

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Die Kieler Bucht als Vorfluter für städtische Abwässer. Bakteriologische Untersuchungen in der Kieler Bucht und der Kieler Außenförde.

Von KURT GRAMM, Kiel.

Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel, Nr. 3 (ab 1936).

Inhalt:

	Seite
A. Vorwort	73
B. Einleitung:	
a) Aufgabe der Arbeit	74
b) Literatur	75
c) Die Kieler Vollkanalisation und die Grund- und Strömungsverhältnisse in der Kieler Bucht	76
C. Methodik der Untersuchungen:	
a) Beschaffung der Wasserproben	77
b) Verarbeitung der Wasserproben (Bakteriologische, chemische und physikalische Untersuchung)	82
D. Ergebnisse der Untersuchungen über die Verunreinigung der Kieler Bucht und der Kieler Förde	83
a) im Sommer 1933 (1. Versuchsreihe)	84
b) im Winter 1934 (2. Versuchsreihe)	95
c) im Sommer 1934 (3. Versuchsreihe)	101
E. Isolierung und Bestimmung einiger Bakterienstämme aus dem Wasser der Kieler Bucht und der Kieler Förde.	112
F. Zusammenfassung.	123
G. Literaturverzeichnis	124

A. Vorwort.

Zur Klärung der Frage, in welcher Weise und in welchem Umfange sich die Einleitung der Kieler städtischen Abwässer in die Kieler Bucht auswirke, mußte die „Preußische Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Meere in Kiel“ umfangreiche Untersuchungen unternehmen. Auf Anregung des Vorsitzenden der Kommission, Herrn Prof. Dr. REIBISCH vom Zoologischen Institut der Universität Kiel, wurde bewirkt, daß auch von bakteriologischer Seite aus ein Beitrag zur Klärung der Frage geliefert wurde. Herr Prof. Dr. HENNEBERG vom Bakteriologischen Institut der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel erklärte sich bereit, eine Bearbeitung der Frage in bakteriologischer Hinsicht ausführen zu lassen. Die Untersuchungen wurden im März 1933 in Angriff genommen und zunächst von Herrn H. E. KLIE ausgeführt. Die Tatsache, daß das Untersuchungsmaterial sehr umfangreich war, machte es notwendig, eine Teilung in der Bearbeitung der Frage

vorzunehmen. Die Klärung über das Verhalten des Bakt. coli wurde als gesondertes Thema herausgenommen und Herrn KLIE zur Bearbeitung übertragen. Alle weiteren Untersuchungen in bakteriologischer und in Ergänzung in chemischer und physikalischer Hinsicht wurden von mir unter dem Thema: „Die Kieler Bucht als Vorfluter für städtische Abwässer“ ausgeführt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. HENNEBERG möchte ich für die Überlassung des Themas und für die Ratschläge bei dessen Bearbeitung meinen aufrichtigsten Dank aussprechen. Desgleichen ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. RICHTER herzlichst zu danken für das große Interesse und die kameradschaftliche Unterstützung, die mir bei meinen Arbeiten erwiesen wurden.

Um ein vollkommeneres Bild von den Verhältnissen in der Kieler Bucht zu bekommen, sei auf die Arbeit von H. E. KLIE verwiesen: „Der Nachweis von Keimen der Art Bakterium coli und deren Formen in der Kieler Bucht“. Dissertation Kiel 1935.

Diese und die vorliegende Arbeit sind als sich zum Teil gegenseitig ergänzende Ausführungen zu betrachten.

Die vorliegende Arbeit wurde im Bakteriologischen Institut der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel (Direktor: Prof. Dr. W. HENNEBERG) angefertigt.

B. Einleitung.

a) Aufgabe der Arbeit.

Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchungen soll sein festzustellen, in welchem Grade und in welchem Umfange sich eine Verunreinigung der Kieler Bucht und der Kieler Außenförde durch die bei Bülk eingeleiteten städtischen Abwässer von Kiel auf Grund bakteriologischer Untersuchungen nachweisen läßt. Dabei soll der Einfluß von Jahreszeit und Witterung (besonders des Windes) genauer erforscht werden. Da der Keimgehalt des Wassers ein brauchbarer Maßstab für eine Verunreinigung ist, wurden umfangreiche Keimgehaltsbestimmungen während 1½ Jahren durchgeführt. Außerdem soll ein Beitrag zur Bakterienflora des Wassers der Kieler Bucht und der Kieler Förde geliefert werden. Zu diesem Zwecke wurden zahlreiche Bakterien isoliert und untersucht.

Wegen der großen Fülle des Untersuchungsmaterials konnte auf Einzelprobleme nicht weiter eingegangen werden. So sind z. B. Untersuchungen über das Vorkommen von Bakteriophagen im Wasser von mir nicht angestellt worden. Ebenso konnten die im Wasser gefundenen agarspaltenden Bakterienarten, anaerobe und im Schlamm gefundene Zellulosebakterien nicht genauer bearbeitet werden.

Hervorgehoben sei, daß hier nur die bakteriologisch-hygienische Seite des Problems bearbeitet wird, die Frage der Einwirkung der Kanalisation auf den Fischbestand und die Bodenfauna wird hier nicht berührt. Diese Untersuchungen werden vom Zoolog. Institut durchgeführt und haben bisher keinerlei schädigende Wirkung erkennen lassen.

b) Literatur.

Die Frage nach der Abwässerbeseitigung ist erst in neuerer Zeit brennender geworden, als die Anforderungen in hygienischer Hinsicht an ein einwandfreies Wasser stiegen. Für die binnenländische Abwässerbeseitigung ist durch praktische und wissenschaftliche Untersuchungen auf dem Gebiete der Technik, Bakteriologie, Hygiene, Chemie und Biologie die Einwirkung der verschiedensten Abwässer auf die Gewässer genauer geprüft. Besonders wurden die Verhältnisse in den durch Abwässer verunreinigten deutschen Flüssen geprüft und auf die Gefahren der Flußverunreinigung durch Abwässer hingewiesen. Anders liegen die Verhältnisse bezüglich der Abwässer-einleitung ins Meer. Hier sind nur wenige Erfahrungen gesammelt worden. Es ist daher unbedingt erforderlich, auf diesem Gebiete weiter zu arbeiten, zumal die meisten Seestädte ihre Schmutzwässer gewöhnlich ohne Vorklärung dem Meere zuleiten und es als Vorfluter benutzen. Dadurch haben sich Verunreinigungen von Seehäfen und Buchten und andere Unzuträglichkeiten, wie Geruchsbelästigung und Gesundheitsschädigung bei Mensch, Tier und Pflanze bemerkbar gemacht. Diese Zustände müssen beseitigt werden, zumal doch einerseits das Baden im freien Wasser von großer gesundheitlicher Bedeutung für die Menschen und andererseits die größtmögliche Ausbeute des Fischbestandes aus volkswirtschaftlichen Gründen erforderlich ist.

An erster Stelle sind die „Untersuchungen über die Verunreinigung des Kieler Hafens“ von dem Kieler Hygieniker B. FISCHER (2), die in den Jahren 1892 bis 1895 ausgeführt wurden, zu nennen. Zur damaligen Zeit leitete die Stadt Kiel ihre Abwässer in mehreren kleinen Kanälen direkt in den Hafen, und FISCHER stellte auf Grund seiner umfangreichen bakteriologischen, chemischen und physikalischen Untersuchungen fest, daß durch die Einleitung der Abwässer die Verunreinigung des Innenhafens, trotz einer hervorragenden selbstreinigenden Kraft des Hafenwassers, eine große gesundheitliche Gefahr bedeute und daher unbedingt eine Änderung erfolgen mußte. FISCHER schlug damals u. a. vor, die Abwässer der Stadt Kiel einem Sammelkanal zuzuführen und sie draußen in der Strander Bucht nach grobmechanischer Reinigung in die Ostsee zu leiten. Dieser Vorschlag FISCHER'S ist verwirklicht worden, nur werden die Abwässer der Stadt Kiel nicht in die Strander Bucht, sondern noch weiter draußen beim Bütker Leuchtturm in die Kieler Bucht eingeleitet. Wie es heute mit der Verunreinigung der Kieler Bucht bestellt ist, werden vorliegende Untersuchungen zeigen. Auf die Ergebnisse der FISCHERSchen Untersuchungen wird im Laufe der Arbeit eingegangen.

Weitere bakteriologische Untersuchungen über verunreinigte Hafenwässer wurden ausgeführt von DAVIDS (3), SANFELICE (4), RUSSEL (5), DE GIAXA (6), CASSEDEBAT (7) und GRÄF (8). Auf alle Untersuchungen hier genauer einzugehen, würde zu weit führen. Einzelne Ergebnisse werden im Laufe der Arbeit mitgeteilt werden. Zusammenfassende Wiedergaben finden sich bei FISCHER (2) und BENEKE (9). Im letzten Werk findet sich auch eine gute Zusammenstellung der Arbeiten, die sich allgemein mit der Meeresbakteriologie befassen.

Es mag an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die Salzkonzentration des Ostseewassers gegenüber den Wässern, die von den genannten Autoren untersucht wurden, geringer ist, daß sich aber trotz der niedrigeren Salzkonzentration das Abwasser dem Ostseewasser gegenüber als spezifisch leichter erweist.

Von den neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Abwassereinleitung ins Meer sind die Arbeiten von WILHELMI (10, 11, 12) zu nennen, der speziell Untersuchungen über die Verunreinigung der Meere und Brackwässer durch städtische Abwässer anstellte. Diese Arbeiten, die zunächst 1911 im Golfe von

Neapel ausgeführt wurden und später (1912—1914) auch auf die Ostsee (Stralsund, Saßnitz, Binz, Sellin, Flensburg und Kiel) ausgedehnt wurden (10), beschäftigen sich hauptsächlich mit dem Problem der Abwässerbeseitigung von Küstenorten in biologischer und mikroskopischer Hinsicht. Bakteriologische Untersuchungen wurden dagegen nur vereinzelt ausgeführt.

WILHELM I hat gezeigt, daß sich bei der Abwassereinleitung in das Meer allerlei Schwierigkeiten bemerkbar machen, die bei der binnenländischen Abwasserbeseitigung fehlen. Die Annahme, daß das Meer mit seinen gewaltigen Wassermassen ein vorzüglicher Vorfluter sei, trifft nur dann zu, wenn die Verhältnisse ganz besonders günstig liegen, z. B. gute Strömungsverhältnisse, Einwirkung von Ebbe und Flut, Einleitung der Abwässer durch einen Kanal, der weit ins Meer führt, abfallendes strandloses Ufer usw. Sind diese eben genannten Verhältnisse und andere, die WILHELM I für die Abwassereinleitung ins Meer fordert und in Leitsätzen aufgestellt hat (11, 12), nicht vorhanden, so stellen sich bald hygienische Mißstände ein. So haben nach WILHELM I Orte an der südfranzösischen Küste, wie Marseille, Dinard, St. Enogat, St. Louis u. a., die direkt die Abwässer ins Meer leiten, unter hygienischen Mißständen zu leiden. Es soll wenig günstig sein, die Abwässer in Meeresarme und Buchten einzuleiten. Ein Beispiel hierfür bietet Neapel, das die Abwässer in den Golf einleitet und unter gesundheitlichen Mißständen zu leiden hatte. Diesem Übelstande wurde dadurch abgeholfen, daß man die Abwassereinleitung weiter nach außen in das offene Meer verlegte. Als weiteres Beispiel einer groben Verschmutzung eines Meeresteiles kann nach WILHELM I die nördliche Adria, besonders bei Triest, angesehen werden. Doch werden hier die Übelstände hauptsächlich durch industrielle Abwässer hervorgerufen. Auch die Entwässerung von Christiania in den Bundefjord ist ein Beispiel für die ungünstige Einwirkung von Abwässern auf brackische Buchten.

Einen guten Überblick über die Methoden der Abwassereinleitung von verschiedenen Küstenorten bringt SALOMON (13). Daraus ist ersichtlich, daß die Küstenorte nur nach einfacher Klärung in Absitzanlagen ihre Abwässer in das Meer einleiten, während man bei der Abwässerbeseitigung im Binnenlande die verschiedensten Systeme von Reinigungsanlagen anwendet. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich die Verhältnisse bis heute schon geändert haben, denn die Aufstellungen von SALOMON stammen bereits aus dem Jahre 1911. So hat z. B. auch die Stadt Flensburg ihre Kanalisation gleich nach dem Kriege nach dem Schwemmsystem umgebaut. Die Abwässer werden mechanisch geklärt und der Kläranlage ist eine Gasgewinnungsanlage angeschlossen. Die Anlage soll von guter Wirkung sein und den Abwässern 95—97% der Sinkstoffe entziehen. (Letztere Angaben verdanke ich der Stadtverwaltung Flensburg, Abt. Kanalisation.)

c) Die Kieler Vollkanalisation. Die Grund- und Strömungsverhältnisse in der Kieler Bucht.

[Literatur: KRUSE (14), KIRCHHOFER-TRAHN (15)].

Die Kieler städtischen Abwässer werden durch eine 9 km lange Sammelleitung bei Bülk in die Kieler Bucht eingeleitet. Die Mündung des Abwasserkanals liegt ungefähr 200 m vom Ufer entfernt in einer Tiefe von $2\frac{1}{2}$ m. Das Stadtgebiet Kiel ist wegen der verschiedenen Höhenverhältnisse in eine Tiefenzone und eine Hochzone eingeteilt. Durch eine Überpumpstation werden die Abwässer aus der Tiefenzone in den Sammelkanal der Hochzone gepumpt. Die gemeinsamen Abwässer gelangen durch natürliches Gefälle zur Pumpstation „Wik“ am Kaiser-Wilhelm-Kanal und werden hier mittels Kolbenpumpen durch eine Druckrohrleitung unter den Kanal hindurch auf das hochliegende Gelände bei „Gut Stiff“ gedrückt, von wo sie wiederum durch natürliches Gefälle bis zur Ausmündung in die Kieler Bucht fließen. Durch den Höhenunterschied Ufer – Wasserspiegel wird ein Zurücksteigen in den Kanal vermieden. Während in der Hochzone die Kanalisation nach dem Trennsystem ausgeführt ist, werden in der Tiefenzone Abwasser und Regenwasser bis zu einer Verdünnung 1 : 5 zusammengeleitet (Schwemmsystem). Wird der Verdünnungsgrad durch große Regenmassen

überschritten, so wird die Zuleitung durch automatische Auslässe in den Kieler Hafen geregelt. Die in einem Sandfang mittels eines Grobrechen (umlaufendes endloses Gitter) von den groben Verunreinigungen befreiten Abwässer werden durch Kolbenpumpen von Agregaten zu 120 und 240 s/l Förderungsvermögen nach Bülk gepumpt. Die durchschnittliche tägliche normale Abwassermenge beträgt ungefähr 16000 bis 20000 cbm, die durchschnittliche jährliche Abwassermenge ungefähr $5\frac{1}{2}$ Millionen cbm.

Die Austrittsstelle der Abwässer ist deutlich sichtbar. Eine graue bis zuweilen bräunliche, stark trübe Flüssigkeit mit den allergrößt möglichen kleineren und größeren Schwebstoffen quillt sprudelartig an die Wasseroberfläche. Bei starkem Abwasseranfall ist in einem Umkreis von ungefähr 300 m eine makroskopische Verschmutzung des Wassers deutlich sichtbar. Die Lachmöven halten sich dort in großen Scharen auf und fischen sich aus den Abwässern Nahrung heraus. Bei westlichen Winden wurde vom Bülker Leuchtturm aus beobachtet, wie sich an der Oberfläche ölarartig ausbreitende Abwassermassen in einem kilometerweiten, etwa 200—300 m breiten Streifen nach See zu entlangzogen. Möven verfolgten diese ölige graue Schicht und deuteten so den Verlauf des Stromes an. Bei Ostwinden wurde beobachtet, diesmal vom Strande aus, wie die Abwassermassen an dem Ufer nach Norden und Süden entlang gedrückt wurden. Auch diesmal wurden Nahrung suchende Möven entlang der ganzen Küste beobachtet. Des öfteren wurde ein starker Geruch wahrgenommen, der sich nach Aussagen der dortigen Bewohner manchmal zur Unerträglichkeit steigern soll.

Der Meeresboden liegt bei der Mündung des Abwasserkanals $2\frac{1}{2}$ m tief und fällt mit zunehmender Entfernung langsam nach See zu ab und erreicht nach $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ km eine Tiefe von 8—10 m, die nach weiteren $1\frac{1}{2}$ km auf 18—20 m steigt. Im Norden ist der Stoller Grund vorgelagert mit einer Tiefe von nur 7—9 m.

Nach den Untersuchungen von Dr. H. A. MEYER (16) über physikalische Verhältnisse in dem westlichen Teile der Ostsee lassen sich zwei Strömungen feststellen, ein Unterstrom mit salzreicherem, spezifisch schwererem Nordseewasser, der durch den Sund und die beiden Belte in die Ostsee eintritt, und ein Oberstrom, mit salzärmerem, spezifisch leichterem Ostseewasser, der nach Norden der Nordsee zufließt. Eine Folge der Doppelströmung ist es, daß der Salzgehalt des Wassers in der Ostsee von Osten nach Westen und andererseits an jeder Stelle von oben nach unten zunimmt. Stärke und Richtung der beiden übereinander verlaufenden Strömungen ist von den Winden abhängig. Westwinde verstärken den einlaufenden salzreicheren Nordseestrom, während Ostwinde die auslaufende salzärmere Oberströmung begünstigen, die Unterströmung zurückdrängen. Neben diesen Hauptströmungen lassen sich noch Nebenströmungen feststellen, die durch die Beschaffenheit des Meeresbodens bedingt sind.

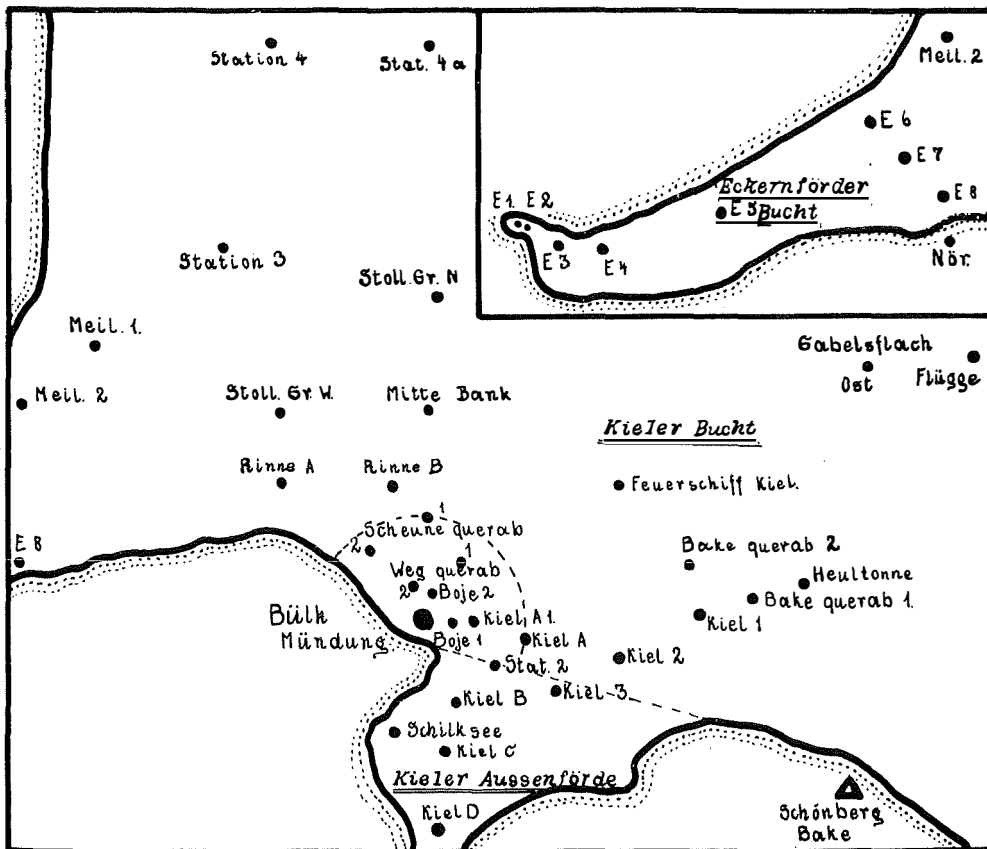
C. Methodik der Untersuchungen.

a) Beschaffung der Wasserproben.

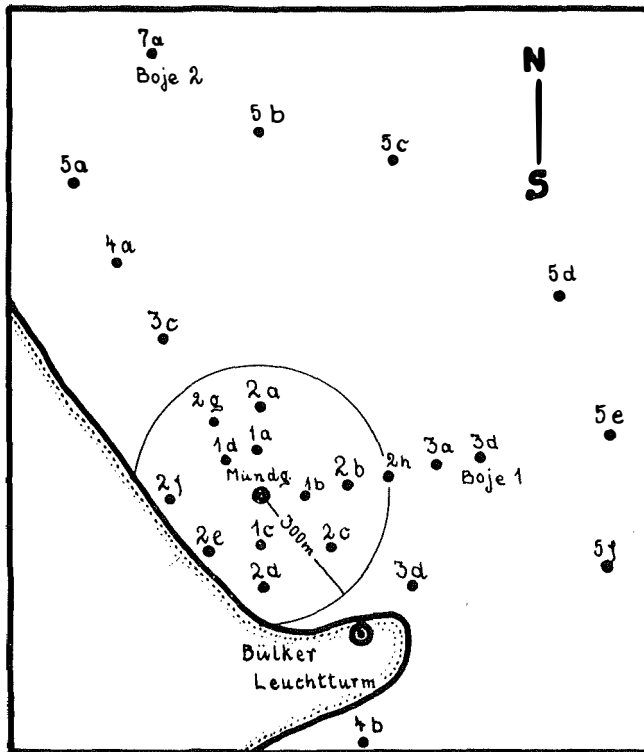
Um die Verunreinigung des Wassers der Kieler Bucht und der Kieler Förde nachweisen zu können, wurden Wasserproben aus reineren Abschnitten der Bucht bzw. solche aus den der Abwasserkanalmündung angrenzenden Abschnitten mit solchen aus dem stark verunreinigten Wasser direkt von der Mündung verglichen.

Zur Beschaffung der Wasserproben wurden in der Zeit von Juni 1933 bis September 1934 während größerer und kleinerer Fahrten Proben in der Kieler Bucht und der Kieler Förde geschöpft. Da ein eigenes Forschungsboot nicht zur Verfügung stand, wurden verschiedene Fahrzeuge benutzt, so die Barkasse des Hafenkapitäns von Kiel, das Dienstboot „Heinrich Schnoor“ des Oberfischmeisters in Kiel, dessen Benutzung bei zwei Fahrten gemeinsam mit der „Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Meere in Kiel“ gestattet war, und einmal der Arsenal-dampfer „Fortifikation“, der anlässlich der Flottenparade 1933 eine Fahrt in See machte, und so die Möglichkeit gegeben war, Wasserproben aus entfernteren Gebieten der Kieler Bucht zu entnehmen. Für die kleineren Fahrten im Büller Gebiet diente ein Ruderboot des Büller Leuchtturmwärters. Es sei mir gestattet, für die Bereitstellung und Benutzung der Fahrzeuge an dieser Stelle den beteiligten Behörden und Personen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Die Entnahme der Wasserproben bei den verschiedenen Fahrten einer Versuchsreihe erfolgte nach Möglichkeit an denselben Orten, um einen Vergleich der gefundenen Ergebnisse anstellen zu können. Als Entnahmeorte wurden deshalb Stellen gewählt,



Übersichtskarte 1. Die Kieler und Eckernförder Bucht.



Übersichtskarte 2. Die Kieler Bucht bei Bülk.

an denen Seezeichen liegen und die somit leicht aufzufinden waren, bzw. solche Stellen, die durch Peilen ausgemacht werden konnten. Es sei bemerkt, dass während der einzelnen Fahrten aus zeitlichen Gründen nicht immer an allen Entnahmeorten Proben entnommen werden konnten. Dagegen wurden bei den Versuchsreihen in den einzelnen Jahreszeiten möglichst immer die gleichen Proben geschöpft.

Aus der nachfolgenden Aufstellung sind die Entfernungen der Entnahmeorte von der Mündung des Abwasserkanals und ihre Tiefe und aus den Karten 1 und 2 ihre Lage zu ersehen.

Die Entnahmeorte wurden eingeteilt in:

A. Entnahmeorte in der Kieler Bucht.

- a) Mündung des Abwasserkanals,
- b) Entnahmeorte bis 300 m von der Einmündung des Abwasserkanals entfernt: Zone I.
- c) Entnahmeorte in der Entfernung 300 m bis 3 km von der Einmündung des Abwasserkanals: Zone II.
- d) Entnahmeorte weiter als 3 km von der Mündung des Abwasserkanals entfernt: Zone III.

B. Entnahmeorte in der Kieler Förde.

Entnahmeorte.

Entnahmeort	Abgekürzte Bezeichnung	Entfernung von der Mündung des Abwasserkanals	Tiefe
A (a) Mündung des Abwasserkanals	Bülk Mündung	—	2½ m
A (b) Zone I.			
1a	1a	100 m	2½ m
1b	1b	100 m	2½ m
1c	1c	100 m	2½ m
1d	1d	100 m	2½ m

Entnahmeort		Abgekürzte Bezeichnung	Entfernung von der Mündung des Abwasserkanals	Tiefe
A (b) Zone I.	2a	2a	200 m	2½ m
	2b	2b	200 m	2½ m
	2c	2c	200 m	2½ m
	2d	2d	200 m	2½ m
	2e	2e	200 m	1 m
	2f	2f	200 m	1 m
	2g	2g	200 m	2½ m
	2h	2h	300 m	2½ m
A (c) Zone II.	3a	3a	400 m	2,6 m
	3b	3b	400 m	2,4 m
	3c	3c	400 m	2,4 m
	4a	4a	600 m	2,0 m
	5a	5a	800 m	2,5 m
	5b	5b	800 m	2,5 m
	5c	5c	1000 m	2,5 m
	5d	5d	800 m	2,6 m
	5e	5e	800 m	2,5 m
	5f	5f	800 m	2,5 m
	Boje 1	Boje 1	500 m	3,0 m
	Boje 2	Boje 2	1000 m	5,0 m
	Kiel A I	Kiel A I	1000 m	5,0 m
	Kiel A	Kiel A	3000 m	16 m
	Kiel A I Rinne A—Weg querab	Weg querab 2	1900 m	6,6 m
	Kiel A Rinne B—Weg querab	Weg querab 1	2700 m	8,0 m
	Kiel A I Rinne A—Scheunen querab	Scheunen querab 2	3000 m	7,0 m
Kiel A Rinne B—Scheunen querab	Scheunen querab 1	3000 m	7,2 m	
A (d). Zone III.	Kiel 1	Kiel 1	8,0 km	12 m
	Kiel 2	Kiel 2	5,7 km	15 m
	Schönberg querab	Bake querab	9,5 km	15 m
	Feuerschiff Kiel	Feuerschiff	7,3 km	18 m
	Gabelsflach Ost	Gabelsflach O.	15,0 km	10 m
	Gabelsflach Flügge	Flügge	20,0 km	15 m
	Stoller Grund Nord	Stoll. Gr. N	10,2 km	16 m
	Stoller Grund West	Stoll. Gr. W	7,9 km	14 m
	Stoller Grund Rinne A	Rinne A	6,3 km	12 m
	Stoller Grund Rinne B	Rinne B	4,7 km	12 m
	Stoller Grund Mitte	Mitte Bank	7,0 km	8 m
	Meilentonne 1	Meil. 1	13,3 km	25 m
	Meilentonne 2	Meil. 2	13,6 km	25 m
	Station 3	Stat. 3	14,0 km	21 m
	Station 4	Stat. 4	17,0 km	23 m
Station 4a	Stat. 4a	17,0 km	21 m	
B.	Kiel 3	Kiel 3	4,0 km	16 m
	Kiel B Kiel A—Bülk Kiel 3	Station 2	2,1 km	17 m
	Kiel B	Kiel B	1,9 km	15 m
	Kiel C	Kiel C	3,3 km	15 m
	Kiel D	Kiel D	5,5 km	15 m
	Schilksee	Schilksee	4,0 km	4 m

Es wurden fast regelmäßig Proben von der Oberfläche und aus der Tiefe genommen, und zwar zur bakteriologischen und physikalischen Untersuchung von 120—150 ccm und für die chemische Untersuchung von 500—1000 ccm. Daneben wurde der Sauerstoff sofort nach der Entnahme in Sauerstoffflaschen fixiert und in einer zweiten Probe nach 48 Std. bei 22° (Sauerstoffzehrung). Es mag erwähnt sein, daß die chemischen und Sauerstoffproben nicht an allen Orten entnommen wurden.

Die Temperaturen wurden mit einem Schöpfthermometer gemessen. Die Angaben über die Witterungsverhältnisse verdanke ich dem Wasserbauamt in Kiel und der Marine-Signalstation in Bülk.

Um einwandfreie bakteriologische Ergebnisse zu erzielen, ist es von größter Wichtigkeit, ein bakteriologisch einwandfrei arbeitendes Entnahmegerät zu benutzen. Es haben deshalb die früheren bakteriologischen Meeresuntersuchungen teilweise nur noch historisches Interesse, weil sie den heutigen Anforderungen betr. der Methodik nicht entsprechen, sei es die bakteriologisch einwandfreie Probenahme oder die Verarbeitung der Proben in bezug auf Schnelligkeit und Nährboden.

Zur Entnahme der Wasserproben diente der Abschlagapparat nach BIRGE (17), modifiziert nach Prof. Dr. K. RICHTER (Abbildung 1).

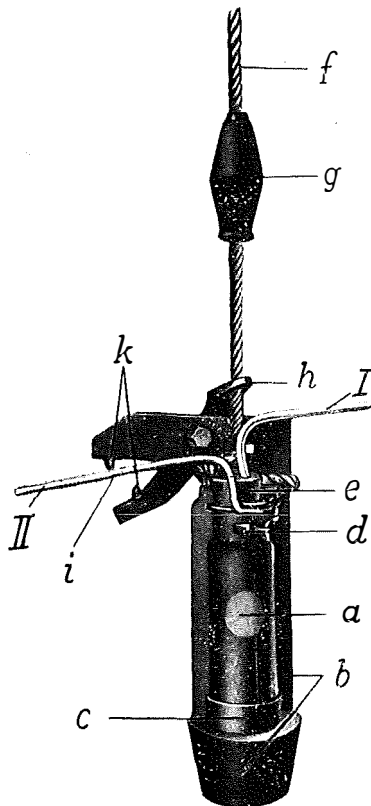


Abb. 1.
Abschlagapparat nach BIRGE.

Eine gewöhnlich in der Bakteriologie benutzte Kulturflasche *a* wird bei dem mit einem Senkblei versehenen Schöpfer *b* (Gewicht 3½ kg) in den unteren festen Metallring *c* eingesetzt und oben am Halse durch einen an einer Kette befestigten, sonst herausnehmbaren Metallbügel *d* gehalten. Die Flasche wird durch einen zweifach durchbohrten Gummistopfen *e* verschlossen. Durch die Bohrungen führen zwei 5—6 mm weite Glasröhren, Rohr I, außen rechtwinklig gebogen und mit Watte verschlossen, reicht bis kurz über den Boden der Flasche. Rohr II, außen zu einem Winkel von 70—80° gebogen und am Ende zugeschmolzen, reicht bis kurz unter den Gummistopfen. Bei der Probenahme wird der Abschlagapparat mit eingesetzter Flasche, nachdem vorher die Watte aus Rohr I entfernt und das Rohr selbst (mit Alkohol) abflambiert ist, in die gewünschte Tiefe, aus der die Wasserprobe genommen werden soll, hinabgelassen. Das an dem Haltetau *f* (8 mm Flaggleine) herabgleitende Fallgewicht *g* (½ kg schwer) schlägt auf den Hebel *h* auf, wodurch bei *i* das Rohr II von den Schneiden *k* abgeschlagen wird. Hierdurch wird bewirkt, daß die Luft aus der Flasche durch das Rohr II entweichen und gleichzeitig das Wasser durch Rohr I in die Flasche eindringen kann. Eine Kontrolle für das Funktionieren des Apparates bilden die aufsteigenden Luftblasen. Die Flasche wird solange unter Wasser in der bestimmten Tiefe, die aus dem geeichten Haltetau abzulesen ist, gehalten, bis sie vollkommen gefüllt ist. Dadurch wird ein Eindringen von Wasser aus höheren Schichten beim Heraufholen vermieden. Die Flaschen werden vorher im Autoklaven keimfrei gemacht, nachdem 1 ccm Wasser hineinpipettiert und der Gummistopfen festgebunden worden ist.

Dieser Apparat hat neben dem einwandfreien Arbeiten noch den Vorteil, daß die Flaschen immer wieder verwendet werden können; es braucht nur das Rohr II erneuert zu werden. Genau so ist der Apparat für die Wasserproben zur chemischen Untersuchung konstruiert, nur passend für eine 1 Liter-Flasche und einem Gewicht von 9 kg. Das Fallgewicht wiegt 1 kg. Ein zweckmäßig konstruierter Kasten dient zum Transport der Flaschen.

Bei einigen bakteriologischen Untersuchungen des Wassers aus der Kieler Bucht, die von H. E. KLIE vor meinen Arbeiten ausgeführt wurden, hatte sich der Abschlagapparat nach BIRGE am besten bewährt. Es wurden außerdem noch der Tauchapparat nach KRUSE (18) und das Abschlaggerät nach SCLAVO-CZAPLEWSKI (19) geprüft. Letztere Geräte erwiesen sich als zu leicht, da sie bei grober See vom Standort abgetrieben wurden.

b) Verarbeitung der Wasserproben.

Die Untersuchung der Wasserproben zerfällt in eine bakteriologische, chemische und physikalische.

1. Bakteriologische Untersuchung.

Die Verarbeitung der Proben erfolgte im Laboratorium sofort nach der Entnahme oder, wo es aus technischen Gründen nicht möglich war, stets mindestens innerhalb von 16 Stunden. Die Proben wurden dann bei niedriger Temperatur (6—8°) aufbewahrt. Eine sofortige Bestimmung der Keimzahl an Bord konnte aus räumlichen Gründen nicht ausgeführt werden, dazu herrschte meistens hoher Seegang, so daß mit Platten und Spiritusbrennern nicht gearbeitet werden konnte.

Zur Keimzahlbestimmung diente Meerwasseragar (gewöhnlicher Bouillonagar, nur an Stelle von Wasser +0,5% Kochsalz das natürliche Ostseewasser), PH 7,2—7,4, außerdem Meerwassergelatine und Chinablaumilchzuckeragar zum Auffinden von säuernden Bakterien. Nach Angabe von WEISS (20) ist für die Keimzahlbestimmung im Wasser der Nährboden am günstigsten, der mit dem zu untersuchenden Wasser selbst bereitet wird.

Die Zählung der Keime wurde nach dem Verdünnungsverfahren mit Verdünnungsflaschen (Vierkantflaschen mit 99 ccm sterilem Wasser gefüllt) ausgeführt, wobei stets auf eine gute Durchmischung geachtet wurde. Das Auszählen der bei Zimmertemperatur aufbewahrten Agarplatten und der bei 18° aufbewahrten Gelatineplatten erfolgte jedesmal nach 3 Tagen, und zwar wurden nur solche Platten zur Bestimmung der Keimzahl verwertet, die gut auszählbar waren (nicht über 300 Keime) und die in ihren Verdünnungen ein annehmbares Verhältnis aufwiesen. Die Keimzahlen wurden als Durchschnittswerte der Agar- und Gelatineplatten errechnet. Die Frage, inwieweit die bei dieser Methodik gefundenen Keimzahlen dem wahren Keimgehalt entsprechen, ist in der Literatur häufig behandelt worden und die verschiedensten anderen Methoden, z. B. Fällungsverfahren, Einengen, Berechnung des Keimgehaltes aus der Sauerstoffzehrung und andere beschrieben. Es sind also in dieser Arbeit unter „Keimzahl“ die in einem ccm lebenden und vermehrungsfähigen Keime zu verstehen. Es wurde die Plattenmethode gewählt, weil es einmal bei den Untersuchungen nicht auf den absoluten, sondern nur auf den relativen Keimgehalt ankam, und andererseits eine

Weiterverarbeitung der angewachsenen Kolonien möglich war. Es wurden Platten von 1, $\frac{1}{10}$ und 10^{-2} bis 10^{-6} ccm Wasser angelegt, je nachdem, aus welcher Zone die Wasserprobe stammte. Die angewachsenen Kolonien dienten außer zur Zählung zur Bestimmung der floristischen Zusammensetzung. Verschiedene Kolonietypen wurden zur Bestimmung der Bakterienart abgeimpft und zur genaueren morphologischen und physiologischen Prüfung reingezüchtet (siehe Seite 112 ff.).

Außer diesen quantitativen und floristischen Untersuchungen wurde von den einzelnen Wasserproben 1 ccm in Lackmusmilch geimpft, um das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Wasserproben in bezug auf Reduktion, Koagulation, Säuerung und Peptonisation zu prüfen. Der Coli- und Thermophilen-Titer wurde nur selten bestimmt. Diese Untersuchungen wurden Herrn KLE (s. d.) vorbehalten.

2. Chemische und physikalische Untersuchung.

In Ergänzung zur bakteriologischen Untersuchung wurden von vielen Wasserproben auch die chemischen und physikalischen Daten festgestellt, so

Abdampfdruckstand für 100 ccm Wasser, getrocknet bei 110° .

Chlorgehalt, titriert mit $n/35$ AgNO_3 , berechnet als mg/l.

Ammoniak mit Nessler's Reagenz.

Nitrit mit α — Naphthylaminsalz und Sulfanilsäure.

Nitrat mit H_2SO_4 und Brucin.

Wasserstoffionenkonzentration: Messung potentiometrisch.

Refraktometerwert:

Mit dem vom Chemischen Institut der Forschungsanstalt für Milchwirtschaft geliehenen Pulfrich Eintauchrefraktometer wurden sämtliche bakteriologischen Proben geprüft. Eine Eichung auf Meersalzgehalt wurde nicht vorgenommen, die Werte sind also Verhältniszahlen für die Salzkonzentration.

Interferometerwert:

Benutzt das Refraktometer zur Bestimmung der Brechungsindizes die Gesetze der totalen Refraktion, so beruht das Interferometer auf dem Gesetz der Lichtgeschwindigkeitsänderung in optisch verschiedenen Medien. Das Interferometer wurde auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. RICHTER leihweise von der Firma Zeiß zur Verfügung gestellt. Es lagen Literaturangaben vor, die besagen, daß mit dem Interferometer im Süßwasser eine Kolloidverschmutzung in auswertbaren Ergebnissen festzustellen sei (25). Die Möglichkeit, ähnliche Ergebnisse auch bei dieser Arbeit zu finden, sind aber durch den wechselnden Gehalt des Meerwassers an Salzen hier nicht möglich. Die Bestimmung der Werte läuft also praktisch ebenfalls auf eine Bestimmung von Verhältniszahlen der Salzkonzentration hinaus wie bei der Bestimmung mit dem Refraktometer. Zwischen den Werten herrscht, wie auch die Untersuchungen gezeigt haben, eine vollkommene Übereinstimmung. Die Interferometerwerte sind nur genauer, da das Interferometer gegenüber dem Refraktometer empfindlicher ist. Auch für das Interferometer wurde keine Eichung auf Seesalzgehalt vorgenommen.

D. Die Verunreinigung der Kieler Bucht.

Die Untersuchungen über die Verunreinigung der Kieler Bucht durch die städtischen Abwässer wurden in der Zeit von Juni 1933 bis September 1934 ausgeführt und zerfallen in drei Versuchsreihen. In der 1. Versuchsreihe im Sommer 1933 wurden fünf Fahrten gemacht und Proben aus sämtlichen Gebieten der Kieler Bucht entnommen

und untersucht. In der 2. Versuchsreihe im Winter 1934 konnten nur zwei Fahrten gemacht werden. Da das benutzte Fahrzeug wegen größeren Tiefgangs nicht in das direkte Mündungsgebiet des Abwasserkanals gelangen konnte, wurden aus diesem Gebiet keine Proben genommen. Vielmehr geben die bei dieser Fahrt gewonnenen Ergebnisse Aufschluß über die Verhältnisse in reinen Gebieten der Kieler Bucht. In der 3. Versuchsreihe im Sommer 1934 dagegen wurden Fahrten direkt in der Zone des Abwassermündungskanales gemacht. Die Ergebnisse sollten genaueren Aufschluß über die Verhältnisse in diesem Gebiet liefern und die in der 1. Versuchsreihe gefundenen Ergebnisse erweitern. Neben vier Fahrten im Bülker Gebiet wurden auf einer weiteren 5. Fahrt Proben aus der Eckernförder Bucht geschöpft.

1. Versuchsreihe im Sommer 1933.

Die Verarbeitung der Proben von Fahrt 1—4 erfolgte im Laboratorium am Tage nach der Probenahme. Bis dahin wurden die Proben im Kühlraum aufbewahrt. Bei der 5. Fahrt wurden die Keimzahlbestimmungen sofort an Bord mittels Plattenverfahren ausgeführt. Es mag erwähnt sein, daß nur für diese Versuchsreihe das von der Firma Zeiß zur Verfügung gestellte Interferometer benutzt werden konnte, da es dann wieder zurückgeliefert werden mußte.

Fahrt 1 am 8. 6. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 9 Uhr vormittags bis 3 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden, 19000 cbm*) Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

1 Uhr 20 Min. bis 4 Uhr 30 Min.	240 s/l
4 „ 30 „ „ 9 „ 00 „	0 s/l (s/l = Liter in der Sekunde)
9 „ 00 „ „ 14 „ 30 „	240 s/l
und ab 14 „ 30 „	480 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme im Mündungsgebiet des Abwasserkanals, um 9 Uhr vormittags, war der Verdünnungsgrad sehr groß, da seit 4½ Stunden keine Abwässer eingeleitet wurden.

Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 18,4°, Wassertemperatur an der Oberfläche: 15,5—19°, in der Tiefe: 15—17°, Windrichtung: O, Windstärke: 3—4, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 1,86;
- an 8 Tagen vorher: Anfangs wechselnde Winde von der Stärke 1—7, ab 6. 6. 33 Ost-Winde von der Stärke 4—6, keine Niederschläge.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,39 und 7,8.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 1 sind die Werte der gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß die Wasserprobe Bülk Mündung an der Oberfläche 100000 und in der Tiefe 200000 Keime in ccm enthält. Dieser Keimgehalt muß als verhältnismäßig niedrig angesehen werden, da zur Zeit der Probenahme der Verdünnungsgrad sehr groß war (vgl. oben). Die Entnahmeorte im

*) Aufzeichnungen hierüber stellte mir in dankenswerter Weise Herr Ingenieur TRAHN vom Tiefbauamt Kiel zur Verfügung. Die Angaben über die Abwassermengen und Einlaufzeiten sind nur ungefähre Zahlen, da sie aus graphischen Darstellungen ermittelt wurden.

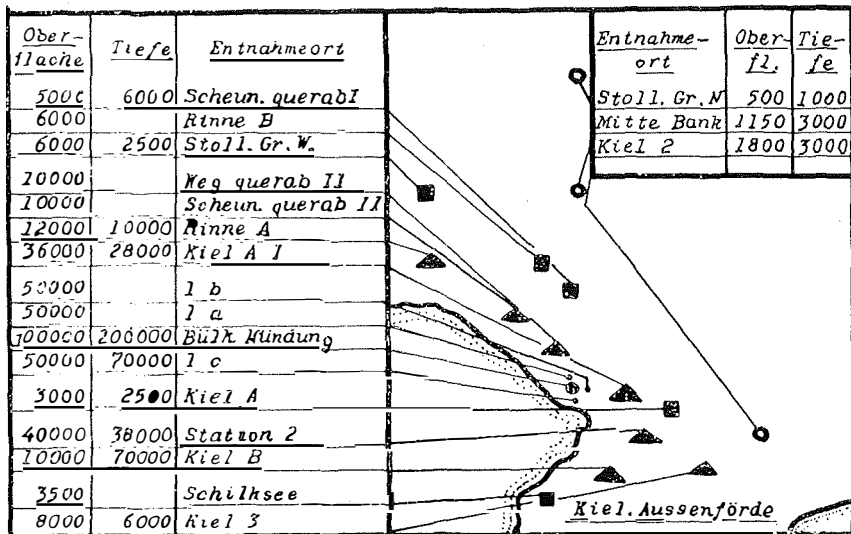


Tabelle 1: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht und Außenförde am 8. 6. 1933.

Zeichenerklärung für die Tabellen 1—12.

- | | |
|--|--|
| ● = Entnahmeort Bülk Mündung | ■ = Entnahmeorte am Rande der Verschmutzungszone |
| • = Entnahmeorte im 300 m-Kreis | ○ = Entnahmeorte in der reinen Zone |
| ▲ = Entnahmeorte in der Verschmutzungszone | |

300 m-Kreis, 1a, 1b, 1c, weisen einen Keimgehalt von nur noch 50000 in ccm an der Oberfläche auf. Tiefenproben wurden hier nicht genommen. Infolge der anhaltenden starken östlichen Winde wurden die spezifisch leichteren Abwassermassen, sich an der Oberfläche ausbreitend, entlang der Küste nach Norden und Süden abgetrieben und die Entnahmeorte Weg querab 2, Scheunen querab 2, Rinne A, Kiel A I, Station 2 und Kiel B weisen einen erhöhten Keimgehalt auf: 10000—40000 Keime im ccm an der Oberfläche und 10000—70000 Keime im ccm in der Tiefe. Es muß das Gebiet innerhalb dieser Punkte als verunreinigt angesehen werden, einmal des hohen Keimgehaltes wegen und andererseits, weil der Keimgehalt an der Oberfläche stets höher liegt als in der Tiefe (vgl. FISCHER, 2, S. 65). Eine Ausnahme macht Kiel B, wo der Keimgehalt in der Tiefe bedeutend höher liegt als an der Oberfläche. Das ist vielleicht dadurch zu erklären, daß hier mit Bakterien reich besetzte Schwebestoffe aus dem Abwasser durch die Wasserbewegung in die tieferen Wasserschichten gelangt sind und den hohen Keimgehalt verursachen?! Auch bei Station 2 muß eine Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser erfolgt sein, da hier der Keimgehalt an der Oberfläche und in der Tiefe fast gleich ist. Im übrigen liegen die Keimzahlen im südlichen Gebiet der Verschmutzungszone höher als im nördlichen Gebiet. An der Grenze der Verschmutzungszone liegen im Norden Scheunen querab 1, Rinne B und Stoller Grund West und im südlichen Teile Kiel A und Schilksee, mit einem Keimgehalt an der Oberfläche von 3000 bis 6000 und in der Tiefe von 2500—6000 Keimen im ccm. Als nicht verunreinigt können die Entnahmeorte Stoller Grund Nord, Mitte Bank und Kiel 2 angesehen werden mit

einem Keimgehalt von 500—1800 an der Oberfläche und 1000—3000 in der Tiefe. Diese Zahlen zeigen den wirklichen Keimgehalt des reinen Ostsee-Wassers. Auf sie wird später in der Zusammenstellung aller Ergebnisse (s. Seite 109 ff.) eingegangen. Der hohe Keimgehalt von Kiel 3 muß auf eine zufällige Verunreinigung, vielleicht durch Schiffe, zurückgeführt werden, denn dieser Entnahmeort liegt in der Schifffahrtslinie.

Die Bestimmungen des Chlorgehaltes, des Abdampfrückstandes, der Refraktometer- und Interferometerwerte geben keinen Aufschluß über den Grad und den Umfang einer Verschmutzung, vielmehr werden die Werte durch 2 Faktoren bestimmt: einmal durch den Salzgehalt des Seewassers (dieser Faktor ist der ausschlaggebendere) und andererseits durch die Verschmutzung. Innerhalb der Werte für den Chlorgehalt, den Abdampfrückstand, das Refraktometer und Interferometer kann eine relative Übereinstimmung festgestellt werden, und es sind stets die Werte für die Tiefenproben infolge des höheren Salzgehaltes höher, als für die Oberflächenproben. Es ergibt sich aber kein Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt (Verschmutzungsgrad) einerseits und den chemischen und physikalischen Werten andererseits. Für das Refraktometer und Interferometer hat Bülk Mündung die niedrigsten Werte unter den Oberflächenproben. Es mag weiter erwähnt sein, daß für den Abdampfrückstand und den Chlorgehalt der Unterschied zwischen den Werten des Oberflächen- und Tiefenwassers bei den 4 untersuchten Wasserproben Kiel A, Rinne B, Stoller Grund Nord und Kiel 3 im Verhältnis am niedrigsten ist bei Kiel A und Kiel 3. Man kann annehmen, daß dieses auf eine Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser zurückzuführen ist, denn auch der Keimgehalt ist bei diesen beiden Entnahmeorten an der Oberfläche und in der Tiefe nicht wesentlich verschieden. Für andere Entnahmeorte mit annähernd gleichen Keimgehalt an der Oberfläche und in der Tiefe, z. B. Station 2, liegen keine Ergebnisse über den Abdampfrückstand und den Chlorgehalt vor.

Der Sauerstoffgehalt wurde nur von Oberflächenproben bestimmt. Die Werte liegen für den fixierten Sauerstoff zwischen 6,37 und 10,23 mg/l. Bei Bülk Mündung wurde der niedrigste Sauerstoffgehalt gefunden. Für Stoller Grund Nord wurde die Sauerstoffzehrung mit 0,47 mg/l in 48 Std. bei 22° bestimmt.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Wasserproben innerhalb von 2—5 Tagen reduziert. Koagulation und Säurebildung wurde bei sämtlichen Proben aus dem Bülker Gebiet (Bülk Mündung, 1a, 1b, 1c) und außerdem bei Kiel B Tiefe innerhalb von 2—5 Tagen beobachtet. Peptonisation der Lackmusmilch fand sich bei Station 2 Oberfläche und Kiel 3 Oberfläche nach 5 Tagen. Ein Zusammenhang zwischen Keimzahl und Veränderung der Lackmusmilch ergibt sich nicht, lediglich wurde bei den Proben mit den höchsten Keimzahlen Koagulation der Milch festgestellt.

Auch die qualitative Prüfung auf NH_3 , NO_2 und NO_3 ergibt keinen Aufschluß über eine Verunreinigung. NH_3 konnte nur bei Bülk Mündung deutlich nachgewiesen werden. NO_2 fand sich nirgends, NO_3 wurde, außer bei Bülk Mündung, überall in Spuren nachgewiesen.

Fahrt 2 am 5. 7. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 9 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 18000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk

von	0 Uhr 0 Min. bis	3 Uhr 40 Min.	240 s/l
	3 „ 40 „ „	8 „ 10 „	0 s/l
	8 „ 10 „ „	10 „ 30 „	240 s/l
	10 „ 30 „ „	12 „ 00 „	0 s/l
	12 „ 00 „ „	14 „ 30 „	240 s/l
	und ab 14 „ 30 „		480 s/l

Abwasser in die Bucht.

Zur Zeit der Probenahme im Mündungsgebiet des Abwasserkanals, um 4 Uhr nachmittags, war der Verdünnungsgrad sehr gering, da seit 1 ½ Stunden mit einer Stärke von 480 s/l gepumpt wurde. Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 27°, Wassertemperatur: für Oberfläche und Tiefe 18,8°, Windrichtung: W, Windstärke: 2, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 1,60.
- an 8 Tagen vorher: Warmes Wetter, Lufttemperatur zwischen 17,8 und 25°, Westwinde von der Stärke 3–7, Niederschlag 1,4 mm am 30. 6. 33.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,48 und 8,0.

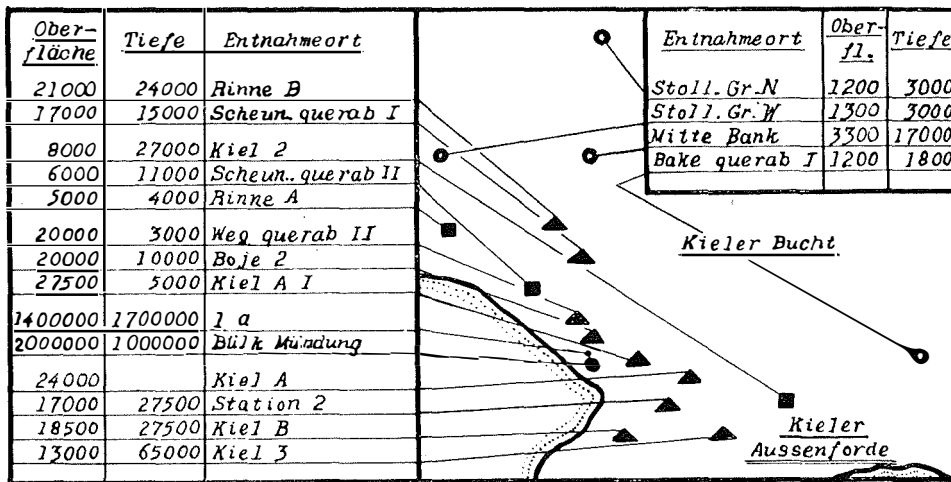


Tabelle 2: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht und Außenförde am 5. 7. 1933.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 2 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen. Sie zeigt, daß die Wasserprobe Bülk Mündung an der Oberfläche 2000000 und in der Tiefe 1000000, die Wasserprobe 1a aus dem 300 m-Kreis an der Oberfläche 1400000 und in der Tiefe 1700000 Keime im ccm enthalten. Infolge des geringen Verdünnungsgrades (vgl. oben) sind diesmal die Keimzahlen bedeutend höher gegenüber den Keimzahlen der 1. Fahrt, wo der Verdünnungsgrad sehr groß war. Infolge der anhaltenden starken westlichen Winde wurden die Abwassermassen nach östlichen Richtungen abgetrieben und die Entnahmeorte Kiel AI, Kiel A, Station 2, Kiel B, Kiel 3, Boje 2 und Weg querab 2 weisen einen erhöhten Keimgehalt auf. (13000–27500 Keime im ccm an der Oberfläche und 3000–65000 Keime im ccm in der Tiefe.) Es muß das Gebiet innerhalb dieser Punkte als verunreinigt angesehen werden, einmal wegen des hohen Keimgehalts und andererseits weil der Keimgehalt an der Oberfläche meist höher ist als in der Tiefe. Ausnahmen hiervon machen die entfernteren Entnahmeorte Station 2, Kiel B und Kiel 3. Hier kann bereits durch die starke Wasserbewegung eine

Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser erfolgt sein, und die sich anfangs an der Oberfläche entlangziehenden Verunreinigungen könnten infolge Sedimentierens den erhöhten Keimgehalt in der Tiefe bewirkt haben. An der Grenze der Verschmutzungszone liegen im Osten Kiel 2, mit einem verhältnismäßig niedrigen Keimgehalt an der Oberfläche, aber auch wiederum mit einem bedeutend höheren Keimgehalt in der Tiefe, und im Norden Scheunen querab 2 und Rinne A mit mittleren Keimzahlen. Die hohen Keimzahlen von Scheunen querab 1 und Rinne B können wohl nicht auf eine Verunreinigung durch die Abwässer zurückgeführt werden. Hier müssen andere Faktoren den höheren Keimgehalt bewirkt haben (s. S. 111). Als nicht verunreinigt können die entfernteren Entnahmeorte Stoller Grund West, Stoller Grund Nord, Mitte Bank und Bake querab 1 angesehen werden mit einem Keimgehalt von 1200—3000 an der Oberfläche und 1800—17000(!) in der Tiefe.

Die Bestimmungen des Chlorgehaltes, der Refraktometer- und Interferometerwerte geben auch hier keinen Aufschluß über den Grad und den Umfang einer Verunreinigung des Wassers. Die Werte liegen für die Tiefenproben stets höher als für die Oberflächenproben. Die niedrigsten Werte für den Chlorgehalt haben Bülk Mündung, 1a, Boje 2 und Kiel A I mit 6030—6088 mg/l. Der Sauerstoffgehalt wurde nur von Oberflächenproben bestimmt. Die Werte liegen für den fixierten Sauerstoff zwischen 7,65 und 11,56 mg/l. Bei 1a wurde der geringste Sauerstoffgehalt gefunden. Für Bülk Mündung wurde kein Sauerstoffgehalt bestimmt. Die Sauerstoffzehrung liegt zwischen 7,65 (1a!) und 0,15 mg/l. Eine Übereinstimmung zwischen Keimgehalt und Sauerstoffzehrung ergibt sich nicht, denn die Proben wurden nicht filtriert und die Zehrung ist somit nicht nur bakteriell bedingt.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 2 Tagen reduziert. Koagulation und Säurebildung wurde bei sämtlichen Proben aus dem Bülker Gebiet (Bülk Mündung, 1a, Boje 2) innerhalb von 3—5 Tagen beobachtet. Eine Prüfung der Lackmusmilch nach 28 Tagen ergab bei sämtlichen Proben Koagulation und bei den meisten Proben geringe Peptonisation.

NH₃ wurde deutlich nachgewiesen bei Bülk Mündung, in Spuren wurde es bei 1a, Kiel A und Mitte Bank Tiefe (!) gefunden.

Fahrt 3 am 18. 7. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 9 Uhr vormittags bis 3¹/₄ Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 20000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

3 Uhr 00 Min. bis	9 Uhr 20 Min.	120 s/l
9 „ 20 „ „	14 „ 50 „	240 s/l
und ab 14 „ 50 „		480 s/l

Abwasser in die Bucht.

Zur Zeit der Probenahme im Mündungsgebiet des Abwasserkanals, um 15¹/₄ Uhr, war der Verdünnungsgrad gering, da seit 25 Minuten mit einer Stärke von 480 s/l gepumpt wurde.

Die Witterungsverhältnisse waren

- a) zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 19,5°, Wassertemperatur an der Oberfläche: 17,6°, in der Tiefe: nicht gemessen, Windrichtung: WSW, Windstärke: 5, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 1,68.
- b) an 8 Tagen vorher: Anfangs Winde aus SW, Stärke 4—5, später aus NW, Stärke 4. Lufttemperaturen zwischen 17,9 und 21,4°. Niederschlag 60 mm.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,17 und 7,73.

<i>Oberfläche</i>	<i>Tiefe</i>	<i>Entnahmeort</i>	<i>Kieler Bucht</i>			<i>Entnahmeort</i>	<i>Oberfläche</i>	<i>Tiefe</i>
40000	28000	Stoll. Gr. N.						
7000	5000	Mitte Bank						
3000	700	Stoll. Gr. Y						
600		Feuerschiff				Weg querab II	3000	2500
1800	2000	Rinne B				Boje 2	9000	1500
4500	2000	Rinne A				3 a	20000	
200	10000	Scheu. qu. I				Boje 1	6000	15000
400	12000	Scheu. qu. II				Kiel A 1	5000	30000
						Kiel A	10000	35000
4000000		1 a				Bake querab I	30000	2000
6500000		Bülk Mündung				Kiel 1	8500	11000
3000000		1 c				Kiel 2	11000	13000
350000		1 b				Station 2	40000	35000
50000		2 b				Kiel 3	75000	35000
20000		2 h				Kiel B	250000	90000

Tabelle 3: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht und Außenförde am 18. 7. 1933.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 3 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß infolge des geringen Verdünnungsgrades (vgl. S. 88) die Keimzahlen für Bülk Mündung wiederum bedeutend höher als bei der 1. Fahrt und auch noch höher als bei der 2. Fahrt sind. Es wurden diesmal aus dem Bülker Gebiet nur die Oberflächenproben bakteriologisch untersucht. Die Keimzahlen betragen für Bülk Mündung 6500000 und für den 300 m-Kreis 50000—4000000 im ccm. Weiter zeigt die Tabelle, daß vornehmlich alle Entnahmeorte östlich (3a, Boje 1, Boje 2, Kiel A 1, Kiel A, Kiel 2, Kiel 1, Bake querab 1) und südöstlich (Station 2, Kiel B, Kiel 3) von Bülk Mündung einen erhöhten Keimgehalt aufweisen, und zwar 5000—250000 an der Oberfläche und 1500—90000 in der Tiefe. Es muß das Gebiet innerhalb dieser Punkte als verunreinigt angesehen werden. Bedingt wird diese Verunreinigung durch die anhaltenden starken westlichen Winde, die die Abwassermassen bis weit in die Bucht hinaustreiben. Die höchsten Keimzahlen der Verschmutzungszone weisen die südöstlichen Entnahmeorte auf, bei den östlich gelegenen Entnahmeorten nehmen die Keimzahlen (mit Ausnahme von Bake querab 1) mit zunehmender Entfernung von Bülk ab (vgl. Chlorgehalt s. u.). An der Grenze der Verschmutzungszone liegt im Norden Weg querab 2 mit einem Keimgehalt von 3000 an der Oberfläche und 2500 in der Tiefe. Als nicht verunreinigt können die weiter nördlich gelegenen Entnahmeorte Scheunen querab 2, Scheunen querab 1, Rinne A, Rinne B, Stoller Grund West, Mitte Bank und Feuerschiff angesehen werden mit Keimzahlen von 400—7000 im ccm an der Oberfläche und 700—12000 im ccm in der Tiefe. Der wiederum höhere Keimgehalt von Stoller Grund Nord mit 40000 bzw. 28000 im ccm muß auf eine andere Verunreinigung zurückgeführt werden (vgl. auch Fahrt 4).

Chemisch wurden nur die Proben Bülk Mündung, 2h, Boje 2, Kiel A 1, Kiel A, Rinne A, Kiel 2 und Mitte Bank untersucht.

Der Chlorgehalt schwankt zwischen 5183 und 7153 mg/l. Den niedrigsten Chlorgehalt weist Bülk Mündung auf. Es läßt sich feststellen, daß mit zunehmender Ent-

fernung von Bülk in östlicher Richtung der Chlorgehalt langsam zunimmt. Beim östlichsten Entnahmeort Kiel 2 wurden 6833 mg/l festgestellt, die Werte für die dazwischen liegenden Entnahmeorte liegen zwischen 6478 und 6709 mg/l. Man könnte also bei dieser Fahrt auf Grund der Chlorgehaltsbestimmungen auch auf ein Reinerwerden des Wassers schließen (vgl. die Keimzahlen s. o.). Der höchste Chlorgehalt wurde bei Mitte Bank gefunden mit 7153 mg/l. Der Chlorgehalt in der Tiefe ist stets höher als an der Oberfläche und schwankt zwischen 6549 und 9993 mg/l. Die größte Differenz zwischen dem Chlorgehalt von Oberfläche und Tiefe mit 3284 mg liegt bei Keil A mit der größten Tiefe von 16 m. Die Refraktometer- und Interferometerwerte geben keinen Aufschluß über eine Verunreinigung des Wassers, die Werte liegen für die Tiefenproben höher als für die Oberflächenproben. Die höchsten Werte für das Refraktometer und Interferometer liegen bei Mitte Bank (vgl. Chlorgehalt), die niedrigsten Werte für Oberfläche und Tiefe bei Boje 2. Probe Bülk Mündung Tiefe wurde nicht genommen. Die größte Differenz zwischen Oberflächen- und Tiefenwerten liegt bei Rinne B mit einer Tiefe von 12 m. Von Kiel A (vgl. Chlorgehalt) wurde keine Bestimmung für die Tiefenprobe gemacht.

Der Sauerstoffgehalt konnte nur für die Oberflächenprobe von Kiel 2 und Kiel B bestimmt werden, da infolge des stürmischen Wetters die Flasche mit dem Manganochlorid entzwei ging. Der fixierte Sauerstoff wurde für Kiel 2 mit 9,24 mg/l und für Kiel B mit 9,04 mg/l bestimmt. Die Zehrung betrug für Kiel 2 0,4 und für Kiel B 0,71 mg/l. Für Kiel B ist auch der Keimgehalt höher (vgl. Tabelle 3).

Ammoniak konnte nur bei Bülk Mündung deutlich nachgewiesen werden. NO_2 fand sich bei Bülk Mündung, Kiel A Tiefe und in Spuren bei 2h, Boje 2 und Kiel A I. Auf NO_3 wurde nicht geprüft.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 2 Tagen reduziert. Koagulation wurde nach 2 Tagen bei sämtlichen Proben aus dem Bülker Gebiet beobachtet. Gesäuert wurde die Lackmusmilch nur von Probe Bülk Mündung innerhalb von 2 Tagen. Nach 14 Tagen waren sämtliche Proben koaguliert, Säuerung fand sich bei der Oberflächenprobe von Kiel B, Kiel 2, Kiel A, Kiel A I, Scheunen querab 2, 1b, 2b und 3a. Peptonisation wurde nicht beobachtet. Auch konnte ein unterschiedliches Verhalten der einzelnen Wasserproben gegenüber der Lackmusmilch, übereinstimmend mit dem Keimgehalt, nicht festgestellt werden. Indol wurde mit Ausnahme von Station 2 Tiefe, Scheunen querab 1 Tiefe, Scheunen querab 1 Oberfläche und Boje 2 Tiefe von 1 ccm (für Bülk Mündung auch noch von $\frac{1}{10}$ ccm) sämtlicher anderer Wasserproben innerhalb von 24 Std. bei 37° gebildet. Der Thermophilen-Titer für 37° und 45° war am höchsten ($\frac{1}{100000}$ ccm positiv) bei Bülk Mündung. Bei 37° war der Thermophilen-Titer für $\frac{1}{100}$ ccm bei sämtlichen Proben positiv, für $\frac{1}{1000}$ ccm bei 50% der Proben, bei 45° für $\frac{1}{10}$ ccm positiv bei Kiel B Tiefe, Station 2 Tiefe, Kiel 3 Oberfläche und Kiel A Tiefe (vgl. Keimzahlen Tabelle 3). Auswertung und Kritik der Indolbildung und des Thermophilen-Titers bei KLE.

Fahrt 4 am 22. 8. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 9 Uhr vormittags bis 2 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 16000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk

von 0 Uhr 00 Min. bis 3 Uhr 00 Min. 240 s/l
 3 „ 00 „ „ 5 „ 40 „ 0 s/l
 5 „ 40 „ „ 7 „ 30 „ 240 s/l
 7 „ 30 „ „ 11 „ 20 „ 0 s/l
 und ab 11 „ 20 „ 240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme im Mündungsgebiet des Abwasserkanals, um 2 Uhr nachmittags, war der Verdünnungsgrad gering, da seit 2½ Stunden mit einer Stärke von 240 s/l gepumpt wurde. Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 18,2°, Wassertemperatur an der Oberfläche: 16,9—17,6°, in der Tiefe: 16,9—17,6°, Windrichtung: SSW, Windstärke: 5, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 2,0.
- an 8 Tagen vorher: Warmes Wetter, Lufttemperaturen von 19,4—23,2°. Anfangs Winde aus südlichen Richtungen von der Stärke 4—6, später aus westlichen Richtungen von der Stärke 3—7.

Reaktion des Wassers alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,08 und 8,29.

<u>Oberfläche</u>	<u>Tiefe</u>	<u>Entnahmeort</u>		<u>Entnahmeort</u>	<u>Oberfläche</u>	<u>Tiefe</u>	
45000	10000	Stoll. Gr. N					
4500	15000	Mitte Bank					
1000	16000	Stoll. Gr. W			Weg querab II	20000	10000
5000	2000	Rinne B			Feuerschiff	10000	22000
2500	2300	Rinne A			Boje 2	35000	10000
1000	3000	Scheun. querab I			Kiel A I	30000	6000
		1 a			Kiel A	24000	16000
500000		Bülk Mündung			Station 2	20000	9000
22000000		2 e			Kiel B	4000	10000
150000		1 c			Kiel 2	17000	15000
450000		2 d			Kiel 1	20000	12000
300000		1 b			Bake querab I	17000	40000
120000					Kiel 3	9000	10000

Tabelle 4: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht und Außenförde am 22. 8. 1933.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 4 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß infolge des geringen Verdünnungsgrades (vgl. oben) die Keimzahl bei Bülk Mündung wiederum sehr hoch ist, diesmal 22000000 im ccm, das ist der größte überhaupt ermittelte Keimgehalt! Die Tiefenprobe wurde nicht bakteriologisch untersucht, auch nicht von den Entnahmeorten des 300 m-Kreises, für die der Keimgehalt zwischen 120000 und 500000(!) im ccm liegt. Weiter zeigt die Tabelle, daß wiederum vornehmlich die Entnahmeorte in östlichen Richtungen von Bülk einen erhöhten Keimgehalt, 4000—35000 im ccm an der Oberfläche und 6000—40000 im ccm in der Tiefe, aufweisen, so nordöstlich Boje 2, Weg querab 2, und Feuerschiff, östlich Kiel 1 und Bake querab 1 und südöstlich Kiel A I, Kiel A, Kiel 2, Kiel 3, Station 2 und Kiel B. Es muß mindestens das Gebiet innerhalb dieser Punkte als verunreinigt angesehen werden, einerseits wegen der hohen Keimzahlen und andererseits auf Grund der Tatsache, daß, besonders bei den Bülk Mündung näher

gelegenen Entnahmeorten, der Keimgehalt höher ist an der Oberfläche als in der Tiefe. Der im Verhältnis zur Oberfläche höhere Keimgehalt des Tiefenwassers der von Bülk Mündung weiter entfernteren Entnahmeorte Feuerschiff, Bake querab 1, Kiel 3 und Kiel B läßt sich vielleicht wiederum dadurch erklären, daß, nachdem die spezifisch leichteren Abwassermassen zunächst an der Oberfläche durch die starken Winde fortgetrieben wurden, erst in weiter entfernten Gebieten durch die Wasserbewegung eine Durchmischung von Oberflächen- und Tiefenwasser erfolgt sein könnte und bakterienreiche Schwebestoffe den hohen Keimgehalt verursacht haben. Auf Grund der Tatsache, daß mit zunehmender Entfernung von Bülk die Keimzahlen abnehmen, läßt sich eine gewisse Verdünnung feststellen. Der niedrigste Keimgehalt wurde bei den nördlich von Bülk Mündung gelegenen Entnahmeorten, die nicht verunreinigt sind, Scheunen querab 1, Rinne A, Rinne B, Stoller Grund West und Mitte Bank gefunden. Die Keimzahlen liegen für dieses Gebiet an der Oberfläche zwischen 1000—5000 im ccm und in der Tiefe zwischen 2000—16000(!) im ccm. (Über die hohen Keimzahlen in der Tiefe bei Mitte Bank und Stoller Grund West s. S. 111.)

Chemisch wurden nur die Proben Bülk Mündung, 1b, Boje 2, Kiel A I, Kiel A, Rinne B, Kiel 2 und Mitte Bank untersucht.

Der Chlorgehalt liegt im Verhältnis zu früheren Bestimmungen höher, er schwankt für die Oberflächenproben zwischen 8875 und 10064 mg/l, unberücksichtigt ist der Wert von Bülk Mündung mit dem geringen Chlorgehalt von 5751 mg/l. Der Chlorgehalt für die Tiefenproben ist stets höher und liegt zwischen 9159 und 12780 mg/l. Über den Grad und den Umfang einer Verschmutzung geben die Chlorgehaltsbestimmungen weiter keinen Aufschluß. Die größte Differenz zwischen dem Chlorgehalt der Oberflächen- und Tiefenprobe mit 3089 mg liegt bei Rinne B (12 m tief). Genau wie beim Chlorgehalt liegen die Werte für das Refraktometer und Interferometer im Verhältnis zu früheren Bestimmungen höher. Die niedrigsten Oberflächenwerte liegen bei Bülk Mündung, die niedrigsten Tiefenwerte bei Boje 2, der einzigen untersuchten Probe aus dem 300 m-Kreis. Auch für Bülk Mündung Tiefe liegt kein Ergebnis vor. Die höchsten Tiefenwerte liegen bei Stoller Grund Nord (Chlorgehalt nicht geprüft), auch hier ist die Differenz zwischen den Werten von der Oberfläche und der Tiefe am größten. Auf Grund der Ergebnisse lassen sich auf den Grad und den Umfang einer Verunreinigung keine weiteren Schlüsse ziehen.

Der Sauerstoffgehalt wurde für 11 Proben bestimmt, davon waren 4 Proben aus der Tiefe. Die Werte liegen für den fixierten Sauerstoff

an der Oberfläche zwischen 5,78 und 8,99 mg/l
in der Tiefe „ 7,18 „ 11,55 mg/l.

Die Werte für den fixierten Sauerstoff sind für die Tiefenproben stets höher als für die entsprechenden Oberflächenproben. Bei 9 Proben wurde auch die Zehrung bestimmt. Die Werte liegen zwischen 0,24 und 1,29 mg/l. Eine Übereinstimmung zwischen Sauerstoffzehrung und Keimgehalt läßt sich weiter nicht nachweisen, lediglich hat Rinne B von den Proben, deren Sauerstoffzehrung bestimmt wurde, mit dem geringsten Keimgehalt in der Tiefe auch in der Tiefe die geringste Sauerstoffzehrung. Es ist bemerkenswert, daß bei Bülk Mündung mit einem Keimgehalt von 22000000 kein Sauerstoff nachgewiesen werden konnte!

Die qualitative Prüfung auf NH_3 , NO_2 und NO_3 ergab wiederum keinen Aufschluß über eine Verunreinigung. NH_3 fand sich nur bei Bülk Mündung und 1b.

Lackmusmilch wurde von 90% aller Proben innerhalb von 3—4 Tagen reduziert. Die Reduktion der restlichen 10% der Wasserproben erfolgte nach 14 Tagen. Bülk Mündung und sämtliche Wasserproben aus dem 300 m-Kreis koagulierten und säuerten die Lackmusmilch innerhalb von 3 Tagen. Nach 14 Tagen zeigten auch die übrigen Proben geringe Koagulation. Von 80% der Proben wurde Indol gebildet bei 37° 24 Std. aus 1 ccm, bei 45° wurde Indol aus 2 und 5 ccm Wasser nur von den Proben Bülk Mündung, 1c und 1b gebildet, nur aus 5 ccm von der Probe Boje 2. Der Thermophilen-Titer war für $\frac{1}{10}$ ccm Wasser bei 37° 48 Std. für 80% der Proben positiv, für $\frac{1}{1000}$ ccm 30%, darunter Bülk Mündung, sämtliche Proben des 300 m-Kreises, Kiel A I, Kiel B und Kiel 3. Bei 45° war der Titer positiv für 1 ccm bei 25% der Proben, darunter Bülk Mündung, 1c, Boje 2, Weg querab 2, Kiel A I, Kiel 2 und Rinne A, für $\frac{1}{10}$ ccm nur bei Bülk Mündung, 1c, Boje 2 und Weg querab 2. Weitere Auswertung und Kritik dieser Ergebnisse bei KLIE (1).

Fahrt 5 am 22. 9. 1933.

Die bei dieser Fahrt angestellten Untersuchungen sollten Aufschluß geben über die Verhältnisse in außerhalb der durch die Abwässer verunreinigten Gebiete liegenden Entnahmeorte Bake querab 2, Gabelsfach-Ost und Flügge (s. Karte 1), wo 3 Oberflächen- und 2 Tiefenproben genommen wurden.

Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme (10 bis 13½ Uhr): Lufttemperatur: 14,1°, Wassertemperatur: 16,2° an der Oberfläche, Windrichtung: NO, Windstärke: 6, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 2,06;
- an 8 Tagen vorher: Anfangs westliche Winde von der Stärke 3—5, später Ostwinde von der Stärke 4—7. Niederschlag 3 mm.

Reaktion des Wassers alkalisch, P_H -Wert: 7,25.

Die nachfolgende Tabelle 5 gibt einen Überblick über die gefundenen Keimzahlen.

	Oberfläche	Tiefe
Bake querab 2	500	2000
Gabelsfach-Ost	1500	—
Flügge	1500	600 Keime in ccm

Es mag bemerkt sein, daß die Platten zur Keimzahlbestimmung während dieser Fahrt sofort an Bord gegossen wurden und daß also diese Zahlen den Keimgehalt des reinen Ostseewassers angeben.

Andererseits ist ersichtlich, daß die Keimzahlen von den Proben der Fahrten I bis 4, die im Laboratorium nach mehrstündigem Aufbewahren bestimmt wurden, keinesfalls zu hoch sind, denn es könnte der Einwand gemacht werden, daß durch das Aufbewahren der Proben

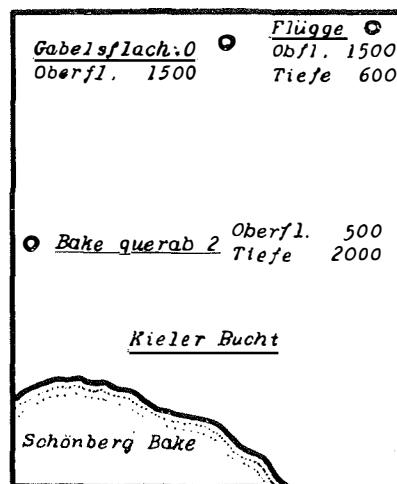


Tabelle 5: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht am 22. 9. 1933.

eine Vermehrung stattgefunden hätte, und deshalb so hohe Keimzahlen gefunden wären. Aber die obigen Keimzahlen beweisen, daß bei kühler Aufbewahrung der Wasserproben das Ergebnis in bezug auf die Keimzahl dasselbe ist, als wenn die Proben sofort verarbeitet werden.

Die bei dieser Fahrt ermittelten Keimzahlen stimmen ungefähr überein mit den Keimzahlen, die für „reines“ Wasser bei früheren Fahrten gefunden wurden. Es müssen also Entnahmeorte mit höheren als bei dieser Fahrt gefundenen Keimzahlen als verunreinigt angesehen werden, denn es ist nicht anzunehmen, daß bei den Stationen dieser Fahrt noch eine Verunreinigung durch die Abwässer stattgefunden hat, zumal stärkere Ostwinde ein Hinaustreiben nach See zu verhindern.

Es wurden 3 Chlorbestimmungen ausgeführt und bei Bake querab 2 an der Oberfläche 6958 mg/l und in der Tiefe 10697 mg/l und bei Flügge 6650 mg/l an der Oberfläche gefunden. Die Refraktometerwerte liegen zwischen 20,8 und 22,0, die Interferometerwerte zwischen 576 und 735, und zwar für die Tiefenproben stets höher als für die Oberflächenproben.

Der Sauerstoffgehalt wurde für Bake querab 2 mit 8,39 (Zehrung mit 0,16) und für Flügge mit 9,53 (Zehrung mit 0,04) mg/l bestimmt.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 3 Tagen reduziert. Koagulation fand sich nach 5 Tagen bei Flügge Oberfläche und Peptonisation nach 3 Tagen bei Bake querab 2 Oberfläche. Der Thermophilen-Titer war für $\frac{1}{100}$ ccm sämtlicher Proben bei 37° positiv, für 1 ccm Wasser bei 45° negativ. Indol wurde von 2 und 5 ccm sämtlicher Wasserproben bei 37° innerhalb von 24 Std. gebildet. Auf NH_3 , NO_2 und NO_3 wurde nicht geprüft.

Die nachfolgende Tabelle A bringt eine Zusammenstellung und eine Übersicht über die bei den 5 Fahrten der 1. Versuchsreihe gefundenen Ergebnisse.

Tabelle A.

	Fahrt 1	Fahrt 2	Fahrt 3	Fahrt 4	Fahrt 5
Keimzahlen für Bülk Mündung	O. 100000	2000000	6500000	22000000	
	T. 200000	1000000	—	—	
Keimzahlen in dem 300 m-Kreis	O. 50000	1400000	50000—4000000	120000—500000	
	T. —	1700000	—	—	
Keimzahlen i. d. Verschmutz.-Z.	O. 10000—40000	13000—27500	5000—250000	4000—35000	
	T. 10000—70000	3000—65000	1500—90000	6000—40000	
Keimzahlen des reinen Wassers	O. 500—1800	1200—3300	400—7000	1000—5000	500—1500
	T. 1000—3000	1800—17000	700—12000	2000—16000	600—2000
Abdampfdruck- stände	O. 1,1446—1,3338	—	—	—	—
	T. 1,6069—1,8965	—	—	—	—
Refraktometer- werte	O. 20,2—21,0	18,75—20,32	17,7—22,45	20,45—22,9	20,8—22,0
	T. 21,2—22,55	19,90—21,50	20,4—22,9	23,25—25,0	—
Interferometer- werte	O. 525—651	493—596	426—835	603—870	576—735
	T. 652—817	566—737	635—909	918—1111	—
Sauerstoffgehalt	O. 6,37—10,23	7,65—11,56	9,04—9,24	5,78—8,99	8,39—9,53
	T. —	—	—	7,18—11,55	—
Chlorgehalt	O. 5858—7100	6030—6745	5183—7153	8875—10064	6650 + 6958
	T. 8166—8875	6106—7845	6549—9993	9159—12780	10697

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß je nach dem Verdünnungsgrad die Keimzahlen für Bülk Mündung zwischen 100000 und 22000000 im ccm, für den 300 m-Kreis zwischen 50000 und 4000000 im ccm und für die Verschmutzungszonen zwischen 1500 und 250000 im ccm liegen. Es ist deutlich die verunreinigende Wirkung der bei Bülk eingeleiteten Abwässer zu erkennen. ●stliche Winde verhindern eine Ausbreitung der Abwassermassen nach See zu und bewirken, daß das Schmutzwasser sich an der Küste nach Norden und Süden entlangzieht. Westliche Winde dagegen treiben die Abwassermassen weit in die Bucht hinein, so konnte bei schwachen westlichen Winden eine Verunreinigung der Kieler Bucht bis Kiel 3, d. h. 4 km östlich von Bülk, und bei starken westlichen Winden sogar bis Bake querab 1, d. h. 9,5 km östlich von Bülk, festgestellt werden. Es ist also ersichtlich, daß nicht nur die Richtung der Winde, sondern auch die Windstärke von Einfluß auf die Ausbreitung der Verschmutzung ist. Außerdem ist zu bemerken, daß eine Verschmutzung nicht nur in streng östlicher Richtung bei Westwinden erfolgt, sondern mit zunehmender Entfernung von Bülk an Ausdehnung nach Norden und Süden zunimmt. So konnte festgestellt werden, daß einmal die Verschmutzung nach Nordosten bis Feuerschiff Kiel reichte und nach Südosten bis Kiel 3 und einmal sogar bis Kiel B, also selbst bis in die Kieler Außenförde hinein! Die Schlußfolgerungen, die aus diesen Ergebnissen zu ziehen sind, werden zusammen mit den Ergebnissen der weiteren Versuchsreihen am Ende des 1. Teiles dieser Arbeit besprochen. Die für reines Ostseewasser gefundenen Keimzahlen liegen zwischen 400 und 17000 im ccm. Über die gelegentlich so hohen Keimzahlen in den Tiefenproben s. S. 111.

Der Chlorgehalt schwankt zwischen 5183 und 12780 mg/l und ist für die Tiefenproben stets höher als für die Oberflächenproben. Dasselbe gilt für die Refraktometer- und Interferometerwerte. Die Refraktometerwerte liegen zwischen 17,7 und 25,0, die Interferometerwerte zwischen 426 und 1111. Der Chlorgehalt, die Refraktometer- und Interferometerwerte geben im allgemeinen keinen Aufschluß über den Grad und die Ausdehnung einer Verschmutzung, lediglich wurden für Bülk Mündung und Entnahmorte des 300 m-Kreises infolge der sehr starken Verunreinigung die niedrigsten Werte gefunden.

Der Abdampfrückstand wurde, da nicht immer Platinschalen zur Verfügung standen, nur für einige Proben der Fahrt 1 bestimmt, die Werte liegen zwischen 1,1446 und 1,8965 g. Der Sauerstoffgehalt schwankt zwischen 5,78 und 11,56 mg/l. Ein Zusammenhang zwischen Sauerstoffzehrung und Keimgehalt ergibt sich nicht.

2. Versuchsreihe im Winter 1934.

Aus technischen Gründen konnten in den Wintermonaten nur 2 Fahrten gemacht werden und auch nur Proben aus reinen Gebieten der Kieler Bucht genommen werden (vgl. S. 84). Die Ergebnisse seien mitgeteilt, da sie Aufschluß geben über die Verhältnisse im Winter, wo die Temperaturen des Wassers bedeutend niedriger sind als im Sommer. Es sei erwähnt, daß die bakteriologische Verarbeitung der Proben sofort nach der Probenahme im Institut erfolgte. Wie schon erwähnt, liegen für die folgenden Untersuchungen keine Ergebnisse für das Interferometer mehr vor, da das geliehene Instrument an die Firma Zeiß zurückgeliefert werden mußte.

Um weiteren Aufschluß über die Verhältnisse im Winter zu geben, seien im Anschluß auch die Keimzahlbestimmungen gebracht, die K_{LIE} in den Wintermonaten 1933 ausführte und mir zur Verfügung stellte.

Fahrt 6 am 23. 2. 1934.

Die Proben wurden in der Zeit von 11 Uhr vormittags bis 1½ Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 16000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

0 Uhr 30 Min. bis 3 Uhr 00 Min.	240 s/l
3 „ 00 „ „ 7 „ 50 „	0 s/l
und ab 7 „ 50 „	240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme bei 3a, dem Bülk Mündung am nächsten gelegenen Entnahmeort, um 1 Uhr nachmittags, war der Verdünnungsgrad relativ groß, da nur mit einer Stärke von 240 s/l gepumpt wurde.

Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 6,8°, Wassertemperatur: 3,5°, Windrichtung: WSW, Windstärke: 6, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 1,66.
- an 8 Tagen vorher: Winde aus westlichen Richtungen von der Stärke 6—8. 6 mm Niederschlag. Lufttemperaturen zwischen 3 u. 10,4°.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 6,99 und 7,02.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 6 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß die Keimzahlen im Verhältnis zu den Bestimmungen im Sommer 1933 ganz bedeutend niedriger sind. Sie schwanken für die Entnahmeorte nördlich von Bülk Mündung, die wegen der anhaltenden starken Westwinde als „rein“ angesehen werden können, für die Oberflächenproben zwischen 10 und 120 im ccm und für die Tiefenproben zwischen 10 und 40 im ccm. Bei dem einzigen östlich von Bülk Mündung gelegenen Entnahmeort, der der Verunreinigung wegen der Westwinde ausgesetzt ist, 3a beträgt die Keimzahl an der Oberfläche 30000 und in der Tiefe 700 im ccm. Es läßt sich also feststellen, daß der im Sommer bestimmte Keimgehalt für die Verschmutzungszone auch diesmal ermittelt wurde und von derselben Größenordnung ist. Leider liegen keine Ergebnisse von anderen Orten der Verschmutzungszone vor und es kann über deren Ausdehnung nichts weiter ausgesagt werden.

Die Refraktometerwerte zeigen nur geringe Schwankungen und liegen im Verhältnis zu früheren Ergebnissen höher, und zwar zwischen 23,65 und 24,5 für die Oberflächen-

Die Refraktometerwerte zeigen nur geringe Schwankungen und liegen im Verhältnis zu früheren Ergebnissen höher, und zwar zwischen 23,65 und 24,5 für die Oberflächen-

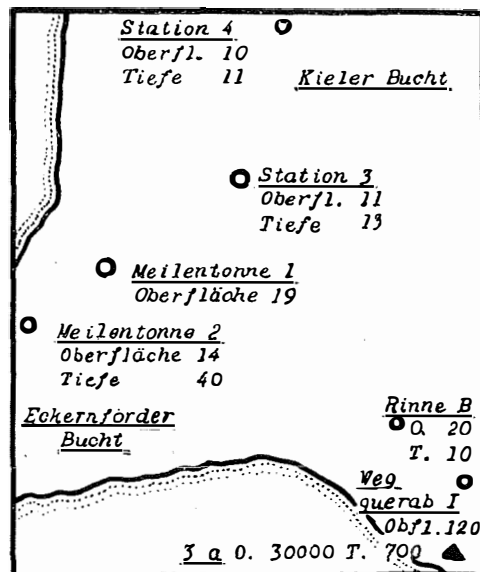


Tabelle 6: Der Keimgehalt in der Kieler und Eckernförder Bucht am 23. 2. 1934.

proben und zwischen 23,7 und 24,7 für die Tiefenproben. Die Werte für die Tiefenproben liegen wiederum stets höher als für die entsprechenden Oberflächenproben. Für die einzige Probe aus der Verschmutzungszone, 3a, wurden die niedrigsten Werte (23,65 bzw. 23,7) gefunden. Der Chlorgehalt wurde für Meilentonne 2 Oberfläche mit 11360 mg/l und für die Tiefe mit 11710 mg/l bestimmt. Auch die Werte für den Abdampfdruck liegen im Vergleich zu den Werten, die bei Fahrt 1 bestimmt wurden, höher. Es wurden gefunden für

	an der Oberfläche	in der Tiefe
Meilentonne 2	2,6695 g	3,3123 g für 100 ccm
3a	2,1979 g	2,2049 g „ 100 „

Für den fixierten Sauerstoff wurden auch höhere Werte gefunden, und zwar für Station 3 19,33 mg/l Rinne B 15,87 mg/l 3a 13,02 mg/l.

NH₃ wurde nirgends nachgewiesen. NO₂ fand sich überall in Spuren, auf NO₃ wurde nicht geprüft.

Lackmusmilch wurde mit Ausnahme von 3a von sämtlichen Proben innerhalb von 2—6 Tagen reduziert. Mit Ausnahme von 3a, Station 4, Station 3 Oberfläche und Rinne B Oberfläche fand sich Säuerung nach 6—10 Tagen. Koagulation wurde festgestellt bei Meilentonne 1 und 2, Station 3 Tiefe, Station 4 Oberfläche und Weg querab 2 innerhalb 6 Tagen. Die Probe 3a reduzierte, säuerte und koagulierte die Lackmusmilch innerhalb von 24 Stunden.

Fahrt 7 am 6. 3. 1934.

Die Proben wurden in der Zeit von 10½ Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 19000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

0 Uhr 00 Min.	bis 2 Uhr 20 Min.	240 s/l
2 „ 20 „	„ 4 „ 50 „	0 s/l
und ab 4 „ 50 „		240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme bei Kiel A, dem Bülk Mündung am nächsten gelegenen Entnahmeort, um 4 Uhr nachmittags, war der Verdünnungsgrad relativ groß, da mit einer Stärke von 240 s/l gepumpt wurde.

Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 9,8°, Wassertemperatur: 3,2—3,6°, Windrichtung: SW, Windstärke: 4—6, Niederschlag: 4 mm, Pegelstand in Bülk: 1,68.
- an 8 Tagen vorher: Anfangs östliche, später südliche bis westliche Winde von der Stärke 4—5. Niederschlag 7 mm. Lufttemperaturen zwischen 1,8 und 7,3°.

Reaktion des Wassers: nicht gemessen.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 7 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß die Keimzahlen für die in der reinen Zone gelegenen Entnahmeorte nördlich von Bülk Mündung von derselben Größenordnung sind, wie die bei der vorigen Fahrt 6 ermittelten Keimzahlen. Der Keimgehalt schwankt für die Oberflächenproben zwischen 20 und 65 im ccm und für die Tiefenproben zwischen 5 und 25 im ccm. Da zur Zeit der Probenahme gerade Schießübungen bei Bülk abgehalten wurden, konnten in der Nähe von Bülk Mündung keine Proben genommen

werden. Lediglich an einer nordöstlich von Kiel A, als „Einfahrt“ bezeichneten Stelle wurde eine Probe geschöpft und deren Keimgehalt mit 3000 im ccm an der Oberfläche und mit 3500 in der Tiefe bestimmt. Diese Zahlen sind bedeutend höher im Verhältnis zu den übrigen Keimzahlen bei dieser Fahrt und lassen wiederum deutlich den Einfluß des Abwassers, das durch die westlichen Winde nach Osten abgetrieben wird, erkennen.

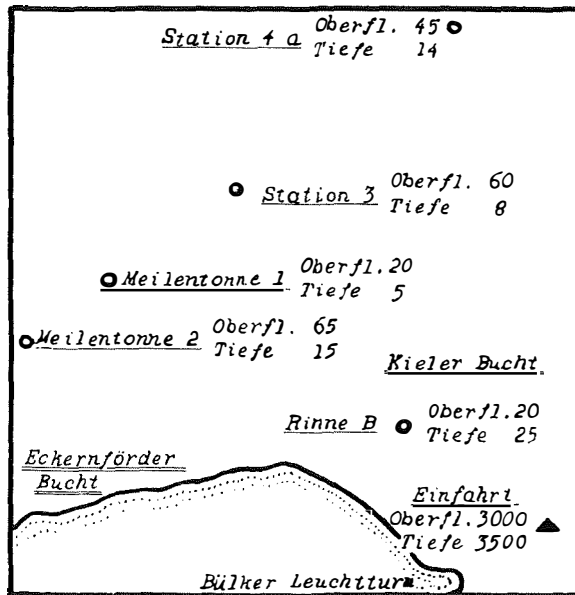


Tabelle 7: Der Keimgehalt in der Kieler und Eckernförder Bucht am 6. 3. 1934.

Die Refraktometerwerte zeigen wiederum geringe Schwankungen und liegen auch im Verhältnis zu den Ergebnissen in den Sommermonaten höher, und zwar zwischen 25,2 und 26,5 an der Oberfläche und zwischen 25,4 und 26,7 in der Tiefe, für die die Werte im Verhältnis zu den entsprechenden Oberflächenproben höher sind.

Der Chlorgehalt wurde nur von den Tiefenproben Station 3, Station 4 und Meilentonne 1 bestimmt und liegt zwischen 12300 und 12700 mg/l, die entsprechenden Werte für den Abdampfrückstand liegen zwischen 2,5804 und 2,8213 g für 100 ccm Wasser.

Für den fixierten Sauerstoff wurden wiederum höhere Werte und zwar zwischen 11,59 und 15,3 mg/l gefunden. Die Sauerstoffzehrung betrug für Station 4a 1,14, für Meilentonne 1 1,57 und für Einfahrt 3,81(!) mg/l. Von Tiefenproben wurde kein Sauerstoff bestimmt.

Ammoniak wurde nirgends nachgewiesen, NO_2 fand sich überall in Spuren. Auf NO_3 wurde nicht geprüft.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 1—2 Tagen reduziert. Koagulation fand sich bei Probe Einfahrt innerhalb von 2 Tagen, bei den übrigen Proben nach 6 bzw. 14 Tagen. Gesäuert wurde die Lackmusmilch von den Proben Einfahrt, Rinne B Tiefe und Meilentonne 1 Oberfläche. Es ist ersichtlich, daß die Probe Einfahrt mit dem höchsten Keimgehalt die Lackmusmilch am schnellsten veränderte.

Im Anschluß an diese Ergebnisse sei kurz auf die Ergebnisse der Untersuchungen von KLIE eingegangen. KLIE führte im März 1933 in der Kieler Bucht 2 Fahrten aus und machte neben anderen, hier nicht interessierenden Versuchen auch Keimzählungen, auf die kurz eingegangen werden soll.

Ergebnisse der Fahrt am 17. 3. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 11 Uhr vormittags bis 3 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 17500 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

3 Uhr 20 Min. bis 4 Uhr 30 Min.	0 s/l
4 „ 30 „ „ 5 „ 20 „	240 s/l
5 „ 20 „ „ 9 „ 30 „	480 s/l
und ab 9 „ 30 „	240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Die Witterungsverhältnisse waren:

Lufttemperatur: nicht gemessen, Wassertemperatur: 7—9°, Windrichtung: SW, Windstärke: 5—7, bewölkt, teilweise Regenschauer.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,4 und 7,6.

KLIE ermittelte einen Keimgehalt für

	an der Oberfläche	in der Tiefe
Meilentonne 2	4	— im ccm
„ 1	10	4 „
Stoller Grund Nord	7	8 „
Bake querab 1 Nord	7	3 „

Diese Keimzahlen geben den Keimgehalt des reinen Ostseewassers an und liegen noch niedriger als die von mir 1 Jahr später bestimmten Zahlen. Von Schönberg Bake querab 1 wurde Kurs gegen den Wind auf Bülk genommen und ca. alle 2 km eine Probe entnommen. Die Keimzahlbestimmung ergab

	an der Oberfläche	in der Tiefe
für die 1. Station	110	— im ccm
„ „ 2. „	1200	1600 „
„ „ 3. „	—	2200 „
„ „ 4. „	2000	3000 „
„ „ 5. „	4000	4000 „

Diese Zahlen zeigen 1., daß die Keimzahlen für die östlich von Bülk Mündung gelegenen, der Verunreinigung durch die westlichen Winde ausgesetzten Stationen bedeutend höher sind und 2., daß mit zunehmender Entfernung von Bülk Mündung die Keimzahlen konstant abnehmen. In diesem Falle kann eine Verschmutzung des Wassers bis ca. 2 km vor Bake querab 1, d. h. bis 8 km östlich von Bülk festgestellt werden. Es mag noch erwähnt sein, daß 1 ccm sämtlicher Proben, die auf dem Kurs Bake—Bülk genommen wurden, bei 37° deutlich Indol bildeten.

Ergebnisse der Fahrt am 28. 3. 1933.

Die Proben wurden in der Zeit von 9½ Uhr vormittags bis 1 Uhr nachmittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 18000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

1 Uhr 20 Min. bis 6 Uhr 30 Min.	0 s/l
und ab 6 „ 30 „ „	240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Die Witterungsverhältnisse waren

- a) zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 27°, Wassertemperatur: 20,5°, Windrichtung: NO, Windstärke: 1—2, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 2,12.
- b) an 8 Tagen vorher: Anfangs wechselnde Winde von der Stärke 2—4, später Winde aus NO von der Stärke 3—4. Lufttemperaturen zwischen 22,6 und 26,5°. Keine Niederschläge. Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H -Werte zwischen 7,23 und 7,58.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 8 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

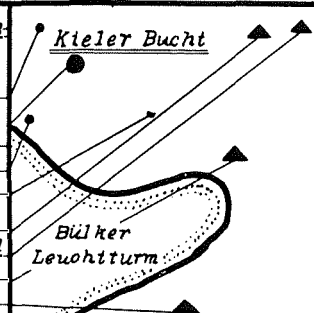
<u>Oberfläche</u>	<u>Tiefe</u>	<u>Entnahmest.</u>	
700000	200000	1 d	
8000000	6000000	Bülk Mündg.	
500000		2 e	
100000		2 c	
600000	25000	3 a	
3000	12000	Boje 1	
30000		3 b	
400		4 b	

Tabelle 8: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht bei Bülk am 23. 7. 1934.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß die Wasserprobe Bülk Mündung an der Oberfläche 8000000 und in der Tiefe 6000000 Keime im ccm enthält. Diese Zahlen sind von derselben Größenordnung wie die bei der 3. Fahrt gefundenen und zeigen, daß auch in diesem Falle der Verdünnungsgrad sehr gering ist. Auch die Entnahmestellen im 300-m-Kreis weisen einen erhöhten Keimgehalt auf. Die Zahlen liegen für die Oberflächenproben zwischen 100000 und 700000 Keimen im ccm. In einer Tiefenprobe wurden 200000 Keime im ccm gefunden. Eine grobe Verunreinigung läßt sich noch 400 m östlich bis 3a mit einem Keimgehalt von 600000 im ccm an der Oberfläche feststellen, 100 m weiter östlich bei Boje 1 beträgt der Keimgehalt dagegen nur noch 30000 im ccm. Einen geringeren Keimgehalt weist der südlicher gelegene Entnahmestellenort 3b mit nur 3000 Keimen im ccm auf und einen noch niedrigeren Keimgehalt der im Schutze der kleinen Halbinsel gegen die NO-Winde gelegene Entnahmestellenort 4b mit nur 400 Keimen im ccm an der Oberfläche. Da von entfernteren Stellen aus technischen Gründen keine Proben genommen werden konnten, können über die Wirkung des Windes keine weiteren Schlüsse gezogen werden. Aber es ist ersichtlich, daß bei NO-Winden mindestens in einem Umkreis von 500 m sich eine Verunreinigung nachweisen läßt.

Chlorbestimmungen wurden nicht gemacht. Die Refraktometerwerte liegen für die Oberflächenproben zwischen 19,55 (Bülk Mündung) und 22,1 (Boje 1) und für die Tiefenproben zwischen 22,1 und 22,4. Für Bülk Mündung wurde der Sauerstoffgehalt mit 3,01 mg/l und für Boje 1 mit 12,19 mg/l gefunden. Nach 48 Std. bei 22° ließ sich bei der Probe Bülk Mündung kein Sauerstoff mehr nachweisen, die Zehrung für Boje 1 betrug 2,07 mg/l.

Ammoniak wurde deutlich nachgewiesen bei Bülk Mündung, 1d, 2c, 2e und 3a (hier nur in der Oberflächenprobe). Außer bei Bülk Mündung wurde NO_2 und NO_3 überall in Spuren nachgewiesen.

Lackmusmilch wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 1—2 Tagen reduziert, gesäuert und koaguliert. Säuerung wurde stets nach 24 Std. beobachtet.

Indol wurde von 1 ccm sämtlicher Proben bei 37° und 45° gebildet innerhalb von 24 Std. Eine Ausnahme machte 4b, bei der sich bei 45° kein Wachstum zeigte. In KNO_3 -Bouillon wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 24 Std. bei 30° stark NO_2 gebildet.

9. Fahrt am 21. 8. 1934.

Die Proben wurden in der Zeit von $9\frac{1}{2}$ bis $10\frac{1}{2}$ Uhr vormittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 16000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

1 Uhr 00 Min. bis 6 Uhr 20 Min.	0 s/l
6 „ 20 „ „ 9 „ 50 „	240 s/l
und ab 9 „ 50 „	0 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme bei Bülk Mündung, um $10\frac{1}{2}$ Uhr vormittags, war der Verdünnungsgrad sehr groß, da seit 40 Min. keine Abwässer eingeleitet wurden.

Die Witterungsverhältnisse waren

- a) zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: $21,4^\circ$, Wassertemperatur: $16,5^\circ$, Windrichtung: WSW, Windstärke: 3, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 1,46.
- b) an 8 Tagen vorher: Winde aus westlichen Richtungen von der Stärke 3—6, Lufttemperaturen zwischen 19 und 20° . Niederschlag 1,6 mm.

Reaktion des Wassers alkalisch, pH -Werte zwischen 7,29 und 7,62.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 9 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

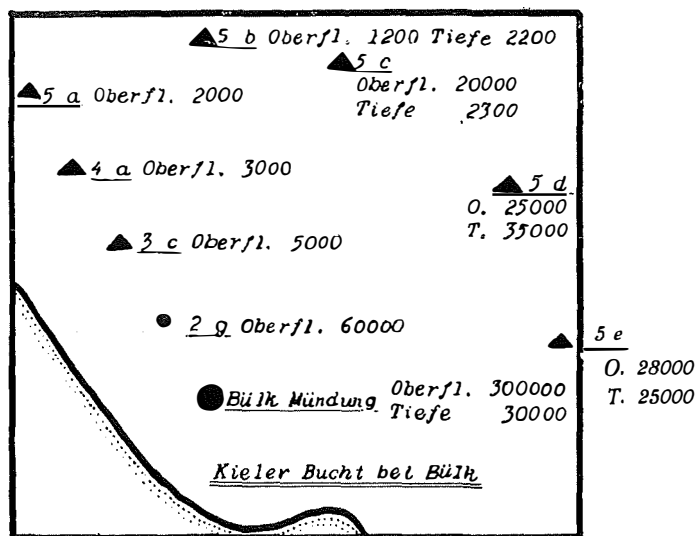


Tabelle 9: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht bei Bülk am 21. 8. 1934.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß infolge des hohen Verdünnungsgrades (s. S. 103) bei Bülk Mündung der Keimgehalt verhältnismäßig niedrig ist; er beträgt für die Oberflächenprobe 300000 im ccm und für die Tiefenprobe 30000 im ccm. Die einzige aus dem 300 m-Kreis untersuchte Probe 2 g nordwestlich von Bülk Mündung enthält 60000 Keime im ccm und es ist ersichtlich, daß bei den weiter nordwestlich gelegenen Entnahmeorten 3c, 4a und 5a der Keimgehalt konstant abnimmt, was auf eine Verdünnung der Abwässer hindeutet. Der nördlichste Entnahmeort 5b enthält in der Oberflächenprobe nur 1200 und in der Tiefenprobe 2200 Keime im ccm. Die nordöstlich und östlich gelegenen Entnahmeorte weisen wiederum einen erhöhten Keimgehalt auf von 20000—28000 im ccm an der Oberfläche und 2300—35000 im ccm in der Tiefe. Es ist also auch hier deutlich die Wirkung der westlichen Winde zu erkennen. In weiteren Entfernungen konnten keine Proben genommen werden, da bei Bülk Schießübungen stattfanden und die Fahrt vorzeitig abgebrochen werden mußte.

Für 5a wurde ein Chlorgehalt von 9372 mg/l ermittelt. Die Refraktometerwerte liegen für die Oberflächenproben zwischen 22,1 (Bülk Mündung) und 22,85 (5a) und für die Tiefenproben mit den stets höheren Werten zwischen 22,15 (Bülk Mündung) und 22,78 (5c und 5d). Für Bülk Mündung wurde ein Sauerstoffgehalt von 6,6 mg/l und für 5e von 8,53 mg/l ermittelt. Nach 48 Std. bei 22° konnte bei der Probe Bülk Mündung kein Sauerstoff mehr nachgewiesen werden, die Zehrung für 5e betrug 1,75 mg/l.

Ammoniak wurde nur bei Bülk Mündung nachgewiesen, NO₂ fand sich überall in Spuren. Auf NO₃ wurde nicht geprüft.

Die Einwirkung auf Lackmusmilch wurde nur von den Proben Bülk Mündung, 5e und 5b geprüft. Die Probe Bülk Mündung reduzierte, säuerte und koagulierte die Lackmusmilch in 1—2 Tagen, Probe 5e nach 2—8 Tagen und 5b reduzierte nach 2 und säuerte nach 8 Tagen. Hier läßt sich eine gewisse Übereinstimmung mit dem Keimgehalt feststellen.

Mit Ausnahme von 5d wurde von 1 und $\frac{1}{10}$ ccm sämtlicher anderer Proben innerhalb von 1—3 Tagen Indol bei 37° gebildet. Sämtliche Proben reduzierten NO₃ zu NO₂ innerhalb von 24 Std.

Fahrt 10 am 5. 9. 1934.

Die Proben wurden in der Zeit von 8 $\frac{1}{2}$ bis 10 Uhr vormittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 16000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

3 Uhr 40 Min. bis 8 Uhr 00 Min.	0 s/l
ab 8 „ 00 „	240 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Zur Zeit der Probenahme war also der Verdünnungsgrad verhältnismäßig groß, da seit 4 $\frac{1}{2}$ Std. keine Abwässer eingeleitet wurden und gerade erst mit dem Pumpen begonnen wurde.


Die Witterungsverhältnisse waren

- zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 18°, Wassertemperatur: 16°, Windrichtung: O, Windstärke: 1—2, Niederschlag: keiner, Pegelstand in Bülk: 2,0.
- an 8 Tagen vorher: Südöstliche bis südwestliche Winde von der Stärke 1—6. Lufttemperaturen zwischen 16 und 22,7°. Niederschlag 26,2 mm.

Reaktion des Wassers: alkalisch, P_H-Werte zwischen 7,38 und 7,79.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 10 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.



Entnahmeort	Oberfläche	Tiefe
Kiel A I	1400	1000
5 e	1550	1500
Boje 1	1000	1500
3 a	8500	3500
2 h	12000	5000
Bülk Mündg.	260000	25000
2 g	60000	
7 c	500	

Tabelle 10: Der Keimgehalt in der Kieler Bucht bei Bülk am 5. 9. 1934.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß wiederum infolge des hohen Verdünnungsgrades die Keimzahlen für Bülk Mündung niedrig liegen, und zwar für die Oberflächenprobe mit 260000 und für die Tiefenprobe mit 25000 im ccm. Für den nordwestlich von Bülk Mündung gelegenen Entnahmeort 2g im 300 m-Kreis wurden ebenfalls wie bei Fahrt 9 60000 Keime im ccm gefunden. Für die auf dem Kurs Kiel A I—Bülk Mündung gelegenen Entnahmeorte zeigt sich deutlich, daß mit abnehmender Entfernung von Bülk Mündung der Keimgehalt größer wird; er liegt für die Oberflächenproben zwischen 550 und 12000 und für die Tiefenproben zwischen 500 und 5000 im ccm. Eine deutliche Verschmutzung läßt sich trotz der östlichen Winde bis 3a, d. h. 400 m östlich von Bülk nachweisen. Aber auch Kiel A I, 1 km östlich, muß noch als verunreinigt angesehen werden, denn eine Keimzahlbestimmung eines südlich gelegenen, bei den schwachen östlichen Winden sicher nicht verunreinigten Entnahmeortes 7c wurden nur 500 Keime im ccm gezählt. Es ist aber ersichtlich, daß genau wie bei Fahrt 8 gefunden wurde, bei schwachen Winden aus östlichen Richtungen sich mindestens eine Verunreinigung im Umkreis von 400 m nachweisen läßt.

Der Chlorgehalt wurde für Kiel A I und 2h mit 8875 mg/l bestimmt. Die Refraktometerwerte liegen für die Oberflächenproben zwischen 22,88 (Bülk Mündung) und 23,29 (5e) und für die Tiefenproben zwischen 23,22 (2g) und 23,36 (5e). Bei Bülk Mündung wurde ein Sauerstoffgehalt von 5,96 mg/l und bei Kiel A I von 13,48 mg/l ermittelt. Nach 48 Std. bei 22° ließ sich bei der Probe Bülk Mündung kein Sauerstoff mehr nachweisen, für die Probe Kiel A I betrug die Sauerstoffzehrung 0,99 mg/l. Die Bestimmung des Abdampfrückstandes ergab für Kiel A I 2,20 g für die Oberflächenprobe und 2,44 g für die Tiefenprobe.

Ammoniak wurde nur bei Bülk Mündung nachgewiesen. NO₂ und NO₃ wurden überall in Spuren gefunden.

Die Einwirkung auf Lackmusmilch wurde nicht geprüft. Indol wurde außer von Kiel A I und 5e von 1 ccm sämtlicher anderer Proben bei 37° nach 24 Std. gebildet, bei Bülk Mündung sogar noch von $\frac{1}{1000}$ ccm. Nitrat wurde von sämtlichen Proben innerhalb von 24 Std. zu Nitrit reduziert.

11. Fahrt am 13. 9. 1934.

Auf dieser Fahrt, die wie schon oben erwähnt, von Eckernförde nach Kiel ging, wurden nur Proben aus dem Eckernförder Hafen und der Eckernförder Bucht entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen seien nur vergleichshalber mitgeteilt, denn sie stehen sonst in keiner Beziehung zum Kernproblem dieser Arbeit.

Die Proben wurden in der Zeit von 1 bis 4 Uhr nachmittags genommen. Es herrschte NO-Wind von der Stärke 3—4. Luft- und Wassertemperaturen wurden nicht gemessen. Reaktion des Wassers alkalisch, P_H -Werte zwischen 7,27 und 7,63.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 11 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

Ent- nahme- ort	Ober- fläche	Tiefe
E 6	1300	
E 7	110	65
E 8	400	
E 5	1100	
E 2	10000	
E 1	30000	
E 3	1200	
E 4	1000	

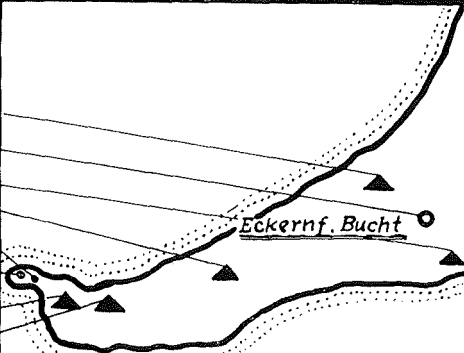


Tabelle 11: Der Keimgehalt in der Eckernförder Bucht am 13. 9. 1934.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß die höchsten Keimzahlen mit 30000 und 10000 im ccm im Hafen von Eckernförde gefunden wurden. Auch Eckernförde leitet, soweit ich in Erfahrung bringen konnte, seine Abwässer an verschiedenen Stellen in den Hafen, und es ist auch dort auf Grund der hohen Keimzahlen eine Verschmutzung des Hafenwassers festzustellen. Aber die Verunreinigung ist nicht so bedeutend, da ja hier geringere Abwassermengen eingeleitet werden. Für die an dem nördlichen Ufer gelegenen Entnahmeorte wurden Keimzahlen um 1000 im ccm ermittelt. Hier muß wohl eine Verunreinigung vom Ufer her angenommen werden, denn in der Mitte der Bucht wurden nur 110 Keime im ccm an der Oberfläche und 65 Keime im ccm in der Tiefe gefunden. Ein etwas höherer Keimgehalt wurde wiederum für den am südlichen Ufer der Bucht gelegenen Entnahmeort E8 mit 400 Keimen im ccm gefunden. Die bei E7 gefundenen Zahlen sind insofern zu beachten, als sie den Keimgehalt des reinen Wassers angeben und es ist ersichtlich, daß die in der Kieler Bucht gefundenen Keimzahlen bedeutend höher liegen! So wurde bei einer bei Kiel A genommenen Probe die Keimzahl mit 1320 an der Oberfläche und mit 1300 im ccm in der Tiefe bestimmt!

Die Refraktometerwerte liegen zwischen 22,2 (Hafen) und 23,15 für die Oberflächenproben. Für die Tiefenprobe von E7 ergab sich ein Wert von 23,55. Weitere Untersuchungen wurden nicht ausgeführt.

12. Fahrt am 25. 9. 1934.

Die Proben wurden in der Zeit von 10 bis 12½ Uhr vormittags genommen. Am Tage vor der Fahrt wurden 18000 cbm Abwasser eingeleitet. Am Tage der Fahrt selbst gelangten bei Bülk von

1 Uhr 40 Min. bis 4 Uhr 40 Min.	480 s/l
4 „ 40 „ „ 8 „ 30 „	240 s/l
und ab 8 „ 30 „	480 s/l

Abwasser in die Kieler Bucht.

Der Verdünnungsgrad war infolge der starken Zuleitung sehr gering.

Die Witterungsverhältnisse waren

- a) zur Zeit der Probenahme: Lufttemperatur: 17,7°, Wassertemperatur: 14°, Windrichtung: WNW, Windstärke: 5—6, Niederschlag: Regenschauer, Pegelstand in Bülk: 1,62.
- b) an 8 Tagen vorher: Winde aus südwestlichen Richtungen von der Stärke 2—7. Lufttemperaturen zwischen 15,6 u. 25°. Regnerisch.

Reaktion des Wassers: nicht geprüft.

Die Fahrt wurde in einem Fischkutter von Laboe aus angetreten und ging zunächst bis Bülk Mündung. Schon in der Mitte der Außenförde konnte ich einen übelriechenden Geruch, der sich mit zunehmender Annäherung nach Bülk beinahe bis zur Unerträglichkeit steigerte, wahrnehmen. Bei Bülk Mündung beobachtete ich, wie die grauen Abwassermassen ganz besonders stark herausquollen. In einem Umkreis von mehreren 100 m war das ganze Wasser mit einer grauen ölartigen Schicht bedeckt. In Richtung des Windes, also nach SSO zog sich ein breiter grauer Streifen schmutzigen Wassers hin, das infolge seiner fettigen Beschaffenheit die Oberfläche des Wassers glatt erschienen ließ, wie mit einer dünnen Ölschicht bedeckt. Der Streifen reichte so weit ich zu sehen vermochte. Nachdem nun zunächst Proben im Bülker Gebiet genommen waren, wurde auf diesem grauen Schmutzstreifen entlanggefahren in SSO-licher Richtung bis Kiel 3, wo wegen des starken Windes gedreht werden mußte, und Proben geschöpft. Dann wurde ein Haken gefahren nach Kiel C, wo auch eine Probe genommen wurde.

Ergebnisse der Untersuchungen.

Aus der Tabelle 12 sind die Werte für die gefundenen Keimzahlen zu ersehen.

1 a	Oberfl	300000	
	Bülk Mündung	Oberfl.	1750000
		Tiefe	300000
5 f	▲		
	Oberfl.	25000	
	Tiefe	25000	
	Station 2		
		Oberfl.	15000
		Tiefe	20000
		Kiel 3 ▲	
		O.	12000
		T.	12000
<u>Kieler Aussenförde</u>			
●	Kiel C	Oberfl.	600
		Tiefe	160

Tabelle 12: Der Keimgehalt in der Kieler Außenförde am 25. 9. 1934.

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß der Keimgehalt infolge des geringen Verdünnungsgrades für Bülk Mündung sehr hoch liegt, und zwar mit 1750000 Keimen im ccm an der Oberfläche und mit 300000 im ccm in der Tiefe. Für den nördlich gelegenen Entnahmeort 1a im 300 m-Kreis wurden 300000 Keime im ccm in der Oberflächenprobe gezählt. Für die Entnahmeorte auf dem Kurs Bülk Mündung—Kiel 3 in Verfolgung des grauen Schmutzstreifens, liegen die Keimzahlen zwischen 25000 und 12000 im ccm für die Oberflächenproben und Tiefenproben. Es ist aber deutlich die Abnahme des Keimgehaltes mit zunehmender Entfernung von Bülk zu erkennen. Diese Tatsache ist auf Grund der früheren Unter-

suchungen weiter nicht verwunderlich, bedeutend mehr dagegen die Tatsache, daß bei Kiel C, dem südlich des Schmutzstreifens gelegenen und der Verunreinigung nicht ausgesetzten Entnahmeort, nur 600 Keime im ccm in der Oberflächenprobe und nur 160 Keime im ccm in der Tiefenprobe gefunden wurden!! Auf Grund dieser

Tatsache läßt sich keinesfalls die verschmutzende Wirkung der Abwässer in der Kieler Bucht verleugnen!

Es finden sich also wiederum die im Sommer 1933 gemachten Feststellungen bestätigt, daß eine Verschmutzung der Kieler Bucht durch die Abwassermassen sich bei westlichen Winden kilometerweit, in diesem Falle mindestens 4 km, in östlichen Richtungen bemerkbar macht!

Außer von der Probe Kiel C wurde Lackmusmilch von sämtlichen Proben innerhalb von 2 Tagen reduziert, gesäuert und koaguliert, wurde Indol von 1 und $\frac{1}{10}$ ccm bei 37° in 24 Std. gebildet und wurde in Chinablaumilchzuckeragar (als Schüttelkultur) innerhalb 24 Std. Säure und Gas gebildet!

Die Refraktometerwerte liegen für die Oberflächenproben zwischen 22,9 (Bülk Mündung) und 24,1 (Kiel C) und für die Tiefenproben zwischen 23,3 und 24,15.

Zusammenstellung der in der 3. Versuchsreihe ermittelten Ergebnisse.

Die nachfolgende Tabelle C bringt eine Zusammenstellung der Ergebnisse der 3. Versuchsreihe.

Tabelle C.

		Fahrt 8	Fahrt 9	Fahrt 10	Fahrt 12	Fahrt 11
Keimzahlen für Bülk Mündung	O.	8000000	300000	260000	1750000	
	T.	6000000	30000	25000	300000	
Keimzahlen im 300 m-Kreis	O.	bis 700000	60000	60000	300000	
	T.	200000	—	—	—	
Keimzahlen in der verschmutzt. Zone	O.	bis 600000	20000 bis 28000	550 bis 12000	12000 bis 25000	10000 bis 30000
	T.	bis 25000	2300 bis 35000	500 bis 5000	12000 bis 25000	(Eckernförde)
Keimzahlen des reinen Wassers	O.	400	1200	500	600	110
	T.	—	2200	—	160	65
Abdampf- rückstand	O.	—	—	2,20	—	—
	T.	—	—	2,44	—	—
Chlorgehalt	O.	—	9372	8875	—	—
Refraktometer- werte	O.	19,55—22,1	22,1—22,85	22,88—23,29	22,9—24,1	
	T.	22,1—22,4	22,1—22,78	23,22—23,36	23,3—24,15	—
Sauerstoffgehalt	O.	3,01—12,19	6,6—8,53	5,96—13,48	—	—

Die Betrachtung der Tabelle zeigt, daß je nach dem Verdünnungsgrad die Keimzahlen für Bülk Mündung zwischen 25000 und 8000000 im ccm, für den 300 m-Kreis zwischen 60000 und 700000 im ccm und für die Verschmutzungszone zwischen 2300 und 600000 im ccm liegen. Auch auf Grund dieser Ergebnisse ist die verunreinigende Einwirkung der bei Bülk eingeleiteten Abwässer zu erkennen und die bei der 1. Versuchsreihe gemachten Beobachtungen werden durch die Untersuchungsergebnisse dieser Versuchsreihe vollkommen bestätigt. Bei 3 Fahrten, die sich nur auf das Bülker Gebiet

beschränkten, konnte 2mal bei östlichen Winden eine Verunreinigung bis mindestens 400 m bzw. 500 m östlich von Bülk und einmal bei westlichen Winden bis mindestens 800 m östlich von Bülk deutlich nachgewiesen werden. Bei einer 4. Fahrt von Bülk nach Kiel 3 wurde eine Verunreinigung bis mindestens Kiel 3, d. h. 4 km östlich von Bülk bei westlichen Winden festgestellt. Die Schlußfolgerungen, die aus diesen Ergebnissen zu ziehen sind, werden zusammen mit den Ergebnissen der anderen Versuchsreihen anschließend besprochen. Die für reines Ostseewasser gefundenen Keimzahlen liegen zwischen 160 und 2200 im ccm.

Für den Chlorgehalt, die Refraktometerwerte und den Sauerstoffgehalt gilt daselbe, was auch bei den anderen Versuchsreihen festgestellt wurde.

Zusammenfassung, Kritik und Schlußfolgerungen.

Je nach der Menge der eingeleiteten Abwassermassen und je nach der Jahreszeit wurden gefunden in 1 ccm Wasser aus

Bülk Mündung	25000—22000000	Keime
dem 300 m-Kreis. . . .	50000— 4000000	„
der Verschmutzungszone	700— 600000	„
dem reinen Wasser . . .	5— 17000	„

Zum Vergleich mögen zunächst die von FISCHER (2) 1896 im Kieler Hafen gefundenen Keimzahlen angeführt sein. FISCHER fand im Wasser des Kieler Hafens, der zur Zeit seiner Untersuchungen von allen Seiten durch Abwässer stark verunreinigt war, Keimzahlen bis zu 2200000 im ccm direkt an den Sielmündungen (sogar bis zu 9000000 Keimen bei den Abwässern des Schlachthofes), 3000 bis 655000 im ccm zwischen den einzelnen Sielmündungen (entsprechend dem 300 m-Kreis), 3000 bis 240000 im ccm in der Mittellinie des Binnenhafens, 4000 bis 8000000 im ccm am stark verunreinigten Westufer des Handelshafens und 6000 bis 1210000 im ccm im Kriegshafen. Im weiter nördlich gelegenen Außenhafen fand FISCHER einen weit niedrigeren Keimgehalt von 30 bis 40000 im ccm und in der Kieler Außenförde nur noch 270 bis 2000 im ccm. Die bei meinen Untersuchungen ermittelten Keimzahlen stimmen mit einer Ausnahme (bei der 4. Fahrt 22000000) im wesentlichen mit den von FISCHER gefundenen überein und besagen, daß eine nicht unerhebliche Verschmutzung der Kieler Bucht und der Kieler Außenförde durch die bei Bülk eingeleiteten städtischen Abwässer erfolgt.

Wie nun die Verhältnisse in bezug auf den Keimgehalt heute im Kieler Hafen liegen, zeigen meine Untersuchungen, die ich im Rahmen einer bakteriologischen Arbeit über den „Kleinen Kiel“ im Januar 1933 ausführte. Die Keimzahlen schwankten zwischen 300 und 40000 im ccm und es ließ sich eine konstante Abnahme von der „Hörn“, dem südlichen Teile des Kieler Hafens, nach Norden zu feststellen. Von der Seegartenbrücke ab lagen die Keimzahlen um 1000 im ccm und sind ungefähr von der Größenordnung der Keimzahlen, wie sie für die Verschmutzungszone um Bülk herum im Winter 1933/34 gefunden wurden. Diese Verschmutzung des Kieler Hafens dürfte aber nicht auf die bei Bülk eingeleiteten Abwässer zurückzuführen sein, vielmehr schei-

nen hier andere Faktoren für die Verschmutzung verantwortlich zu sein (dauernde Bewegung des Wassers durch die Schifffahrt, bewohnte und mit Werften bebaute Ufer u. a.).

Im Anschluß hieran seien zum Vergleich noch kurz andere Ergebnisse von bakteriologischen Keimzahlbestimmungen in durch Schmutzwässer verunreinigten Häfen angeführt. WILHELMI fand bei seinen Untersuchungen in Stralsund in der Nähe der Kloakenmündung 733000, 500 m weiter 34000 und 1 km weiter nur noch 1140 Keime im ccm bei Winden von Land her und in einer Entfernung von 500 m von der Kloakenmündung bei Winden von See her nur 2250 bzw. 4200 Keime im ccm. Es ist also auch hier ersichtlich, daß Winde von See her eine Verbreitung der Abwässer nach See zu verhindern. Dr. G. ALESSI bestimmte den Keimgehalt des verschmutzten Wassers im Hafen von Palermo mit 218891—2863 Keimen im ccm. Bei den höchsten Temperaturen im Sommer wurden auch die höchsten Keimzahlen gefunden. Mit zunehmender Entfernung von der Kloakenmündung nahm auch hier der Keimgehalt ab, aber die Reinigung war in einer Entfernung von 750 m von der Sielmündung noch nicht vollständig. Noch ungünstiger lagen die Verhältnisse im Golfe von Neapel, wo DE GIAXA (6) beobachtete, daß der in 50 m von der Einmündung der Neapeler Schmutzkanäle mehrere hunderttausend Keime betragende Bakteriengehalt in 350 m Entfernung noch 26000 betrug, 3 km entfernt vom Ufer aber unter 100 im ccm herabging. Einen bedeutend weniger ungünstigen Einfluß müssen die Abwässer im Hafen und Golfe von Oran ausgeübt haben. Während der von CASSEDEBAT (7) in der nächsten Nähe der Mündungssiele ermittelte Keimgehalt oft so hoch war, daß wegen der großen Menge der Bakterienkolonien und der zahlreichen verflüssigenden unter ihnen eine Zählung nicht möglich machte, wurden in einer Entfernung von noch nicht 200 m nur noch weniger als 100 Keime im ccm gefunden. In 5—70 m Entfernung betrug der Keimgehalt 2000—4800, in mehr als 250 m nur noch 9—63 Keime im ccm. CASSEDEBAT sucht die rasche Verminderung des Keimgehaltes durch die bakterienvernichtende Wirkung des Meerwassers zu erklären, konnte aber seine Ansicht durch Laboratoriumsversuche nicht beweisen. Nur den Typhusbazillus fand er im sterilisierten Meerwasser nach 24—48 Std., den Choleraerreger dagegen erst nach 35 Tagen und andere pathogene Keime nach 19—25 Tagen nicht mehr lebensfähig. FISCHER versuchte die rasche Verminderung des Keimgehaltes einmal auf die Verdünnung mit Meerwasser und andererseits auf die in den Tropen besonders starke Lichtwirkung zurückzuführen.

Die von FISCHER (2) 1894/95 im verschmutzten Flensburger Hafen gefundenen Keimzahlen liegen zwischen 400 und 320400 im ccm. In der Tiefe waren die Keimzahlen stets und meistens bedeutend niedriger als an der Oberfläche. Es ließ sich auch hier eine deutliche Abnahme des Keimgehaltes mit zunehmender Entfernung von der Kloakenmündung nachweisen. Bestimmte Beziehungen zu den Strömungen ließen sich aus den nur wenigen Untersuchungen nicht feststellen.

Die bei meinen Untersuchungen gefundenen Keimzahlen für Entnahmeorte aus Gebieten, die durch die Abwässer nicht verunreinigt sind, liegen je nach der Jahreszeit zwischen 5 und 17000 im ccm. Die von FISCHER für „reines Meerwasser“ geforderte Höchstkeimzahl von 500 im ccm wird zwar meistens überschritten; aber es mag erwähnt sein, daß FISCHER auf Grund seiner Untersuchungen des Wassers des freien Ozeans (22) diese Höchstkeimzahl festgelegt hat und daher für die im Verhältnis sehr

viel kleinere Kieler Bucht nicht zutreffen dürften. BASSENGE (23) z. B. fand im Sommer 1894

	an der Oberfläche	in der Tiefe
in der Strander Bucht . . .	270—2000	6000—13000
in der Kieler Außenförde . . .	800—8000	500—14600
in der Ostsee	96— 746	2000—10000

Keime im ccm, also in der Tiefe stets höhere Keimzahlen. Auch bei meinen Untersuchungen wurden gelegentlich bedeutend höhere Keimzahlen in den Tiefenproben gegenüber den Oberflächenproben gefunden, so bei Fahrt 1: Kiel B, Fahrt 2: Mitte Bank, Kiel 3 und Kiel 2, Fahrt 3: Kiel A, Scheunen querab 1 und 2, Fahrt 4: Mitte Bank, Stoller Grund West, Feuerschiff und Bake querab 1. Es ist möglich, daß diese hohen Keimzahlen durch zum Sedimentieren gelangte Abwasserbestandteile verursacht werden, wie ich es schon verschiedentlich erwähnt habe. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, daß der hohe Keimgehalt durch in Fäulnis befindliches Seegrass usw. in den sogenannten toten Gründen des westlichen Teiles der Ostsee bedingt ist. Inwieweit der eine oder andere Faktor mitspielt, kann nicht gesagt werden. Auffällig ist allerdings, daß die höheren Tiefenkeimzahlen nur bei Entnahmeorten mit großen Tiefen gefunden wurden. Ausnahmen machen Mitte Bank, Scheunen querab 1 und 2 mit nur geringen Tiefen von 7—8 m. Hierhin könnten dann durch die Unterströmung (s. S.77) die Bakterien aus den toten Gründen gelangt sein. Vielleicht lassen sich auch durch diese Annahme die relativ sehr hohen Keimzahlen von Stoller Grund Nord bei den Fahrten 3 und 4 erklären. Für eine Klärung dieser Fragen müßten weitere Untersuchungen angestellt werden.

Das wesentliche Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen ist aber, daß eine beträchtliche Verunreinigung der Kieler Bucht und eines Teiles der Kieler Förde durch die bei Bülk eingeleiteten städtischen Abwässer erfolgt. Die Stärke der Verunreinigung richtet sich nach den gerade zur Zeit anfallenden Abwassermengen und die Größe der Ausdehnung der Verschmutzung ist abhängig von den zur Zeit herrschenden Winden. Es muß auf die große Gefahr der Abwassereinleitung bei Bülk hingewiesen werden. Nicht unmöglich ist es, daß mit den Schwebestoffen des Abwassers, wie etwa fetthaltige Substanzen oder Papierfasern und andere faserige Bestandteile, möglicherweise vorhandene pathogene Keime weit mit verschleppt werden können. Die Verhältnisse bezüglich der Verschmutzung des Wassers liegen ähnlich, wie sie FISCHER (2) bereits in den Jahren 1892 bis 1895 im Kieler Hafen feststellte, hinzu kommt nur noch, daß die an Fläche bedeutend umfangreichere Kieler Bucht der Einwirkung der Abwässer und somit einer flächenmäßig größeren Verschmutzung ausgesetzt ist. Es ist schon richtig, wenn von Fachleuten immer wieder betont wird, daß die ganze Ostsee zur Verdünnung und Aufnahme der Abwässer bereitstehe und somit die Einleitung in die Bucht gerechtfertigt sei. Eins aber scheint dabei vergessen zu sein, und das ist letzten Endes der wichtigste Punkt, daß mit den Abwässern unzählige pathogene Keime in das Wasser gelangen können, und sich auch im salzhaltigen Wasser längere Zeit lebensfähig erhalten können. So stellte DE GIAXA (6) Untersuchungen über das Vorkommen und die Lebensfähigkeit verschiedener, auch pathogener Keime, die den in das Meer mündenden Kloaken im Golfe von Neapel entstammten, an. DE GIAXA

zeigte, daß Milzbrand und Choleraerreger den gewöhnlichen Fäulnisbakterien wenig Widerstand entgegensetzten, mehr aber z. B. Bakt. typhi und Staphylococcus pyogenes aureus, die sich im nicht sterilisierten Meerwasser noch nach 9 bzw. 5 Tagen nachweisen ließen. Die genannten Bakterien sind also einerseits anderen Arten gegenüber konkurrenzfähig und andererseits während einer kürzeren oder längeren Zeit im salzhaltigen Wasser lebensfähig. Die gleichen Ergebnisse sind auch von anderen Forschern, z. B. KORINEK (24) gefunden worden.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sollte man dem Problem der Abwässerbeseitigung in Kiel noch weitere Beachtung schenken und zu verhindern suchen, daß eine so umfangreiche Verschmutzung des Wassers der Kieler Bucht und eines Teiles der Kieler Förde vermieden wird. Das Dazwischenschalten einer gut arbeitenden Kläranlage, etwa am Fuhlensee, würde zur Verbesserung der heutigen Zustände wesentlich beitragen.

E. Isolierung und Bestimmung einiger Bakterienstämme aus dem Wasser der Kieler Bucht und der Kieler Förde.

Die zweite Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, einige Bakterienstämme aus dem Wasser der Kieler Bucht und der Kieler Förde zu untersuchen. Es wurden daher aus den Wasserproben Stämme isoliert, und zwar wurden sie von den zur Keimzahlbestimmung angelegten Platten zur näheren Untersuchung abgeimpft. Gelegentlich wurden auch aus den Milchzuckerbouillon- und Milchanreicherungen Stämme isoliert. Eine Anreicherung in Würze diente zum Auffinden eventuell vorhandener Hefen und Schimmelpilze. Die isolierten Stämme wurden in möglichst kurzer Zeit mittels Plattenverfahren (mindestens 3malige Passage) rein gezüchtet und auf folgende Eigenschaften geprüft:

- A. Morphologisch: Form und Beweglichkeit im Federstrich, Begeißelung (Geißelfärbung nach GRAY)¹⁾, Farbstoffbildung.
- B. Physiologisch: Gelatineverflüssigung (Gelatinstich bei 22°), Indolbildung in Trypsinbouillon bei 37°, Nitratreduktion in Nitratbouillon, Säure- und Gasbildung in Chinablautraubenzucker- und Milchzuckeragar als Schüttelkultur, Verhalten in Lackmusmilch.

Die Bestimmung der Bakterienflora kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, denn es ist unwahrscheinlich, daß alle verschiedenen Arten zur Untersuchung gelangten. Außerdem wächst auf den benutzten Nährböden eine große Anzahl von Stämmen nicht an. Auch konnte beobachtet werden, daß anfangs angewachsene Stämme im Verlauf der Untersuchungen, meistens schon bei der Reinzucht, eingingen. Andererseits wurden, wie schon früher erwähnt, Agarersetzer, Anaerobier und Zellolosebakterien nicht genauer untersucht und bestimmt, desgleichen wurden Schwefel-

¹⁾ Die Geißelfärbung nach GRAY wurde etwas abgeändert, und zwar wurde sowohl die Zeit für das Beizen als auch die Zeit für das Färben von 10 Minuten auf 13 Minuten erhöht. Durch diese Verlängerung der Einwirkungszeit wurden bessere Bilder erzielt.

und Eisenbakterien nicht berücksichtigt. Die gefundenen Ergebnisse sind somit nur als ein Beitrag zur Mikroorganismenflora des Wassers der Kieler Bucht und der Kieler Förde zu werten.

Im Verlauf der Untersuchungen wurden 170 Stämme isoliert und geprüft. Von einer Namengebung, etwa auf Grund der Systematiken von LEHMANN und NEUMANN (26) oder BERGEY (27) wurde abgesehen. Die isolierten Stämme wurden auf Grund ihrer morphologischen und physiologischen Eigenschaften in größere Gruppen eingeteilt, und es wurde gelegentlich auf verwandtschaftliche Beziehungen zu bestimmten Bakteriengruppen hingewiesen.

Vorherrschend konnten in den einzelnen Wasserproben fluoreszierende und farbstoffbildende Bakterien festgestellt werden. Fluoreszenten wurden in jeder Wasserprobe gefunden. Die angewachsenen Kolonien zeigten mehr oder weniger starke Fluoreszenz. Bisweilen wurde neben dem fluoreszierenden Farbstoff noch ein blaugrüner Farbstoff gebildet, der in den Agar hineindiffundierte. Von diesen Kolonien wurden Reinzüchtungen gemacht und es konnte aus Bouillonanreicherungen, die einen stark fluoreszierenden blaugrünen Farbstoff zeigten, mittels Chloroform der blaugrüne Farbstoff, das Pyocyanin, ausgeschüttelt werden. Gelatine wurde von diesen Stämmen unter Bildung eines stark blaugrünen Farbstoffes schnell verflüssigt. Milch wurde stark peptonisiert, wobei die abgebaute Milch ebenfalls eine stark blaugrüne Farbe annahm. Das Bakt. pyocyanum ist also im untersuchten Wasser vorhanden und wurde häufig im verschmutzten, seltener im reinen Wasser angetroffen.

Von den farbstoffbildenden Arten wurden die grünlichgelb bis goldgelb wachsenden Stämme am häufigsten angetroffen. Auch SNOW und FRED (28) fanden bei Untersuchungen über die Bakterienflora des Sees Mendota, daß unter den farbstoffbildenden Arten diejenigen mit verschieden gelblicher Färbung vorherrschten. Aus den wenigen Angaben, die über die gefundenen Arten von den Autoren gemacht werden, ist nicht ersichtlich, ob es sich etwa um dieselben Stämme handelt, die von mir gefunden wurden. Auch OTTO und NEUMANN (29) fanden im Wasser des Atlantischen Ozeans gelblich wachsende, die Gelatine nicht verflüssigende Stäbchen. Weitere Angaben werden nicht gemacht. Auch die von mir isolierten Stämme griffen sämtlich die Gelatine nicht an und waren teils beweglich und teils unbeweglich. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die von mir gefundenen verschiedenen Arten, die als Gruppe „Gelb wachsende Stämme“ zusammengefaßt wurden:

Gelb wachsende Stämme.

Bewegung	Geißeln	Traubenzucker	Milchzucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ ⁻ Red.	Indol	Stamm
				S	K	P	R				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F 1
-	-	sauer	-	-	-	-	-	-	-	-	F 2
-	-	sauer	-	-	-	-	+	-	-	-	F 3
+	1 pol	sauer	-	-	-	-	-	-	-	-	F 4

Anmerkung: Es bedeuten in dieser wie auch in den folgenden Tabellen bei „Lackmusmilch“ die Buchstaben S = Säuerung, K = Koagulation, P = Peptonisation, R = Reduktion, pol = polar, per = peritrich.

Die gelb wachsenden Stämme wurden fast ausschließlich im verunreinigten Wasser gefunden, und zwar sowohl im Sommer als auch im Winter und sind somit als typische Schmutzwasserarten anzusehen. Nur ein Stamm, F 1, wurde aus reinem Wasser isoliert. Stamm F 2 bildete einen zitronengelben, F 3 einen gelblichbräunlichen und F 4 einen blaßgelben Farbstoff. Die Zellen waren schlank und von mittlerer Länge. Kettenbildung wurde nicht beobachtet.

Neben diesen gelb wachsenden Stämmen wurde sehr häufig ein Stäbchen gefunden, das einen zeitweise tiefvioletten, zeitweise einen etwas heller violetten Farbstoff bildete. Der gebildete Farbstoff diffundiert nicht in den Agar hinein. Die Kolonien der tiefvioletten Stämme waren glatt, glänzend und ein wenig erhaben mit glattem Rand. Die heller violetten Stämme zeigten eine glänzende, wenig gefaltete Oberfläche bei der Koloniebildung. Der Kolonierand war leicht gewellt. Sämtliche violetten Kolonien bildeten eine fest zusammenhängende kompakte Masse, die sich beim Abimpfen hautförmig vom Agar abheben ließ. Wachstum in Milch und Bouillon konnte nicht festgestellt werden. Die isolierten Stämme wurden immer von Agar auf Agar weiter geimpft. Hierbei zeigte sich, daß regelmäßig neben den violetten Kolonien auch weiße farblose Kolonien zur Entwicklung gelangten. Dieses könnte dadurch erklärt werden, daß die violetten Formen farblose Formen abspalten, was sehr wahrscheinlich ist, da das Auftreten farbloser Kolonien bei jeder neuen Überimpfung immer wieder beobachtet wurde. Gelatine wurde von sämtlichen violetten Stämmen nicht angegriffen. Die Stämme waren wenig widerstandsfähig, nach 10 bis 14 Tagen waren sie meistens abgestorben, so daß sie in Kultur nicht weiter gezüchtet wurden. Das Auftreten dieser Stämme scheint ganz periodisch zu sein. Während im Sommer 1933 sehr viele dieser Arten beobachtet wurden, besonders in der Nähe der Abwasserkanalmündung und in den Verschmutzungszonen, wurden im Winter 1933/34 keine dieser Stämme und im Sommer 1934 nur vereinzelt Stämme angetroffen. Für das periodische Auftreten dieser Stämme spricht auch die Tatsache, daß im „Kleinen Kiel“ im Winter 1932/33 keine dieser Stämme gefunden wurden, dagegen konnte ein Jahr später im Sommer ein Stamm aus dem Wasser des „Kleinen Kiel“ isoliert werden. Wegen ihres violetten Farbstoffes müssen die Stämme zur Gruppe „Violaceum“ gerechnet werden.

Das rot wachsende Bakterium *prodigiosum* konnte nur einmal isoliert werden. Dieser Befund ist auffällig, denn *Bakt. prodigiosum* ist sonst häufiger im Wasser angetroffen worden. Eine Schädigung durch das im Ostseewasser vorhandene Salz (im Durchschnitt 1,5‰) kann nicht vorliegen, denn HENNEBERG (30) fand, daß *Bakt. prodigiosum* noch bis zu 7‰ Kochsalz vertragen kann, allerdings bei 5‰ und mehr das Farbstoffbildungsvermögen verliert. Vielleicht liegt aber eine Schädigung des *Bakt. prodigiosum* durch die ungeheure Anzahl anderer im Schmutzwasser vorhandener Arten vor. Um feststellen zu können, wie weit eine Verunreinigung der Kieler Bucht durch die Abwässer stattfindet, wurden im Großversuch dem Abwasser in der letzten Pumpstation 20 Ltr. konzentrierte Aufschwemmung vom *Bakt. prodigiosum*, das in 500 Kulturflaschen auf Schrägagar gezüchtet wurde, beigemischt. Bei der Untersuchung der einzelnen Wasserproben sollte dann das *Bakt. prodigiosum*, wegen seiner Farbstoffbildung gut erkennbar, wieder festgestellt werden und so auf eine Ausdehnung der Verunreinigung geschlossen werden. Dieser Versuch aber mißlang, denn kein

einziges Bakt. prodigiosum konnte wieder isoliert werden.

Neben den fluoreszierenden und farbstoffbildenden Stäbchen konnten noch einige farbstoffbildende Kokken isoliert werden. Unter den Kokken herrschten allerdings die farblosen Formen vor. Farbstoffbildende Sarzinen wurden nicht gefunden. Die Kokken wurden sowohl im Winter als auch im Sommer in verschmutzten und in reinen Wasserproben gefunden. Sie sind somit als allgemein im Wasser vorhandene Mikroorganismen anzusehen. Ihr Anteil an der gesamten Flora ist aber nur gering. In jeder Wasserprobe waren die stäbchenförmigen Bakterien am meisten vertreten. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die gefundenen Kokkenarten.

Kokken und Sarzinen.

Farbstoff- bildung	Trauben- zucker	Milch- zucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ ⁻ Red.	Indol	Stamm
			S	K	P	R				
kein	sauer	-	-	-	-	+	-	-	-	K 1 Kokkus
gelb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K 2 Kokkus
rotgelb	-	-	-	-	-	-	-	+	-	K 3 Kokkus
rot	-	-	-	-	-	-	-	+	-	K 4 Kokkus
kein	sauer	-	-	-	-	-	-	-	-	K 5 Sarzine

Der rotgelbe Stamm K 3 scheint dem *Micrococcus roseo fulvus* LEHMANN-NEUMANN und Stamm K 4 mit einem roten Farbstoff dem *Micrococcus roseus typicus* LEHMANN-NEUMANN nahezustehen. Die Sarzine K 5 ist der *Sarzina alba* ZIMMERMANN (31) sehr ähnlich.

Es mag erwähnt sein, daß neben den genannten farbstoffbildenden Stäbchen und Kokken auch noch andere farbige Arten gefunden wurden, die aber wegen ihrer physiologischen Eigenschaften zu den nachstehend aufgeführten Gruppen gerechnet wurden.

Die weitaus größte Anzahl der nicht farbstoffbildenden Stämme machen diejenigen aus, die bei Gegenwart von Traubenzucker und Milchzucker und in Milch stark Alkali bilden. Diese Stämme wurden in der Gruppe „Alkalibildner“ zusammengefaßt. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die gefundenen Arten.

Die Alkalibildner wurden sowohl im verschmutzten als auch im reinen Wasser gefunden und sind somit als typische Wasserbakterien anzusehen. Sie wurden in den Sommermonaten weit häufiger gefunden als in den Wintermonaten. Die Zellformen sämtlicher alkalibildenden Stäbchen waren dünn und mittellang. Bei Stamm A 6 waren die Zellen etwas breiter und größer. Ausgesprochene Kettenbildung wurde nie beobachtet, höchstens lagen 2—3 Zellen zusammen. Bei Stamm A 9 war auffällig, daß sich die Zellen im Federstrich oft in runden Klumpen zusammenlagerten. Diese Erscheinung wurde auch von HENNEBERG (32) bei Alkalibildnern aus der Milch beob-

Alkalibildner.

Bewegung	Geißeln	Milchzucker	Traubenzucker	Milch	Gelatine	Peptonisat.	Lackm. Red.	NO ₃ -Red.	Indol	Stamm
+	1 pol	alk.	alk.	alk.	-	-	-	+	-	A 1
+	1 pol	alk.	alk.	alk.	+	+	-	+	-	A 2
-	-	alk.	alk.	alk.	-	-	-	-	-	A 3
-	-	alk.	alk.	alk.	-	-	+	+	-	A 4
-	-	alk.	alk.	alk.	+	-	-	-	-	A 5
-	-	alk.	alk.	alk.	+	-	-	+	-	A 6
-	-	alk.	alk.	-	+	-	-	-	-	A 7
-	-	alk.	alk.	-	+	-	+	-	-	A 8
+	1 pol	alk.	-	alk.	-	-	-	+	-	A 9
+	1 pol	alk.	-	alk.	+	-	-	+	-	A 10
-	-	alk.	alk.	alk.	-	-	-	-	-	A 11
-	-	alk.	alk.	alk.	+	+	-	-	-	Kokkus
-	-	alk.	alk.	alk.	+	+	-	-	-	Sarzine

achtet. Auch in der Literatur finden sich Angaben über solche Erscheinungen (33). Die Zusammenlagerung von Zellen soll häufiger bei Wasserbakterien beobachtet worden sein (34). Stamm A 5 bildete im Federstrich gelegentlich Vibrionenformen und Stamm A 7 zeigte an den Enden leichte keulenförmige Anschwellungen, wie sie für die Corynebakterien typisch sind. Eine Lagerung der Zellen in V-Form (Winkelbildung) konnte nicht festgestellt werden. Von Stamm A 3, A 6 und A 9 wurde eine gelblich und von Stamm A 5, A 6 und A 7 eine bräunlich wachsende Form gefunden. Der Stamm A 1 scheint den bei HENNEBERG (32) beschriebenen Stämmen b und f, der Stamm A 2 dem Stamm h, der Stamm A 10 den Stämmen i und k, der Kokkus A 11 dem Kokkenstamm h und die Sarzine der Alkalisarzine sehr nahe zu stehen.

Als nächste Gruppe sind die Säurebildner zu nennen, d. h. Bakterien, die sowohl Traubenzucker als auch Milchzucker stark angreifen und Säure bilden. In diese Gruppe konnten auch wiederum Stäbchen und Kokken eingereiht werden. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die gefundenen Arten.

Die Säure bildenden Arten wurden sowohl im verunreinigten als auch im reinen Wasser angetroffen. Auffällig war, daß verhältnismäßig viele dieser Arten im reinen Wasser gefunden wurden. Sollte es sich z. T. um degenerierte Milchsäurebakterien handeln, wie angenommen wird (s. S. 118), so sind diese im reinen salzhaltigen Wasser lebensfähig.

Die Zellformen bei dieser Gruppe waren schlank und manchmal etwas breiter und nahmen bei einigen Stämmen typische Coliformen an, besonders bei S 6 und S 8. Je ein Stamm von den Typen S 1 und S 3 bildete aufgetriebene Involutionsformen. Diese beiden Stämme bildeten auch längere Ketten, während bei den übrigen Stämmen höchstens „Diploformen“ beobachtet wurden. Bei Stamm S 5 lagen die Zellen zeitweise sternförmig zusammen. Die Zellen des Stammes S 9 waren parallel gelagert und je 2 solcher parallel gelagerter Zellbündel klebten mit den Enden aneinander,

Säurebildner.

Bewegung	Geißeln	Trauben- zucker	Milch- zucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ ⁻ Red.	Indol	Stamm
				S	K	P	R				
-	-	sauer	sauer	-	-	-	-	-	-	-	S 1
-	-	sauer	sauer	-	-	-	-	-	+	-	S 2
-	-	sauer	sauer	+	-	-	-	-	-	-	S 3
+	1 pol	sauer	sauer	+	-	-	-	-	+	-	S 4
+	1 pol	sauer	sauer	+	+	-	-	-	+	-	S 5
+	1 pol	sauer	sauer	+	+	+	+	+	+	-	S 6
+	1 pol	sauer	sauer	+	+	-	+	+	+	+	S 7
+	8 per	sauer	sauer	+	+	-	-	-	+	+	S 8
+	8 per	sauer	sauer	+	+	-	-	+	+	-	S 9
-	-	sauer	sauer	-	-	-	-	-	+	-	S 10 { Kokkus
-	-	sauer	sauer	-	-	-	-	-	-	-	S 11 { Kokkus
-	-	sauer	sauer	+	-	-	-	-	-	-	S 12 { Kokkus
-	-	sauer	sauer	+	-	-	-	+	+	-	S 13 { Kokkus
-	-	sauer	sauer	+	+	-	+	-	./	-	S 14 { Kokkus

so daß sich „palmenzweig-artige“ Gebilde fanden, die sich durch das ganze Blickfeld des Mikroskopes fadenförmig hindurchzogen. Diese Beobachtung wurde im Federstrich gemacht. Von den Stämmen S 1, S 2 und S 7 wurde je eine bräunlich wachsende Art gefunden. Der Involutionsformen bildende Stamm S 3 wuchs auf Agar matt gelblich.

Von den Kokken wuchs der Stamm S 10 schwefelgelb und scheint dem *Micrococcus sulfureus* ZIMMERMANN sehr ähnlich zu sein. Der Stamm S 11 zeigte ein bräunliches Wachstum. Der Stamm S 13 gehört wahrscheinlich zur Gruppe *Micrococcus pyogenes albus* ROSENBACH. Mit Ausnahme von Stamm S 12 zeigten die Kokken traubenförmiges Wachstum. Bei Stamm S 12 wurden vornehmlich Diploformen gefunden.

Unter den Kokken fanden sich keine Streptokokken und kein *Streptokokkus faecium*. Da *Streptokokkus faecium* in jedem Fäces vorhanden ist und deshalb mit den Abwässern bestimmt in die Kieler Bucht gelangt, ist dieser Befund sehr auffällig. Da nach HENNEBERG (30) sowohl echte Milchsäurestreptokokken als auch *Streptokokkus faecium* bis zu 10% Kochsalz vertragen können, kann eine Schädigung durch den Salzgehalt des Ostseewassers nicht vorliegen. Auch die Wassertemperatur kann wenig Einfluß haben, denn *Streptokokkus faecium* vermag noch bei +5° zu wachsen. Es muß vielmehr angenommen werden, daß durch den Mangel an geeigneten Nährstoffen im Wasser die genannten Arten entweder degenerieren oder gänzlich zugrunde gehen. Versuche mit den genannten Arten über das Verhalten im Wasser, einmal in Reinkultur und einmal im Konkurrenzkampf mit den typischen Wasserbakterien,

sind sehr erwünscht und würden Aufklärung darüber geben, warum die Arten im Wasser nicht gefunden wurden.

Bei den unbeweglichen Stäbchen und den Kokken könnte es sich um degenerierte Milchsäurebakterien handeln, die die Milch nicht mehr zu koagulieren, sondern zum Teil nur noch etwas zu säuern vermögen. Auffällig ist, daß nur von einem Stamm dieser Untergruppe die Gelatine verflüssigt wurde.

Bei den beweglichen Stäbchen könnte es sich um Vertreter der Coli-Gruppe handeln, die das Gasbildungsvermögen verloren haben. Bei 4 Arten konnte nur eine einpolare Begeißelung festgestellt werden. Auch LEHMANN und NEUMANN (26) fanden Coli-bakterien mit nur einer Geißel an einem oder an beiden Enden des Bakteriums. Sie geben diesen Arten den Namen Bakt. coli β polaris. Bei den Stämmen S 4 bis S 9 variiert das Indolbildungsvermögen und die Gelatineverflüssigung, dagegen ist allen diesen Arten das Nitratreduktionsvermögen gemeinsam.

Zur Coli-Gruppe gehören die als Gruppe „Gasbildner“ zusammengestellten Bakterienarten, über die nachstehende Tabelle eine Übersicht gibt:

Gasbildner.

Bewegung	Geißeln	Trauben- zucker	Milch- zucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ - Red.	Indol	Stamm
				S	K	P	R				
+	1 pol	Gas	Gas	+	-	-	-	-	+	-	G 1
+	8 per	Gas	Gas	+	+	-	+	-	+	-	G 2
+	8 per	Gas	Gas	+	+	-	+	-	+	+	G 3
+	8 per	Gas	Gas	+	-	-	-	-	+	+	G 4
+	8 per	Gas	Gas	+	+	-	-	+	+	+	G 5
+	8 per	Gas	Gas	+	+	+	-	+	+	+	G 6
-	-	Gas	Gas	+	+	-	+	-	+	-	G 7

Während die Stämme G 3 und G 4 typische Colistämme sind, fehlt dem Stamm G 2 das Indolbildungsvermögen. Stamm G 1 ist ein Bakt. coli β polaris LEHMANN-NEUMANN, der kein Indol bildet und die Milch nicht koaguliert. Die Stämme G 5 und G 6 verflüssigen stark die Gelatine und gehören zur Cloacae-Gruppe. G 7 ist ein aerogenes-Stamm, der auch Schleim bildete. Bei sämtlichen Stämmen wurden typische plumpe Coli-Formen gefunden, die zeitweise sehr lange Formen bildeten. Mehrgliedrige Kettenbildung wurde nur bei Stamm G 4 beobachtet. Der Stamm G 5 zeigte ein bräunliches Wachstum.

Die Stämme G 1 bis G 7 wurden von den zur Keimzahlbestimmung angelegten Platten und zwar als Säurebildner aus ausschließlich verschmutzten Wasserproben genommen. Wie die physiologische Untersuchung ergab, bildeten aber diese Stämme aus Trauben- und Milchsäure stark Gas und wurden deshalb als Gasbildner zu „Keimen der Art Bakt. coli“ (KLIE 1), nicht zur „Gruppe Coli“, gerechnet. KLIE lehnt die Bezeichnung „Gruppe Bakt. coli“ ab, vielmehr muß man von den „Keimen der Art Bakt. coli ESCHERICH“ und von deren mehr oder minder konstanten Standortsvarietäten (Formen) sprechen. Der Anteil der Gasbildner an den gesamten zur Untersuchung gelangten Stämmen ist mit 11 Stämmen sehr klein, ein Beweis dafür, daß es nur selten gelingt, Keime der Art Bakt. coli durch direktes Plattenverfahren zu isolieren.

Vielmehr müssen zum Auffinden dieser Keime besondere Anreicherungsverfahren zur Anwendung gelangen. Welche Verfahren am besten anzuwenden sind, ergeben die Untersuchungen von K_{LIE} (1), der die sog. mutmaßlichen Teste einer kritischen Prüfung unterzog. Nur diese Anreicherungsverfahren geben einen sicheren Aufschluß über das Vorhandensein von Keimen der Art Bakt. coli im Wasser, die von K_{LIE} in großer Anzahl im Wasser der Kieler Bucht gefunden wurden. Auf Grund physiologischer Merkmale stellt K_{LIE} folgende Gruppen auf:

- 1) Art Bakt. coli (Gelatine -, Voges-Proskauer -)
- 2) Art Bakt. aerogenes (Gelatine -, Voges-Proskauer +)
- 3) Art Bakt. aquatilis? (Gelatine +, Voges-Proskauer -)
- 4) Art Bakt. cloacae (Gelatine +, Voges-Proskauer +)

Die einzelnen Arten werden wiederum auf Grund physiologischer Merkmale (Gasbildung aus Milchzucker bei 37° und aus Mannit bei 37° und 45° und Indolbildung bei 37°) in „typische und atypische Formen“ eingeteilt. Nach K_{LIE} gehören diejenigen Stämme, die die Gelatine verflüssigen, nicht zur „Art Bakt. coli“. Weiter kann auf die umfangreichen Untersuchungen von K_{LIE} nicht eingegangen werden, und es wird auf das Original (1) verwiesen.

Sporenbildner konnten nur zwei sich wenig unterscheidende Arten gefunden werden:

Sporenbildner.

Bewegung	Geißeln	Trauben- zucker	Milch- zucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ - Red.	Indol	Stamm
				S	K	P	R				
+	8 per	-	-	-	-	-	+	+	-	-	O 1
+	8 per	-	-	-	-	+	-	+	-	-	O 2

Die Zellen waren mittellang und dünn, die Sporen waren oval und meistens mittelständig. Es dürfte sich um Arten handeln, die zur Mesentericus-Gruppe zu rechnen sind.

Neben diesen, auf Grund ihrer morphologischen oder physiologischen Eigenschaften in Gruppen zusammenfaßbaren Bakterienarten, wurde noch eine Anzahl von Stämmen isoliert, die sich in keine Gruppe einreihen ließen, da sie weder morphologisch noch physiologisch irgendwelche besonderen Eigenarten aufweisen. In der nachstehenden Tabelle werden diese Arten aufgeführt:

Bewegung	Geißeln	Trauben- zucker	Milch- zucker	Lackmusmilch				Gelatine	NO ₃ - Red.	Indol	Stamm
				S	K	P	R				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X 1
-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	X 2
+	1 pol	sauer	-	-	-	-	-	-	+	-	X 3
+	1 pol	-	-	-	-	-	-	+	-	-	X 4
+	1 pol	sauer	-	+	-	+	-	+	+	+	X 5
+	1 pol	sauer	-	-	-	+	-	+	-	-	X 6

Die Stämme X 3 bis X 6 sind Pseudomonas-Arten. Der Stamm X 5 bildete lange Fäden und der Stamm X 1 wenig angeschwollene Involutionsformen. Bei Stamm X 3 konnte ein Zusammenkleben der Zellenenden wie beim Stamm S 9 (s. S. 00) beob-

achtet werden. Der fadenbildende Stamm X 5 zeigte ein leicht bräunliches Wachstum. Typische Kettenbildung wurde bei keinem der Stämme festgestellt. Bei diesen Stämmen dürfte es sich um unspezifische Wasserbakterien handeln, mit geringer oder gänzlich fehlender enzymatischer Tätigkeit.

Neben den Stäbchen und Kokken konnten gelegentlich Vibrionen- und Spiralenformen beobachtet werden, so in Anreicherungen in Milchzuckerbouillon oder Würze. Doch gelang es nicht, diese Arten auf dem verwendeten Agar zum Wachstum zu bringen.

Die Anreicherungen in Würze zeigten sehr häufig ein intensives Wachstum von Hefen, und zwar ganz besonders in den Wasserproben aus dem Bülker Gebiet und den nahe angrenzenden Zonen. Im freien Wasser wurde nur einmal in der Nähe des Feuerschiffes eine Hefe gefunden. Die meisten der gefundenen Arten gehörten dem mikroskopischen Bilde nach der Eutorula-Gruppe an. Die Zellen waren rund und enthielten den typischen Fetttropfen. Weniger häufig wurden ovale Formen gefunden. Von den Hefen wurden keine Reinzüchtungen gemacht und keine physiologischen Versuche angestellt. Auffällig war, daß in keiner Wasserprobe Schimmelpilze nachgewiesen werden konnten. Dagegen konnten aus gelegentlich genommenen Schlammproben Schimmel gezüchtet werden. Auch gelang es, sie an auf der Wasseroberfläche schwimmenden Seegrasteilchen festzustellen. Auf Grund dieser Beobachtung kann vielleicht angenommen werden, daß Schimmelpilze im freien Wasser nicht beständig sind, sondern sich an schwimmenden kleinen Teilchen anheften oder wegen ihrer Größe zu Boden fallen und sich im Schlamm wiederfinden. Auch bei meinen Untersuchungen des Wassers des „Kleinen Kiel“ konnte ich im freien Wasser keine Schimmelpilze finden. Eingehende Untersuchungen haben über diese Merkwürdigkeit Klarheit geschafft. BAIER (35) fand bei seinen Studien über die Hydrobakteriologie stehender Binnengewässer, daß in das Wasser gelangte Schimmelpilzsporen zwar kurze Keimschläuche bilden, wegen Nahrungs- oder Sauerstoffmangel aber nicht zum Myzel auswachsen, sondern verrotten.

Wie schon oben erwähnt, wurden gelegentlich einer Fahrt Schlammproben im Kieler Hafen genommen. In diesen Proben konnten neben Schimmelpilzen auch Zellulosezersetzer unter anaeroben Verhältnissen festgestellt werden. Zur Anreicherung wurde folgende Nährlösung benutzt:

K_2HPO_4	1 g	
$MgSO_4$	2 g	
$(NH_4)_2SO_4$	2 g	Die Nährlösung wurde in Reagenzröhrchen gefüllt, in
Asparagin	3 g	welches außerdem noch etwas $CaCO_3$ und ein Streifen
NaCl	1 g	Filtrierpapier getan wurde.
$FeSO_4$ in Spuren		
Aqua dest.	1000g	

Das Filtrierpapier wurde stark angegriffen und war meistens innerhalb von 8 Tagen völlig zersetzt. Bei einer Probe wurde eine leichte Rosafärbung des Filtrierpapiers beobachtet. Es mag erwähnt sein, daß aus einer Schlammprobe, die in der Kitzberger Eucht geschöpft war, die *Beggiatoa mirabilis* mikroskopisch festgestellt wurde.

Zusammenfassung des 2. Teiles der Arbeit.

Aus dem Wasser der Kieler Bucht und der Kieler Förde wurde eine große Anzahl von Bakterien isoliert, die sich auf Grund ihrer morphologischen und physiologischen Eigenschaften in größere Gruppen zusammenfassen ließen. Bei einigen Stämmen konnten verwandtschaftliche Beziehungen zu schon früher von anderen Forschern beschriebenen Arten festgestellt werden. Die Untersuchungen beschränken sich nur auf die Bakterien.

Die Flora setzt sich hauptsächlich aus stäbchenförmigen Bakterien zusammen. Der Anteil der Kokken gegenüber den Stäbchen ist sehr klein. Hefen wurden nur in stark verschmutzten Wasserproben häufiger gefunden, während Schimmelpilze im freien Wasser nie beobachtet wurden. Dagegen fanden sie sich im Schlamm und an auf der Wasseroberfläche schwimmenden Seegrasteilchen.

Unter den Stäbchen herrschten die Fluoreszenten und Farbstoffbildner, und von diesen wiederum die grünlichgelb bis goldgelb wachsenden Arten vor. Fluoreszenten, die bis zu 6% Kochsalz vertragen können (30), wurden in jeder Wasserprobe gefunden. Auch das Bakt. *pyocyaneum* war vorhanden und wurde häufig im verschmutzten, seltener im reinen Wasser angetroffen. Die gelb wachsenden Stämme wurden fast ausschließlich im verunreinigten Wasser gefunden, und zwar sowohl im Sommer als auch im Winter. Diese Stämme sind somit als typische Schmutzwasserbakterien anzusehen. Sehr häufig wurde auch das Bakt. *violaceum* angetroffen, und zwar in einer tiefvioletten und einer etwas heller violetten Art. Auf Schrägagar spalteten die *Violaceum*stämme regelmäßig farblose Formen ab. Das Bakt. *violaceum* trat im Wasser periodisch auf. Während im Sommer 1933 sehr viele dieser Arten beobachtet wurden, konnten sie im Winter 1933/34 nicht und im Sommer 1934 nur vereinzelt gefunden werden. Das rot wachsende Bakt. *prodigiosum* wurde nur einmal isoliert. Eine Schädigung durch den Salzgehalt des Wassers liegt nicht vor (30). Vielmehr muß Bakt. *prodigiosum* durch die ungeheure Anzahl anderer im Schmutzwasser vorhandener Arten unterdrückt werden. 20 Ltr. konzentrierte Aufschwemmung von Bakt. *prodigiosum* wurden im Großversuch dem Abwasser in der letzten Pumpstation zugesetzt und kein einziges Bakterium konnte wieder isoliert werden.

Die weitaus größte Anzahl der nicht farbstoffbildenden Stämme machen diejenigen aus, die bei Gegenwart von Trauben- und Milchzucker und in Milch stark Alkali bilden. Diese Arten sind sowohl im verschmutzten als auch im reinen Wasser im Sommer und etwas weniger häufig im Winter gefunden worden. Sie sind somit als typische Wasserbakterien anzusehen. Die nächst häufigeren Arten sind diejenigen, die Trauben- und Milchzucker säuern. Bei dieser Gruppe handelt es sich z. T. um „degenerierte“ Milchsäurebakterienarten und z. T. um Keime der Art Bakt. *coli*, die das Gasbildungsvermögen verloren haben. Sie wurden im verschmutzten und auch im reinen Wasser gefunden. Echte Milchsäurebakterien-Streptokokken und der in jedem Fäzes vorkommende Streptokokkus *faecium* wurden nicht gefunden. Eine Schädigung durch den Salzgehalt des Wassers liegt nicht vor (30), vielmehr muß der Mangel an geeigneten Nährstoffen im Wasser diese Arten degenerieren oder gänzlich vernichten. Hierüber Klarheit zu schaffen, muß die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein.

Die isolierten gasbildenden Stämme sind Keime der Art *Bakt. coli* (1). Über das Vorkommen dieser Arten und ihrer typischen und atypischen Formen gibt die Arbeit von KLIE (1) näher Aufschluß. Sporenbildner konnten nur zwei sich wenig unterscheidende Arten gefunden werden, die zur *Mesentericus*-Gruppe zu rechnen sind. Von einigen, auf Grund ihrer morphologischen und physiologischen Eigenschaften nicht bestimmbar, gehören 4 Stämme zur *Pseudomonas*-Gruppe. Das typische aerobe Fäulnisbakterium *proteus* konnte von Agarplatten nicht isoliert werden. Dieses läßt sich dadurch erklären, daß es sehr schwierig ist, *Bakt. proteus* neben vielen anderen Arten zum Wachstum zu bringen. Über besondere Isolierungsverfahren dieser Art, besonders aus Milch und Milchprodukten wird zur Zeit im Bakteriologischen Institut der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel gearbeitet.

Unter den Kokken herrschten die farblosen Formen vor, dann folgten die gelblichen und roten Arten. Farbstoffbildende Sarzinen wurden nicht gefunden. Kokken und Sarzinen sind als allgemein im Wasser vorhandene Mikroorganismen anzusehen.

Neben den Stäbchenbakterien, die manchmal Involutionsformen bildeten, und Kokken, konnten gelegentlich Vibrionen- und Spirillen-Formen festgestellt werden, deren Züchtung auf den verwendeten Nährböden aber nicht gelang.

In Schlammproben konnten Zellulosebakterien und in einer Schlammprobe aus der Kitzberger Bucht die *Beggiatoa mirabilis* gefunden werden.

Tabellarische Übersicht über das Vorkommen im Wasser der Kieler Bucht gefundener Mikroorganismen.

Arten	Verschmutzt. Wasser	Reines Wasser	im Sommer	im Winter
<i>Bakt. fluoreszenz</i>	sehr viel	sehr viel	sehr viel	sehr viel
<i>Bakt. pyocyaneum</i>	häufig	wenig	häufig	häufig
<i>Bakt. violaceum</i>	sehr viel	häufig	periodisch	nicht
<i>Bakt. prodigiosum</i>	selten	nicht	selten	nicht
Gelb wachsende Stämme	sehr viel	selten	sehr viel	sehr viel
Alkalibildner	sehr viel	sehr viel	sehr viel	häufig
Säurebildner (degenerierte Milchs.- Bakterien).	wenig	häufig	häufig	wenig
Streptokokken	nicht	nicht	nicht	nicht
<i>Streptokokkus faecium</i>	nicht	nicht	nicht	nicht
<i>Bakt. proteus</i>	nicht	nicht	nicht	nicht
Sporenbildner	selten	selten	selten	selten
Kokken und Sarzinen.	häufig	häufig	häufig	häufig
Hefen	sehr viel	selten	sehr viel	sehr viel
Schimmelpilze	nicht	nicht	nicht	nicht
Vibrionen und Spirillen	häufig	nicht	häufig	häufig
Zellulosebakt u. <i>Beggiatoa mirabilis</i> .	wurden gelegentlich im Schlamm gefunden			
<i>Bakt. coli</i>	hierüber berichtet die Arbeit von KLIE (1)			

Zusammenfassung.

1. Durch die bei Bülk in die Kieler Bucht eingeleiteten Kieler städtischen Abwässer findet eine ausgedehnte, mehr oder weniger starke bakterielle Verunreinigung des Wassers der Kieler Bucht und zum Teil auch der Kieler Förde statt.
2. Die Ausdehnung der Verunreinigung nach See zu wird gefördert durch westliche Winde. Bei starken westlichen Winden konnte eine Verunreinigung noch bis 8 km östlich der Abwasserkanalmündung festgestellt werden. Östliche Winde drängen das Abwasser in nördlicher und südlicher Richtung ab.
3. Der Grad der Verunreinigung ist abhängig von den jeweils zur Zeit anfallenden Abwassermengen.
4. Die bakteriologische Verunreinigung ist wegen der höheren Temperaturen und der stärkeren Vermehrung mancher Abwasserbakterien im Sommer größer als im Winter.
5. Die Hauptverunreinigung findet an der Wasseroberfläche statt, auf der sich die dem salzhaltigen Ostseewasser gegenüber spezifisch leichteren Abwassermassen ölartig ausbreiten.
6. Es wird nur kurz, da eine Beurteilung Sache der Hygieniker ist, auf die Gefahr, die mit der Einleitung der nur grob mechanisch gereinigten Abwässer verbunden ist, hingewiesen und die Eignung der Kieler Bucht als Vorfluter bei den heutigen Verhältnissen in Frage gestellt.
7. Die technischen Anlagen der Kieler Abwässerbeseitigung werden kurz beschrieben und eine Abänderung zur Verbesserung der heutigen Zustände in Vorschlag gebracht.
8. Die festgestellten Ergebnisse werden mit früheren von anderen Forschern, die sich mit dem Problem der Abwassereinleitung ins Meer beschäftigten, gemachten Feststellungen verglichen.
9. Ein neuer zur Entnahme der Wasserproben benutzter, bakteriologisch einwandfrei arbeitender Schöpfapparat wird beschrieben.
10. Die Reinzucht und Bestimmung einiger aus den Wasserproben isolierter Stämme liefert einen Beitrag zur Bakterienflora des Wassers der Kieler Bucht.
11. Die vorliegende Arbeit und die Arbeit von H. E. KLIE (1) können als sich zum Teil gegenseitig ergänzende Ausführungen betrachtet werden.

Literaturverzeichnis.

1. H. E. KLIE: Der Nachweis von Keimen der Art *Bakterium coli* und deren Formen in der Kieler Bucht. Dissertation, Kiel 1935.
2. B. FISCHER: Untersuchungen über die Verunreinigung des Kieler Hafens. Z. f. Hyg. Bd. 23, 1896.
3. DAVIDS: Bericht über die Untersuchungen des Kieler Hafengewässers. Kiel, 3. 5. 1895. Verfügung des Staatssecrets des Reichsmarineamtes vom 15. 2. 1895, G. 195. Ref. bei FISCHER (2). Original nicht gesehen. [nicht gesehen.]
4. SANFELICE: Ric. batt. dell' aq. del mare. Boll. soc. nat. Napoli 1899. Ref. bei BENEKE (9). Original
5. RUSSEL: Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Z. f. Hyg. Bd. 11, 1892.
6. DE GIAXA: Über das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser. Z. f. Hyg. Bd. 6, 1889. [Original nicht gesehen.]
7. CASSEDEBAT: De l'action de l'eau de mer sur les microbes. Rev. d'hyg. 1894. Ref. bei BENEKE (9).
8. GRÄF: Forschungsreise S.M.S. „Planet“ 1906/07, Biologie, 4. Bd., 1909.
9. BENEKE: Bakteriologie des Meeres. Handb. der biol. Arbeitsmethoden v. Abderhalden, Abtl. IX, Teil 5, Heft 6, 1933.
10. WILHELMI: Untersuchungen, besonders in biologisch-mikroskopischer Hinsicht, über die Abwässerbeseitigung von Küstenorten. Mitt. aus der Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem, Heft 20, 1915.
11. WILHELMI: Die Einleitung der Abwässer in das Meer. Wasser und Abwasser, Bd. 4, 1911.
12. WILHELMI: Kompendium der biologischen Beurteilung des Wassers. G. FISCHER, Jena 1915.
13. SALOMON: Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland. I. Ergänzungsband. Jena 1911.
14. KRUSE: Der Ausbau der Stadtentwässerung in Kiel. Die Bautechnik, 9. Jahrgang 1931, Heft 39.
15. KIRCHHOFER-TRAHN: Die maschinellen Anlagen der Kieler Abwasserpumpstation. Ges. Ing. No. 4, Jahrg. 1932. [Kiel, 1871.]
16. H.A. MEYER: Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Teiles der Ostsee.
17. G. STEINER: Handbuch der mikroskopischen Technik, 7. u. 8. Teil, Mikrokosmos 1919.
18. HÜTTIG: Die bakteriologische Untersuchung von Trink- und Gebrauchswasser aus Brunnenanlagen. Kiel Mai 1933, Landesbrandkasse.
19. OHLMÜLLER-SPITTA: Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. Berlin: Springer, 1921.
20. WEISS: Zur Bestimmung der Keimzahl im Wasser. Z. f. B., Bd. 52, 11. Abtlg.
21. PÜTTER: Pflüger's Archiv f. Physiologie 1925.
22. B. FISCHER: Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung älterer und neuerer Untersuchungen. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldtstiftung, Bd. 4, Kiel-Leipzig 1894.
23. BASSENGE: Die Bakterien des Meeres. Autoreferat, Z. f. B., Bd. 15, 1894.
24. KORINEK: Über Süßwasserbakterien im Meere. Z. f. B. II., Bd. 66.
25. MARC und SACK: Über eine einfache Methode zur Bestimmung der Kolloide in Abwässern. Kolloidbeihfte 5, 1914.
26. LEHMANN-NEUMANN: Bakteriologische Diagnostik. München 1927, 11. Band.
27. BERGEY: Manual of Determinative Bacteriology. 4th Ed., London 1934.
28. SNOW and FRED: Some Characteristics of the Bacteria of Lake Mendota. Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol. XXII, July 1926.
29. OTTO and NEUMANN: Über einige bakteriologische Wasseruntersuchungen im Atlantischen Ozean. Z. f. B. II., Bd. 13, 1904.
30. HENNEBERG: Einfluß von Kochsalz auf das Wachstum und die Zellform bei Milchsäurebakterien, *Bakt. coli*, *Bakt. aerogenes* und einigen anderen wichtigen Milchbakterien. Milchw. Forsch., Bd. 17, Heft 4, 1935.
31. ZIMMERMANN: Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer. 1 und 2, Chemnitz 1890.
32. HENNEBERG: Zur Kenntnis der Alkalibildner der Milch. Milchw. Forsch., Bd. 12, Heft 3, 1931.
33. MÜLLER-THURGAU: Z. f. B. II., Bd. 20.
34. LIESKE: Allgemeine Bakterienkunde. Berlin 1926, S. 30.
35. BAIER: Studien zur Hydrobakteriologie stehender Binnengewässer. Dissertation, Kiel 1935.