit mehreren Tagen der Himmel bedeckt und mehrfach Schnee gefallen war. Am 22. Januar hatte es im Hafen etwas gefroren. Der Wasserstand stieg von 1.92 am 22. auf 1.98 am 23. und 2.12 am 24. Januar. Am 22. war aus-, am 23. ein- und am 24. stärkere einlaufende Strömung beobachtet worden. Seit 48 Stunden herrschte mässiger südwestlicher Wind, und war die Wasseroberfläche etwas bewegt.

Bei der dritten Untersuchung am 6. Juni 1895 war das Wetter seit einigen Tagen warm und klar, nur hatten am Nachmittag vorher einige kurze, aber stärkere Regenschauer stattgefunden. Der Pegelstand betrug am 4. Juni 2.04 und fiel bis zum 5. auf 1.88^m, welcher Stand auch am 6. Juni abgelesen wurde. Am Vormittag des 5. Juni wurde auslaufende Strömung, die nach dem Pegelstand vom 4. zum 5. vorhanden gewesen sein musste, beobachtet. Am Nachmittag folgte auf die schwache auslaufende eine ebenfalls schwache einlaufende und am Vormittag des 6., während der Probenentnahme wieder eine schwache auslaufende Strömung. Der seit zwei Tagen herrschende nordöstliche bzw. südöstliche Wind hatte eine nennenswerthe Bewegung der Wasseroberfläche nicht zur Folge gehabt.

Bei der letzten Untersuchung, die auf den 6. September 1895 fiel, war wieder seit einigen Tagen klares, niederschlagfreies Wetter, und bestand seit 48 Stunden mässiger WSW-Wind. Der Pegelstand war von 2.12 am 4. auf 2.14 am 5. angestiegen und bis zum 6. auf 2.04 abgefallen. Es hatte hiernach in den letzten Tagen eine irgendwie nennenswerthe Strömung nicht bestanden, und wurde auch bei Entnahme der Proben nur eine ganz schwache auslaufende Strömung beobachtet. Die Wasseroberfläche war fast ganz glatt.

Die aus der Karte, Taf. III, ersichtlichen Entnahmestellen lagen theils in der Mittellinie des Hafens und zwar *A* in etwa 50, *B* in 130, *C* in 300, *D* in 750, *E* in 1100, *F* in 1700 und *G* in 2300^m Entfernung von der Mündung des Mühlenstromes, theils am westlichen Ufer und zwar *H* zwischen den Sielen 8 und 7 und *I* zwischen den Sielen 7 und 6, beide in etwa 10^m Abstand vom Bollwerk.

Die Besichtigung erstreckte sich regelmässig auch auf das untere Ende des Mühlenstromes, dessen schmutziggrauer, stark getrübtter, sielwasserähnlicher Inhalt langsam nach dem Hafen hin abfloss. Sein Bett erwies sich stark verschlammmt, und deuteten die reichlich aufsteigenden Gasblasen auf lebhafte Zersetzungs Vorgänge in demselben hin. Die üblen Ausdünstungen dieses Wasserlaufes waren auf grössere Entfernungen hin noch wahrzunehmen.

Von dem Hafen erwies sich der innerste Abschnitt, dem, wie gezeigt, die grössten Schmutzmengen zugeführt werden, bei der Besichtigung auch, namentlich bei *A* sowie bei *H* und *I*, am stärksten verunreinigt, und nahm die Verunreinigung in der Mittellinie im Allgemeinen von *A* bis *C* nur sehr wenig, von *C* bis *D* dagegen etwas mehr ab. Ebenso verminderte sich die Verunreinigung vom westlichen Ufer nach der Mittellinie hin stark.

Bei *A* und *B* hatte das Wasser im Allgemeinen eine mehr schwärzlichgraue, bei *C*, *D*, *H* und *I* dagegen eine mehr grauweisse Farbe. Dabei war das Wasser an allen Entnahmestellen so stark getrübt, dass an keiner

der Grund sichtbar war, obwohl bei *A* und *B* die Wassertiefe nur 3 bzw. 5^m betrug. Durch die Abwässer der Papierfabrik erwies sich das Wasser einmal (im Juni) bis über *E* hinaus röthlich-braungelb verfärbt.

Grössere schwimmende Theile, z. B. Obst- und Gemüseabfälle, Korke, Stroh, Papier, Menschenoth, Thiercadaver u. s. w., wurden bei *H* und *I* beide Male und ausserdem auch bei *B* bis *D* mehrfach beobachtet. Die Gasentwicklung war am stärksten bei *A*, *B*, *H* und *I*, sie wurde aber auch bei *C* und *D*, sowie weiter nördlich am Westufer an verschiedenen Stellen beobachtet. Mit den Gasblasen stiegen bei *A* häufiger, bei *B* und *D* seltener mehr oder minder grosse, schwarze übelriechende Schlammbrocken in die Höhe und erwies sich nach den heraufgeholtten Proben der Grund bei *A* und *B* mit solchen Massen bedeckt. Uebler Geruch wurde an allen Entnahmestellen mit Ausnahme von *F* und *G*, bei *E* allerdings nur einmal festgestellt. In dem innersten Abschnitt war der Geruch sehr stark. Bei einer im September 1894 bei *A* von der Oberfläche geschöpften Probe liess sich das Vorhandensein von Schwefelwasserstoff durch Schwärzung eines in die Flasche eingebrachten Bleipapiers, sonst nur durch den Geruch nachweisen.

Weiter nördlich am Westufer, bis zum Siel 13, war das Wasser nicht nur sehr schmutzig, sondern wurde auch der an die Sielhaut erinnernde schmutzige Ueberzug an dem Wasser daselbst mehrfach in grösserer Ausdehnung wahrgenommen. Sowohl bei *H* und *I* als auch weiter nördlich wurden am Bollwerk mehrfach Beggiatoawucherungen bemerkt.

Die Untersuchungsergebnisse finden sich auf der Tabelle XVIII. Die Durchsichtigkeit nahm mit der Entfernung vom Mühlenstrom bzw. vom westlichen Ufer jedes Mal mehr und mehr ab, wie dies auch aus der nebenstehenden Fig. 6 deutlich zu erkennen ist. Aber auch bei *G* war das Wasser

Fig. 6.

Tabelle XVIII. Der Flensburger Hafen

Entnahmestellen Tiefe, aus welcher die Proben entnommen in Meter	I. Unters. 18. Sept. 1894. Pegelstand den 16., 17. bzw. 18./IX. = 2.22, 2.00 bzw. 1.96 m. Wetter klar, keine Niederschläge in den letzten 48 Stunden, vom 16. zum 17. und ebenso bei d. Entnahme auslaufende Strömung. Windstille.									II. Unters. 24. Jan. 1895. Pegelstand den 22., 23. bzw. 24./I. = 1.92, 1.98 bzw. 2.12 m. Himmel bewölkt, Schneeböen, Niederschläge = 2.5, 8.6 bzw. 4.0 mm, am 22. ausl., am 23. und 24. einlaufende Strömung beobachtet. Seit 48 Stunden mässige SW-liche Winde.									
	Luftwärme 19° C. Wasserwärme 16° C.									Luftwärme —1° C. Wasserwärme +1° C.									
	Durchsichtigkeit in Centimetern	Specificches Gewicht	Trockenrückstand mg in Liter	Chlorgehalt	Pernanganatverbrauch mg pro Liter	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Zahl der Keime im Cubikcentimeter		Durchsichtigkeit in Centimetern	Specificches Gewicht	Trockenrückstand mg in Liter	Chlorgehalt	Pernanganatverbrauch mg pro Liter	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Zahl der Keime im Cubikcentimeter
G	0 — 151	—	—	11.700	—	0	0	0	10 000	—	136	19.740	10.500	60	0	0	0	—	9470
	1.5 — 267	—	—	—	—	—	—	—	—	500	137	—	10.900	60	—	—	—	—	—
	3 — 151	—	—	12.150	—	—	—	—	3440	—	138	19.740	10.900	60	—	—	—	—	891
F	0 — 151	—	—	12.100	—	0	0	0	11 900	—	136	19.780	10.800	61	0	0	0	—	5033
	— 225	—	—	—	—	—	—	—	—	512	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3 — 151	—	—	12.450	—	—	—	—	450	—	138	—	10.900	61	—	—	—	—	3150
E	0 — 153	22.451	11.950	49	0	0	0	0	12 500	—	135	19.540	10.650	63	0	0	0	—	16 800
	— 210	—	—	—	—	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3 — 153	23.200	12.400	46	—	—	—	—	440	—	140	—	10.750	60	—	—	—	—	4500
D	0 — 152	22.974	12.000	46	0	0	0	0	8200	—	130	18.480	10.050	63	0	0	0	—	23 300
	— 200	—	—	—	—	—	—	—	—	346	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3 — 155	22.660	12.350	47	—	—	—	—	260	—	140	—	10.600	60	—	—	—	—	2470
C	0 — 133	19.982	10.700	54	0	0	0	0	38 800	—	104	14.150	7.500	107	0	0	0	—	55 500
	1.5 — 120	—	—	—	—	—	—	—	—	370	140	—	10.750	66	—	—	—	—	—
	3 — 155	23.364	11.900	47	—	—	—	—	1525	—	143	—	10.700	61	—	—	—	—	3230
B	0 — 136	20.366	10.950	49	0	0	0	0	26 200	—	105	14.534	7.750	105	0	0	0	—	231 700
	— 110	—	—	—	—	—	—	—	—	294	140	—	10.650	63	—	—	—	—	2760
	3 — 154	23.445	12.500	49	—	—	—	—	480	—	139	20.236	11.100	62	—	—	—	—	2760
A	0 — 126	19.329	10.500	52	0	0	0	0	30 000	—	73	10.793	5.700	119	0	0	0	—	68 600
	— 80	—	—	—	—	—	—	—	—	254	138	—	10.700	66	—	—	—	—	—
	3 — 156	23.177	12.500	51	—	—	—	—	1090	—	138	20.100	10.150	61	—	—	—	—	3910
H	0 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	— 3 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
J	0 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	— 3 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

bei den Untersuchungen 1895/96.

III. Unters. 6. Juni 1895. Pegelstand den 4., 5., bezw. 6./VII. = 2.04, 1.88, 1.88 m. Wetter klar, geringer Regen innerhalb der letzten 24 St. = 0.1 mm. Am 5. Morgens ganz schwach ausl., Nachmittags schwach einl., am 6. Vormittags ganz schwache auslaufende Strömung. Seit 24 St. mässiger NO-Wind.

Luftwärme 20° C. Wasserwärme 19° C.

IV. Unters. 6. Sept. 1895. Pegelstand den 4., 5., bezw. 6./IX. = 2.12, 2.14, 2.04 m. Wetter klar. Seit 48 Stunden keine Niederschläge und mässiger WSW-Wind. Während der Entnahme ganz schwache auslaufende Strömung.

Luftwärme 18° C. Wasserwärme 16° C.

Durchsichtigkeit in Centimetern	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch mg pro Liter	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Zahl der Keime im Cubikcentimeter	Durchsichtigkeit in Centimetern	Specificsches Gewicht	Chlorgehalt	Permanganatverbrauch mg pro Liter	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Zahl der Keime im Cubikcentimeter
380	100	8.500	83	0	0	0	400	—	147	11.650	[20 ¹]	0	0	0	2000
—	100	8.600	67	—	—	—	140	300	—	148	11.700	[17]	—	—	530
237	99	8.600	92	0	0	0	2300	—	148	11.400	[20]	0	0	0	2110
—	100	8.550	99	—	—	—	420	290	—	148	11.600	[19]	—	—	700
123	97	8.250	95	0	0	0	26 400	—	147	11.500	[16]	0	0	0	2550
—	98	8.550	99	—	—	—	270	300	—	148	11.700	[16]	—	—	1330
80	87	7.500	105	0	0	0	101 000	—	147	11.500	[19]	0	0	0	2610
—	100	8.400	99	—	—	—	580	230	—	149	11.600	[17]	—	—	1300
70	66	5.700	101	0	etwas	0	213 760	—	148	11.500	[21]	0	0	0	4000
—	99	8.200	94	—	—	—	2100	160	—	147	11.600	[18]	—	—	300
67	46	4.150	87	etwas	zieml. viel	0	311 700	—	128	10.250	[24]	0	0	0	9500
—	103	8.300	99	—	—	—	59 160	140	—	—	—	—	—	—	800
60	15	2.250	99	zieml. viel	zieml. viel	0	229 000	—	65	5.150	[31]	etw.	0	0	175 000
—	97	8.400	99	—	—	—	65 400	130	—	—	—	—	—	—	820
70	64	5.800	85	etwas	etwas	0	286 200	—	148	11.700	[21]	0	0	0	1980
—	100	8.300	91	—	—	—	1970	190	—	149	11.700	[21]	—	—	1200
5	35	3.600	94	zieml. viel	zieml. viel	0	320 400	—	129	9.400	[25]	0	0	0	167 600
—	97	8.250	94	—	—	—	9200	200	—	—	—	—	—	—	1060
—	97	8.250	94	—	—	—	9200	149	11.700	[17]	—	—	—	—	1060

¹ Bestimmung nach Schulze.

nur einmal (im Januar) als sehr klar zu bezeichnen, indem die Scheibe hier bis auf 500^{cm} Tiefe erkannt wurde, während sie sonst schon in 267, 300 bezw. 380^{cm} Tiefe verschwand. In den inneren Hafenabschnitten war die Trübung manchmal hochgradig, denn die weisse Scheibe verschwand

bei *A* je einmal schon in 60 bezw. 80^{cm} Tiefe,

„ <i>B</i> „ „ „ „	67	110	„	„
„ <i>C</i> „ „ „ „	70	120	„	„
„ <i>D</i> „ „ „ „	80	—	„	„
„ <i>E</i> „ „ „ „	123	—	„	„
„ <i>H</i> „ „ „ „	70	—	„	„
„ <i>I</i> „ „ „ „	55	—	„	„

Die Menge der suspendirten Theile wurde nur im September 1894 bei den bei *A* geschöpften Proben bestimmt, wobei in der Oberflächenprobe 653, in der Tiefenprobe aber 144^{mg} im Liter nachgewiesen wurden.

Fig. 7.

daraus, dass das Wasser an der Oberfläche bei *A*, *B*, *C*, *H* und *I* häufig, bei *D* gelegentlich mehr oder minder grosse Mengen von Schmutzwasser

Das Verhalten des spezifischen Gewichtes ist auch in die nebenstehende Skizze eingetragen. Bei *A* und *B* war immer, bei *C* meist das spezifische Gewicht der Oberflächenprobe bedeutend niedriger als bei der zugehörigen aus 1½ bzw. 3^m geschöpften Tiefenprobe; auch bei *D* war noch zweimal ein nennenswerther Unterschied im spezifischen Gewicht der Oberflächen- und Tiefenprobe nachzuweisen, dagegen stimmten bei *E*, *F* und *G* die tieferen Proben in ihrem spezifischen Gewicht mit den von der Oberfläche geschöpften so ziemlich überein. Bei *I* war beide Male, bei *H* nur einmal der Unterschied im spezifischen Gewicht an der Oberfläche und in 3^m Tiefe ein stärkerer. Wir sehen

enthält, und dass an den betreffenden Entnahmestellen die Vermischung des Schmutzwassers mit dem Hafenwasser noch nicht weit in die Tiefe reicht, während sie bei *E*, *F* und *G* schon eine vollständigere ist.

Nach dem specifischen Gewicht bestand im Juni die Oberflächenprobe bei *A* fast zu $\frac{6}{7}$, die von *I* fast zu $\frac{2}{3}$, die von *B* fast zur Hälfte, die von *H* und *C* fast zu $\frac{1}{3}$ und die von *D* fast zu $\frac{1}{7}$ aus Schmutzwasser (Sielinhalt).

Im Juni war das specifische Gewicht durchweg (auch bei dem reineren Wasser in den äusseren Abschnitten bezw. in der Tiefe) niedriger als bei den übrigen drei Untersuchungen. (Vergl. S. 7.)

Im Ganzen ähnlich wie das specifische Gewicht verhielten sich der Trockenrückstand und der Chlorgehalt. Die Abweichungen des Trockenrückstandes werden wir nach dem früher Mitgetheilten hauptsächlich auf die mit dem Austrockenen verbundenen Fehler zurückzuführen haben. Beim Chlorgehalt besteht nur in den reineren Hafenabschnitten eine Uebereinstimmung mit dem specifischen Gewicht, während eine solche in dem verunreinigten Hafenwasser öfters vermisst wird.

Die Bestimmung des Permanganatverbrauches lieferte eigentlich nur im Januar bei den Oberflächenproben von *A*, *B* und *C* sowie im September 1895 bei den Oberflächenproben von *A* und *I* erheblich höhere Werthe, die auf einen stärkeren Gehalt an organischen Stoffen zu schliessen berechtigten. Im September 1895 war der Permanganatverbrauch nach der Methode von Schulze bestimmt worden.

Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure waren in den Proben aus der Tiefe in keinem Falle nachzuweisen, und sie fehlten auch in allen Oberflächenproben bei den ersten beiden Untersuchungen sowie bei der letzten, mit Ausnahme der Oberflächenprobe von *A*, die etwas Ammoniak enthielt. Dagegen wurden im Juni bei den Oberflächenproben von *I*, *H*, *A* und *B* mehr oder minder grosse Mengen von Ammoniak und salpetriger Säure, bei *C* nur etwas salpetrige Säure angetroffen. Wir machen demnach wieder die Erfahrung, dass manchmal in dem verunreinigten Hafenwasser Ammoniak und salpetrige Säure angetroffen werden, dass sie aber andererseits auch zuweilen trotz vorhandener stärkerer Verunreinigung vermisst werden.

Die Keimgehaltsbestimmungen, deren Ergebnisse auch in die Skizze auf S. 128 eingetragen sind, lassen zunächst die starke Verunreinigung in der Nähe der Ufer bezw. der Sielmündungen erkennen. Mit der Entfernung von den Sielen nimmt der Keimgehalt ab, aber diese Abnahme gestaltet sich bei den einzelnen Untersuchungen verschieden. Nur bei der dritten Untersuchung, im Juni, wird an der äussersten Entnahmestelle ein Keimgehalt gefunden, wie er etwa denjenigen in reinem Meer-

wasser entspricht und wie er nach einer allerdings nur einmal im August 1893 ausgeführten Untersuchung in den äusseren Abschnitten der Flensburger Förde vorzukommen scheint. Damals wurden bei Brunnsnis, 1 km vom Land 700, im Juni 1895 aber bei *G* nur 400 Keime angetroffen. Dagegen erwies sich der Keimgehalt bei *G* im September 1895 noch mässig (= 2000), bei den beiden ersten Untersuchungen aber noch ziemlich beträchtlich erhöht (= 10 000 bzw. 8500 Keime im Cubikcentimeter).

Fig. 8.

Bei der ersten Untersuchung, die bei mittlerem Wasserstand, aber stärkerer auslaufender Strömung statthatte, war der Keimgehalt an den inneren Entnahmestellen *A*, *B* und *C* nicht besonders hoch, derselbe nahm aber auch nach aussen hin nur wenig ab. Im Januar herrschte bei etwas höherem Wasserstand einlaufende Strömung, es war hier der Keimgehalt bei *A*, *B* und *C* schon beträchtlich höher, und fand auf der Strecke bis *G* eine stärkere Abnahme statt. Bei der dritten Untersuchung war der Wasserstand etwas niedrig, die Strömung eine ganz schwache auslaufende, der Keimgehalt an den innersten Entnahmestellen ein besonders hoher, der Abfall desselben bis nach *G* aber ein beträchtlicher. Die letzte Untersuchung fand wieder bei mittlerem Wasser-

stand, aber bei ganz schwacher auslaufender Strömung statt, es zeigte sich dieses Mal nur bei *I* und *A* ein ähnlich hoher Keimgehalt wie sonst an den innersten Entnahmestellen, und wurde auf der Strecke von *D* bis *G* eine irgendwie nennenswerthe Abnahme des Keimgehaltes vermisst.

In der Tiefe war der Keimgehalt (auch schon einmal bei $1\frac{1}{2}$ m Tiefe) stets und zwar meist bedeutend niedriger als an der Oberfläche. Besonders niedrig erschien er hier bei der ersten und letzten Untersuchung, während bei der zweiten durchweg ein ziemlich hoher, bei der dritten aber an den innersten Entnahmestellen ein sehr hoher, an

den äussersten dagegen ein recht niedriger Keimgehalt der Tiefenproben gefunden wurde. Bestimmte Beziehungen zu dem Wasserstand und den Strömungen lassen sich demnach aus den wenigen Untersuchungen nicht herauslesen.

V. Die mit der Einleitung der Schmutzwässer in den Kieler Hafen verbundenen Uebelstände bezw. Gesundheitsgefahren und deren Beseitigung.

Die Abwässer bewirken eine schon grobsinnlich wahrnehmbare Verunreinigung des Hafenwassers, die in dem schmalsten innersten Abschnitt des Hafens, d. h. im Handelshafen, nahezu die ganze Wassermasse betrifft und hier zu gewissen Zeiten so hochgradig ist, dass sich das Wasser daselbst in seinem Aussehen von Sielwasser nur wenig unterscheidet. In dem breiteren äusseren Abschnitt des Innenhafens, dem Anfangstheil des Kriegshafens, findet sich eine so hochgradige Verunreinigung gewöhnlich nur am Westufer und ist sie hier insbesondere auf die nächste Umgebung der Sieleinlässe beschränkt.

Die Verunreinigung macht sich bemerkbar durch die Verfärbung und durch die allgemeine Trübung des Wassers, durch die mehrfach erwähnte Hautbildung und durch allerlei grössere, meist unappetitliche und ekel-erregende, schwimmende Gegenstände. Dazu kommen die Schlammablagerungen, die, namentlich wenn sie mit den Beggiatoawucherungen überzogen sind, einen widerlichen Anblick gewähren, die durch die üblen Ausdünstungen belästigen, durch die Verminderung der Wassertiefe stören und deren von Zeit zu Zeit nothwendig werdende Beseitigung mit nicht unbedeutenden Unkosten verknüpft ist.

Die Ausgaben der Stadt Kiel für Baggerungsarbeiten betrugen in dem fünfjährigen Zeitabschnitt von 1881 bis 1886 jährlich . . 34 634 Mk.
 „ „ „ 1886 „ 1891 „ . . 12 478 „
 „ „ „ 1891 „ 1896 „ ungefähr 33 000 „

also im Durchschnitt jährlich etwa 25 000 Mark. Hiervon entfällt allerdings ein Theil auf die Beseitigung der aus dem Aussenhafen eingeschwemmten Bodenmassen, dafür hat aber an vielen Stellen eine Beseitigung der mit den Schmutzwässern zugeführten und seit Jahren angehäuften Schlammmassen noch gar nicht stattgefunden.

Durch das unappetitliche Aussehen, den widerlichen Anblick, sowie namentlich durch die theils von dem Hafenwasser, theils von den

Schlammablagerungen ausgehenden üblen Ausdünstungen werden nicht nur die am Wasser Wohnenden — und zwar zu gewissen Zeiten, insbesondere bei niedrigem Wasserstand, geringer Strömung, höherer Temperatur und bestimmten Winden auf grössere Entfernung hin — belästigt sondern auch alle diejenigen, welche ihr Beruf an und auf den Hafen führt und auch die vielen Personen, die, sei es zu ihrem Vergnügen, sei es zu ihrer Erholung, den Hafen aufsuchen.

Die üblen Ausdünstungen sind an manchen Stellen jahraus jahrein, an anderen nur zeitweise so gross, dass sie wohl im Stande sind namentlich bei empfindlicheren Personen, Kindern, Frauen, in der Genesung Befindlichen u. s. w. allerlei Störungen, wie Uebelkeit, Ekel, Erbrechen, Unbehagen, Kopfschmerz, allgemeine Abgeschlagenheit u. s. w. hervorzurufen. Es ist aber auch bekannt, dass die fortgesetzte Einathmung einer derartig verdorbenen Luft chronische Störungen, namentlich allgemeine Ernährungsstörungen, verminderte Widerstandsfähigkeit u. s. w. zur Folge hat.

Aber die Hafenverunreinigung ist noch nach einer anderen Richtung hin mit Gesundheitsgefahren verknüpft. Mit den Abwässern und zwar nicht nur mit den Fäkalien, sondern auch mit den Hauswässern gelangen allerlei Krankheitsstoffe in den Hafen, die von hier aus gelegentlich wieder auf den Menschen übergehen und Krankheiten, insbesondere Infectionen veranlassen können. Diese Gefahr ist beim Hafenwasser sicher im Ganzen weniger gross als bei dem durch Abwässer verunreinigten Wasser der Flüsse, Seen, Teiche u. s. w., da ja das Hafenwasser nicht genossen werden kann und auch zu Haushaltungszwecken kaum benutzt wird, die zum Zustandekommen einer Infection erforderliche innigere Berührung mit dem Wasser im Allgemeinen hier also seltener stattfindet. Der Uebergang von Infectionsstoffen aus dem Hafenwasser auf den Menschen kann durch Fische, Muscheln und andere dem Hafen entstammende bezw. mit dem Hafenwasser in Berührung gekommene Thiere, aber auch gelegentlich durch leblose Gegenstände vermittelt werden, wie beispielsweise durch Bierfässer, welche in dem verunreinigten Hafenwasser gelegen hatten und vor ihrer Neufüllung nicht genügend gereinigt waren. In eine innigere Berührung mit dem verunreinigten Hafenwasser selbst kommen die die Schifffahrt und den Fischfang betreibenden und die meisten sonst auf dem Wasser beschäftigten Menschen. Hier sind der Infectionsgefahr namentlich diejenigen ausgesetzt, die mit ihren Schiffen oder Booten im innersten Hafen bezw. vor den Sielauslässen liegen und das verunreinigte Wasser zur Reinigung der Schiffe und Boote, sowie der Schiffs- bezw. Bootsutensilien benutzen. Einige der Liegestellen für die Boote befinden sich gerade an der Ausmündung der Siele, so z. B. die Boots-

station an der Seeburgbrücke an der Mündung des Siels der akademischen Heilanstalten Nr. 17, und diejenige an der Reventloubrücke gerade an der Mündung des Siels Nr. 19.

Sonst besteht die Möglichkeit der Aufnahme von Krankheitsstoffen aus dem Hafen für einen grösseren Theil der Bevölkerung Kiel's noch beim Baden. Von den beiden auf der Karte, Taf. II, eingezeichneten Badeflössen liegt das als Floss II bezeichnete, und als Freibad namentlich seitens der Schuljugend benutzte in der Hörn, etwa 20^m vom Ostufer entfernt. Von dem südlich von der Germania Werft mündenden Gaardener Siel bleibt es kaum 100, von den über dem Wasser errichteten Latrinen dieser Werft kaum 200^m entfernt, und nur wenig grösser ist der Abstand von den Sielauslässen am gegenüberliegenden Ufer. Die Strömung zeigt hier dieselbe Richtung wie am Westufer, das Wasser ist wohl beim Floss etwas klarer als auf der Kieler Seite, aber immerhin noch meist daselbst so schmutzig, dass schon das Aussehen des Wassers allein von der Benutzung dieses Bades abhalten sollte. Die Trübung war hier zeitweise so stark, dass die weisse Scheibe schon in 115, 95 ja 60^{cm} Tiefe verschwand, und wurden 66, 101 bezw. 197^{ms} suspendirte Theile im Liter gefunden. Der Keimgehalt betrug bei acht Untersuchungen allein 5 Mal 59 700 bis 94 000, 1 Mal sogar über vier Millionen. (Siehe die Tabelle XIII.) Trotz des schmutzigen Aussehens wird aber das Bad fleissig benutzt.

Noch ungünstiger ist das gleichfalls, namentlich wegen seiner bequemen Lage viel benutzte Badefloss I gelegen, nämlich gerade vor dem Siel der akademischen Heilanstalten (= Nr. 17), in etwa 100^m Entfernung von der Mündung desselben. Die Verschmutzung blieb hier nur wenig hinter derjenigen zurück, welche in noch grösserer Nähe der Sielmündung, 20^m von der Seeburgbrücke entfernt, gefunden wurde. Es wurden bis zu 145^{ms} suspendirte Theile beobachtet, und war die Trübung so stark, dass die weisse Scheibe zuweilen schon in 135, 120 bezw. 90^{cm} Tiefe nicht mehr erkannt wurde, und der Keimgehalt betrug einmal fast 600 000 und 5 Mal 56 500 bis 231 000. Dass die von den akademischen Heilanstalten eingeschwemmten Schmutzstoffe und damit gelegentlich auch Infectionsstoffe bis an die Badestelle gelangen können, kann hiernach, sowie nach einem besonderen, bereits am 18. Juni 1892 angestellten Versuch nicht gut bezweifelt werden. Damals wurde in das Closet des pathologischen Instituts eine Flasche mit wässriger Gentianaviolettlösung und nachdem inzwischen mit Wasser kräftig gespült war, fünf Minuten später eine Aufschwemmung eines im Kieler Hafen nicht vorkommenden, durch Bildung eines purpurrothen Farbstoffes ausgezeichneten Bacteriums gegossen, welches gelegentlich der Planktonexpedition aus der Mündung

des Paráflusses isolirt war. (= Halibacterium purpureum 2·37.) Gleichzeitig mit der Aufschwemmung dieses Bacteriums waren Sägespäne und Papierschnitzelchen in das Closet gebracht und hierauf wieder kräftig gespült worden. Es ergab sich, dass neun Minuten nach dem Eingiessen der Farblösung an einer Leckstelle des Krankenhaussieles blaufärbte Schmutzflüssigkeit austrat, und fünf Minuten später auch die Sägespäne und Papierschnitzelchen erschienen. Die in demselben Augenblick, sowie die 6, 16 und 26 Minuten später in der Umgebung der Leckstelle geschöpften Wasserproben enthielten, wie durch die bakteriologische Untersuchung festgestellt wurde, zahlreiche purpurrothe Bakterien, allein in $\frac{1}{1000}$ cem der zuletzt (nach 26 Minuten) entnommenen Probe wurden mehrere Colonieen des purpurrothen Bacteriums nachgewiesen, während in einer erst am Nachmittag, etwa 5 Stunden später, vom freien Ende der Seeburgbrücke geschöpften Probe, die übrigens einen ausserordentlich hohen Bakteriengehalt aufwies, der Nachweis der rothen Bakterien nicht mehr gelang.

Bei der mehrfach auch vor der Seeburgbrücke beobachteten Strömungsgeschwindigkeit von 3 bis 4^m können die mit dem Sielinhalt eingeschwemmten suspendirten Theile in etwa 25 bis 30 Minuten bis an das Badefloss, und nach den Ergebnissen unseres Versuches etwa mitgeschwemmte Bakterien sehr wohl in lebensfähigem Zustande bis an die Badestelle gelangen. Es scheint demnach die Annahme nicht zu gewagt, dass gelegentlich auch Typhus, Cholera und andere Krankheitserreger, wenn sie mit den Ausleerungen der Kranken oder mit dem Spülwasser bei Obductionen in das Siel der akademischen Heilanstalten gelangt sind, unter günstigen Umständen in infectionsfähigem Zustand bis an die Badestelle geführt werden können. Dass auch die grösste Vorsicht vor einer solchen Möglichkeit nicht zu schützen vermag, wird Jeder zugeben, der sich vergegenwärtigt, wie die genannten Krankheiten namentlich in der ersten Zeit nicht immer sofort erkannt werden, so dass eine Benutzung der Closets seitens solcher Kranker wohl auch in den besten Krankenhäusern vorkommt. Auch braucht wohl nur darauf hingewiesen zu werden, wie häufig bei Cholera, Typhus und anderen hierher gehörigen Krankheiten erst bei der Leichenöffnung die wahre Krankheits- bzw. Todesursache erkannt wird, so dass auch der Uebergang von Krankheitskeimen in die Siele mit dem Spülwasser bei Obductionen nicht ausgeschlossen ist.

Etwas weniger ungünstig wie die beiden Badeflüsse sind die Seebadeanstalt und das Hohenzollernbad gelegen, von denen die Badeplätze des ersteren 100 bis 200, die des letzteren nur etwa 100^m von dem allerdings nicht sehr grosse Schmutzmassen führenden Siel 20 entfernt bleiben. Die bis vor wenigen Jahren dicht neben der Reventloubrücke, kaum 80^m

von der Mündung des Siels Nr. 19 gelegene Marinebadeanstalt hat man in richtiger Würdigung der Gefahr schon vor einigen Jahren von dort nach der Wiker Bucht, also in den Aussenhafen verlegt. Im Aussenhafen, aber nahe der Grenze vom Innenhafen, befindet sich noch die Badeanstalt von Bellevue, welche von dem nur kleinen und unbedeutenden Siel 21 mehr als 200^m entfernt ist, und dessen Wasser sich, wie gezeigt, bei zweimaliger Untersuchung jedes Mal als verhältnissmässig rein und jedenfalls als bedeutend reiner erwies als dasjenige aus der Seebadeanstalt, woselbst einmal ein Keimgehalt von 333 501 beobachtet wurde, während in Bellevue der höchste Keimgehalt 520 betrug. (Vergl. die Tab. XIII.)

Man wird gegen die von uns hervorgehobene Infectionsgefahr den Einwand erheben, dass Erkrankungen in Folge des Badens in dem Hafen bezw. des Aufenthaltes und der Beschäftigung auf demselben nicht beobachtet worden sind. Sieht man davon ab, dass die Marineärzte bei Erkrankungen an Typhus, fieberhaften Darmkatarrhen u. s. w., die sich auf den vor den Sielen 14, 15, 16 und 17 liegenden Schiffen mehrfach gezeigt haben, wiederholt in Ermangelung einer anderen Entstehungsursache einen Zusammenhang der Erkrankungen mit dem verunreinigten Hafenwasser vermuthet haben, so muss allerdings zugegeben werden, dass bisher von Erkrankungen durch das verunreinigte Hafenwasser nichts bekannt geworden ist und dass auch in den allgemeinen, im Ganzen als günstig zu bezeichnenden Sterblichkeits- und Krankheitsverhältnissen der Stadt Kiel eine derartige Beziehung nicht zum Ausdruck gelangt. Aber selbst wenn auch eine eingehendere Untersuchung der Gesundheitsverhältnisse der zunächst Betheiligten, d. h. der im verunreinigten Hafenwasser Badenden bezw. der auf demselben sich Aufhaltenden und Beschäftigten, zur Auffindung solcher Beziehungen nicht führen sollte, so ist das Bestehen der angedeuteten Gefahr damit noch nicht widerlegt. In den letzten Jahren sind wiederholt Fälle bekannt geworden, wonach Personen, die bei ihrer Beschäftigung mit Schmutzwässern in Berührung gekommen waren bezw. die in dem dadurch verunreinigten Fluss-, Bach-, Hafen- und zwar auch Seehafenwasser gebadet hatten oder auch beim Hineinfallen in dasselbe ein unfreiwilliges Bad genommen hatten, an Cholera, Typhus, fieberhaftem Magen- und Darmkatarrh, fieberhaftem Icterus, (sogen. Weil'scher Krankheit) und ähnlichen Krankheiten erkrankt sind, und haben die näheren Umstände bezw. die angestellten Untersuchungen meist keinen Zweifel darüber gelassen, dass in diesen Fällen das verunreinigte Wasser die Ursache der nicht selten zahlreichen und schweren Erkrankungen gewesen ist. Alle diese Erkrankungen aber haben sich oft erst gezeigt, nachdem viele Jahre hindurch die Verunreinigung der Gewässer scheinbar ohne jede Gesundheitsschädigung geblieben war. Der-

artige traurige Erfahrungen sollten daher jedenfalls davor schützen, die mit der Einleitung der Schmutzwässer in den Kieler Hafen verbundene Infektionsgefahr zu unterschätzen, oder sie womöglich gar zu übersehen.

Es liegt der Gedanke nahe, die, wie gezeigt, zweifellos vorhandene, gar nicht unbedeutende selbstreinigende Kraft des Hafens besser auszunutzen, als es bisher geschah. Es würde das z. B. in den breiteren Abschnitten des Hafens dadurch zu erreichen sein, dass man die Abwässer weiter in den Hafen hineinleitet, d. h. die Siele erst in einiger Entfernung vom Ufer an Stellen grösserer Wassertiefe ausmünden lässt. Statt der bisher in dieser Absicht mehrfach verwendeten hölzernen Canäle, die sich nicht bewährt haben, müssten eiserne Röhren noch weiter in den Hafen geführt und zugleich mit Einrichtungen versehen werden, die einen fortwährenden Abfluss der Schmutzwässer gestatten und einer allmählichen Verstopfung vorbeugen. Durch solche Vorkehrungen, die sich wohl mit nicht allzu grossen Kosten herstellen lassen, würde die Verschmutzungszone vom Ufer abgerückt und von vornherein eine bessere Vermischung der Abwässer mit dem Hafenwasser ermöglicht, so dass die Verschmutzung weniger stark hervortreten könnte und zugleich für die Selbstreinigung günstigere Bedingungen geschaffen würden. Die Belästigung durch das widerliche Aussehen bezw. durch die üblen Ausdünstungen würde auf diese Weise jedenfalls vermindert. Dagegen würden die Schlammablagerungen fortbestehen und, wenn sie sich auch mehr auf die tieferen Hafenabschnitte erstrecken und daher ein Trockenfallen derselben und üble Ausdünstungen von ihnen weniger leicht zu Stande kommen könnten, ein regelmässiges Baggern zur Verhütung der Verflachung des Hafens nothwendig machen und damit fortgesetzt nicht unbeträchtliche Kosten verursachen. Die hervorgehobene, mit dem Baden im Hafen bezw. mit der Beschäftigung und dem Aufenthalt auf demselben verbundene Infektionsgefahr würde hierdurch aber nicht beseitigt, auch steht zu befürchten, dass, wenn sich die Schmutzwassermengen mit der Bevölkerungszunahme vermehren, der Hafen auch an den breiteren Stellen die eingeleiteten Schmutzwässer nicht mehr genügend zu verarbeiten vermag, und man sich daher vielleicht schon nach kurzer Zeit gezwungen sieht, in anderer Weise für die Reinhaltung des Hafens zu sorgen.

In dem schmäleren inneren Abschnitt des Hafens würde eine Verlegung der Sielmündungen weiter in den Hafen hinein wenig Erfolg haben, man müsste denn dieselben weit hinaus in den breiteren äusseren Abschnitt des Innenhafens verlegen, was aber nicht nur schwierig, sondern auch kostspielig sein würde. Wenn Manche glauben, dass schon eine gründliche Klärung der Schlachthofabwässer die Verunreinigung in der Hörn aufheben oder doch wesentlich vermindern würde, so können wir

uns dieser Ansicht nicht anschliessen, nachdem unsere Untersuchungen gezeigt haben, dass die verunreinigenden Stoffe in den Schlachthofabwässern erst etwa den fünfunddreissigsten Theil der gesammten dem Hafen zugehenden Schmutzmengen entsprechen. Auch wenn, wie das inzwischen von der Regierung angeordnet ist, ausserdem die Brauereien, die akademischen Heilanstalten und das Marinelazareth ihre Abwässer klären und abgesehen von den beiden Krankenanstalten überall die Spülabtritte durch Kübel bezw. sonstige Abfuhrreinrichtungen ersetzt, und auch sonst alle die Fäkalien direct dem Hafen zuführenden Abtritte an den Ufern entfernt werden, so wird damit die Verschmutzung des Hafens noch lange nicht beseitigt. Denn abgesehen davon, dass es alsdann unmöglich ist die einzelnen Kläranlagen, durch deren Beschaffung übrigens den Besitzern der Brauereien und der übrigen Anlagen unverhältnissmässig grosse Lasten aufgebürdet würden, fortgesetzt zu controliren, würde durch die genannten Maassnahmen im günstigsten Falle immer nur ein kleiner Bruchtheil der Verunreinigungen vom Hafen ferngehalten. Derjenige nicht unbedeutende Theil der festen Excremente, der durch die Küchen- und sonstigen Ausgüsse im Hause in die Canäle geht, wird durch die erwähnten Maassnahmen in keiner Weise getroffen und die gewaltige Menge des Urins, die wie wir gesehen haben, neben den Hausabwässern so wesentlich zur Verunreinigung des Hafens beiträgt, wird durch dieselben nicht eingeschränkt.

Will man alle Unzuträglichkeiten, Belästigungen und Gefahren für immer gründlich beseitigen, so kann man das auf zwei Wegen erreichen. Entweder muss man aus den Abwässern vor der Einleitung in den Hafen die Sinkstoffe, die zersetzungsfähigen und die krankheitserregenden Stoffe entfernen, oder man muss die Abwässer überhaupt vom Hafen fernhalten und sie anderweitig ableiten. In beiden Fällen müsste man die Schmutzwässer zunächst sammeln. Hierzu sind die bisherigen Canäle schon wegen ihrer Anordnung, dann aber auch wegen der früher erwähnten Mängel nicht zu gebrauchen, man wird vielmehr ein neues Canalnetz anlegen müssen. Da der Einleitung des Meteorwassers in den Hafen, falls es getrennt aufgefangen wird, Bedenken nicht entgegen stehen, so kann man sich, um mit möglichst kleinen Canälen und so mit möglichst geringen Kosten für den Bau und Betrieb der Canalisation auszukommen, auf die Vereinigung der Haus- und gewerblichen Abwässer beschränken. Es könnten alsdann die bisherigen Canäle bei zweckentsprechender Abänderung zur Ableitung des Regenwassers verwendet werden, so dass hierfür keine neuen Canäle erforderlich würden. Ein Theil der bisherigen Canäle liesse sich wohl für die Schmutzwassercanäle benutzen, so dass dadurch die Anlagekosten für das neue Canalnetz etwas verringert würden.

Die Reinigung der gesammelten Abwässer kann durch Berieselung oder durch Klärung erfolgen. Geeignete, genügend grosse und nicht zu theuere Ländereien für die Berieselung dürften in der Nähe von Kiel schwer zu beschaffen sein. Sobald aber die Entfernung der Rieselfelder eine gewisse Grenze überschreitet, werden die Anlagekosten für die Leitung und die Betriebskosten für das Aufpumpen auf die Felder über die Maassen gross, so dass man daher in Kiel auf die Reinigung der Abwässer durch Berieselung wird verzichten müssen.

Die mechanisch-chemische Klärung, namentlich nach den neueren verbesserten Methoden würde wohl eine ausreichende Reinigung ermöglichen, aber wenn sich eine derartige Klärung auch bisher unter kleinen Verhältnissen vielfach vorzüglich bewährt hat, so lässt sich das zur Zeit noch nicht von Kläranlagen, welche die gesammten Schmutzwässer grösserer Städte verarbeiten, behaupten, hier bereitet die Frage nach dem Verbleib des Klärschlammes noch die grössten Schwierigkeiten, und sind auch die Betriebskosten noch verhältnissmässig hoch.

Will man den anderen Weg betreten und die Schmutzwässer überhaupt von dem Hafen fernhalten, so könnte das dadurch geschehen, dass man dieselben ausserhalb des Hafens in die See leitet. In dieser Weise wird sich bekanntlich demnächst Neapel seiner Schmutzwässer entledigen, nachdem ein Sammelcanal angelegt ist, der die vereinigten Schmutzwässer der Stadt ausserhalb des Golfes von Neapel dem Meere zuführt.

Allein für viele Seestädte würden die Herstellungskosten für einen bis in die offene See geführten Canal unerschwinglich sein. Zu diesen gehört beispielsweise Flensburg. Von einer Einleitung der Schmutzwässer in die an vielen Stellen noch nicht einmal 2^{km} breite Innenförde, an deren Ufer sich zahlreiche Ortschaften, darunter Badeorte u. s. w. befinden, wird man hier abrathen müssen, nachdem sich bei den Untersuchungen gezeigt hat, dass das Wasser der Innenförde gar nicht selten in einem Abstände von 2·3^{km} vom Mühlenstrom noch nicht völlig wieder gereinigt ist. Man ist daher in Flensburg auf die Klärung bzw. Berieselung der Abwässer angewiesen und dürften sich für die Berieselung geeignete Ländereien im Süden von Flensburg in nicht zu grosser Entfernung wohl beschaffen lassen. Für Kiel hingegen, wo man, wie erwähnt, auf die Reinigung der Abwässer durch Berieselung nicht rechnen kann, wird es sich empfehlen, die Abwässer ausserhalb des Hafens in die See zu leiten. Eine hierzu geeignete, nicht zu weit entfernte Stelle bildet die nördlich von Friedrichsort, südlich vom Bülker Leuchtturm befindliche Strander Bucht, welche u. A. durch eine grössere Wassertiefe ausgezeichnet ist, bei welcher das tiefe Wasser bis dicht an das Ufer heranreicht, und deren Ufer auf eine grössere Strecke hin nur wenig bewohnt ist.

Nach Ansicht des Herrn Stadtbaurath Brix in Altona, eines unserer erfahrensten Techniker auf dem Gebiete der Städteentwässerung, der die grosse Liebenswürdigkeit hatte, mir seine Ansichten über die Einleitung der Schmutzwässer Kiel's in die Strander Bucht mitzuthemen, lassen sich die Schmutzwässer der höher gelegenen Stadttheile zu einem Sammelcanal vereinigen, der seinen Inhalt mit natürlichem Gefälle nach der Strander Bucht führt, und könnten die aus den tieferen Stadttheilen vermittelt eines besonderen Canalsystems vereinigten Abwässer alsdann in diesen Sammelcanal übergepumpt werden. Der Sammelcanal müsste den Kaiser-Wilhelm-Canal mit Hülfe eines Dükers kreuzen und würde sich eine Unterbrechung des Schiffsverkehrs bei Anlage des Sammelcanales dadurch umgehen lassen, dass man den Düker in zwei Hälften verlegt und dieselben durch Taucher in der Mitte zur Vereinigung bringen lässt. Die Kosten eines solchen 12^{km} langen Canales werden von Brix auf etwa 1½ Mill. Mark geschätzt.

Eine Benachtheiligung der an der breiten Aussenförde belegenen Ortschaften durch die Einführung der gesammten Abwässer der Stadt in die Strander Bucht ist nicht zu befürchten und noch weniger ein nachtheiliger Einfluss auf das Wasser der Innenförde, denn die Bucht ist vom Handelshafen reichlich 13^{km}, also fast doppelt so weit entfernt als Friedrichsort, und die Aussenförde ist bei der Strander Bucht so breit, dass das gegenüberliegende Ufer bei den Badeorten Stein bezw. Laboc 6.4 bezw. 4.6^{km} entfernt bleibt. Für gewöhnlich reicht aber die Verunreinigung des Hafenwassers in Kiel nur bis in den Anfangstheil oder höchstens bis zur Mitte des Aussenhafens, also nur etwa 4^{km} weit nach ausserhalb vom Handelshafen.

Nun wird man aber bei einer Einleitung der Schmutzwässer in die Strander Bucht natürlich auch bestrebt sein, die selbstreinigende Kraft des Seewassers möglichst auszunutzen und daher die Schmutzwasserauslässe, von denen mehrere abwechselnd zu benutzende vorzusehen sind, erst in einiger Entfernung vom Ufer, woselbst das Wasser eine grössere Tiefe besitzt, anbringen. Ausserdem wird man darauf bedacht sein, die gröberen suspendirten Theile noch von der Einleitung zurückzuhalten, was sich durch verhältnissmässig einfache Einrichtungen wird erreichen lassen.

Die Verunreinigung wird alsdann von vornherein einen geringeren Grad und auch eine geringere Ausdehnung annehmen als bisher im Kieler Hafen. Ausserdem kommt aber noch in Betracht, dass in der Kieler Förde eine auslaufende Oberströmung, durch welche das verunreinigte Wasser nach der offenen See hin abgeführt wird, die vorherrschende ist, und dass bei einlaufender Strömung neben dem unreinen Wasser aus der breiten Aussenförde auch viel reines Wasser nach der Innenförde strömt,

so dass aller Wahrscheinlichkeit nach die Verunreinigung sich alsdann nie so weit nach Innen erstrecken wird wie jetzt nach Aussen. Für das, wie erwähnt, mehr als 4^{km} entfernte östliche Ufer der Aussenförde ist auch noch zu berücksichtigen, dass sich das Wasser in derselben nicht in gerader Linie von einem Ufer zum anderen bewegt, sondern dass es jedenfalls immer erst auf Umwegen von der Strander Bucht bis an das gegenüberliegende Ufer gelangt. Es ist daher nicht anzunehmen, dass die in der Strander Bucht durch Einleitung der Schmutzwässer bewirkte Verunreinigung bis an das gegenüberliegende Ufer reicht. Nach den bisherigen Erfahrungen darf man darauf rechnen, dass für gewöhnlich der grösste Theil der suspendirten Theile in der Strander Bucht bereits zur Ablagerung kommt. Eine nachträgliche Fortschwemmung dieser Ablagerungen ist bei der muldenförmigen Ausbildung der Bucht nicht zu befürchten, zumal dieselbe durch eine flache, die Bucht von Süden her halbkreisförmig umfassende Stelle nach Innen zu abgegrenzt wird. Die Verhältnisse liegen also hier allem Anschein nach besonders günstig für eine Einleitung der Kieler Schmutzwässer. Immerhin dürfte es sich aber empfehlen, vor Ausführung einer derartigen Anlage die Strömungsverhältnisse in der Strander Bucht eingehender zu untersuchen, zumal eine derartige Untersuchung auch werthvolle Anhaltspunkte für die zweckmässigste Art der Einleitung in Aussicht stellt. Sollten aber auch gegen alle Erwartungen sich im Laufe der Zeit etwa aus der Einleitung Unzuträglichkeiten bezw. Uebelstände ergeben, wie das z. B. bei einer fortgesetzten stärkeren Bevölkerungszunahme von Kiel denkbar wäre, so liesse sich schliesslich in der Strander Bucht durch eine theilweise Klärung der Schmutzwässer, die leicht zu erreichen ist, Abhilfe schaffen.

Die Einleitung der Schmutzwässer in die Strander Bucht verdient vor der Reinigung der gesammelten Abwässer durch eine mechanisch-chemische Klärung den Vorzug, weil sie sich billiger stellt. Die Ausgaben für das Canalnetz zum Sammeln der Schmutzwässer würden in beiden Fällen annähernd die gleichen sein, dagegen würden die Kosten für die erforderliche Kläranlage kaum halb so viel betragen, wie diejenigen für den Sammelcanal und das kleine Pumpwerk zum Ueberheben der Schmutzwässer aus den tieferen Stadttheilen in den Sammelcanal. Bei der Klärung würde man aber mit recht erheblichen Betriebskosten zu rechnen haben, während sich dieselben bei der Einleitung in die Aussenförde im Wesentlichen auf die Kosten für das Hochpumpen der Schmutzwässer aus den tieferen Stadttheilen beschränken.

Mag man sich nun für die Reinigung durch Klärung oder für die unserer Ansicht nach bei Weitem vorzuziehende Einleitung der Schmutzwässer in die Aussenförde entscheiden, in jedem Falle ist alsdann das

zum Sammeln der Haus- und gewerblichen Abwässer erforderliche Canalsystem gleichzeitig zur Aufnahme der gesammten Fäkalien der Stadt geeignet, und wird damit zugleich eine Schwierigkeit beseitigt, vor welcher die Stadt augenblicklich steht. Die Abfuhr der Fäkalien in Kiel, welche von einigen Unternehmern ausgeführt wird, und wofür die Einwohnerschaft von Kiel etwa 120 000 Mk. jährlich ausgiebt, ist mit allerlei Unregelmässigkeiten, Widerwärtigkeiten, Belästigungen und auch mit gewissen Gesundheitsgefahren verbunden. Es ist daher die Uebernahme der Abfuhr seitens der Stadt in Vorschlag gebracht. Zweifellos würde dadurch ein geordneterer Betrieb und eine schärfere Controle ermöglicht, und liessen sich manche der bisherigen Mängel beseitigen. Aber die Stadt läuft dabei ein gewisses Risiko, wenn sie, wie das ebenfalls in Vorschlag gebracht ist, die abgefahrenen Fäkalien zu Poudrette verarbeitet, wofür das in Bremen bestehende System von Venuleth und Ellenberger in Aussicht genommen ist.

Nachdem man bisher in Betreff der Rentabilität der Poudrettefabrikation mit ganz vereinzeltten Ausnahmen überall schlechte Erfahrungen gemacht hat, sollte man in Kiel schon aus diesem Grunde von einer Verarbeitung der Fäkalien zu Poudrette abstehen. Von viel grösserer Bedeutung sind aber die dem Kübelsystem in noch weit höherem Maasse als dem Tonnensystem anhaftenden Mängel, die sich selbst beim besten Betriebe und bei der schärfsten Controle nicht beseitigen lassen, da sie dem Systeme als solchem anhaften. Die Erfahrung lehrt, dass das Tonnensystem für grössere Städte nicht geeignet ist, und dass die heranwachsenden Städte, auch wenn sie die besten Abfuereinrichtungen besitzen, bei einer gewissen Grösse zur Schwemmcanalisation übergehen. Auch für Kiel kann der Uebergang zur Schwemmcanalisation hiernach nur eine Frage der Zeit sein. Entschliesst sich die Stadt nun für eine Reinhaltung des Hafens durch Einleitung der Schmutzwässer in die Aussenförhrde, dann ist damit zugleich die Frage der Beseitigung der Fäkalien in der glücklichsten Weise gelöst. Werden mit den Haus- und gewerblichen Abwässern auch die Fäkalien in die Strander Bucht abgeschwemmt, so ist damit nicht nur eine unschädliche, sondern auch eine möglichst wenig kostspielige Entfernung sämmtlicher Schmutzwässer erreicht, denn die jährlichen Aufwendungen, welche alsdann die Stadt Kiel für die Verzinsung und Amortisation der erforderlichen Anlagen (= Canalisations-system, Sammelcanal und Hebewerk für die Abwässer der tieferen Stadttheile), sowie für die Unterhaltung derselben und für den Betrieb der Schwemmcanalisation zu machen hat, werden nur um einen verhältnissmässig geringen Betrag diejenigen überschreiten, welche bisher für die Abfuhr der Fäkalien, sowie für die Ausbaggerung des Hafens erforderlich waren.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Davids. *Bericht über die Untersuchungen des Kieler Hafenwassers*. Kiel, 3. Mai 1895. Verfügung des Staatssecretsairs des Reichs-Marineamts vom 15./II. 1895. G. 195.
2. B. Fischer, Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger älterer und neuerer Untersuchungen. *Ergebnisse der Plankton-Expedition*. Bd. IV M. g. Kiel-Leipzig 1894.
3. Fr. Sanfelice, Ricerche batteriologiche delle aque delle mare in vicinanza della sbocco delle fognature ed in lontananza da queste. *Bollettino della Soc. di naturalisti in Napoli*. 1889.
4. De Giaksa, Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser. *Diese Zeitschrift*. Bd. VI. S. 172 ff.
5. H. L. Russell, Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. *Ebenda*. Bd. XI. S. 165—206.
6. Marcantonio, Bakteriologische Untersuchungen des Wassers im Golf von Neapel; Wichtigkeit der bakteriologischen Untersuchung des Meerwassers. *Giorn. internaz. de sc. med. Neapel*. XIII. S. 539.
7. Cassedebat, De l'action de l'eau de mer sur les microbes. *Rev. d'hyg. et de p. s.* 1894. 2.
8. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*. Herausgegeben von der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Bd. I. Hft. 2.
9. H. A. Meyer. *Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee*. Kiel 1871.
10. Otto Krümmel. *Der Ocean. Eine Einführung in die allgemeine Meereskunde*. Leipzig-Prag 1886.
11. *Festschrift zur XXXII. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern*. Kiel 1892.
12. *VI. Bericht der Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel*. 1887—1891. S. 221.
13. Behring. *Die Bekämpfung der Infectiouskrankheiten*. Hygienischer Theil. Leipzig 1894.

14. J. H. Vogel, Die Schicksale der Fäkalien aus nicht canalisirten Städten. Weyl's *Handbuch der Hygiene*. Bd. II. I. Abth. S. 316.
 15. R. Blasius, Die Städtereinigung. *Ebenda*. Bd. II. Abth. I. S. 20.
 16. K. B. Lehmann. *Die Verunreinigung der Saale*. Gutachten. Hof 1895. S. 89.
 17. *Annalen der Hydrographie*. 1889. S. 68.
 18. Otto Krümmel, Die Fortschritte der Oceanographie 1885 u. 1886. *Geographisches Jahrbuch*. Bd. XI. S. 75—94.
 19. G. Bodländer, Versuche über Suspensionen. *Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*. 1893. S. 267 ff.
-