

30.

Gutachten

des

Reichs-Gesundheitsrates über den Einfluss der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller.

Berichterstatter:

Geheimer Regierungsrat **Dr. Ohlmüller**, Berlin.

Mitberichterstatter:

Geheimer Medizinalrat Professor **Dr. C. Fränkel**, Halle a. S., Geheimer Ober-Medizinalrat
Professor **Dr. Gaffky**, Berlin.

Unter Mitwirkung von

Geheimen Oberbaurat **Dr. Ing. Keller**, Berlin, Geheimen Regierungsrat Professor
Dr. Orth, Berlin, Professor **Dr. Hofer**, München.

Sonderabdruck aus

„Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“, Band XXV, Heft 2.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1907.

5.56
67a

104

26

Preis M. 7,50.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300419

Gutachten

des

Reichs-Gesundheitsrates über den Einfluss der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller.

Berichterstatter:

Geheimer Regierungsrat **Dr. Ohlmüller**, Berlin.

Mitberichterstatter:

Geheimer Medizinalrat Professor **Dr. C. Fränkel**, Halle a. S., Geheimer Ober-Medizinalrat
Professor **Dr. Gaffky**, Berlin.

Unter Mitwirkung von

Geheimen Oberbaurat **Dr. Ing. Keller**, Berlin, Geheimen Regierungsrat Professor
Dr. Orth, Berlin, Professor **Dr. Hofer**, München.

Sonderabdruck aus

„Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“, Band XXV, Heft 2.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1907.

x
2.616

III 16802



Akc. Nr. 4547/50

Inhalt.

	Seite
Einleitung. Historische Entwicklung der Fabriken: Anträge auf Verarbeitung größerer Tagesmengen von Rohsalz. Einsprüche	1
I. Die Wasserführung der Flüsse Aller, Oker und Schunter	8
1. Übersicht über die Flußläufe. Gebietsflächen.	
2. Beschaffenheit der Flußbetten. Stauanlagen.	
3. Unterlagen für die Darstellung des Abflußvorganges.	
4. Bewegung und Häufigkeit der Wasserstände.	
5. Zusammensetzung der Wassermassen der Aller bei Celle aus den Ursprungflüssen.	
II. Die Menge und Beschaffenheit der Abwässer der zurzeit in Betrieb befindlichen Chlorkaliumfabriken	23
1. Die Mengen.	
2. Die Beschaffenheit.	
III. Die Beschaffenheit des Wassers der Flüsse seit dem Betrieb der Fabriken	30
1. Die Schunter: a) Die Einwirkung der Chlorkaliumfabrik Beienrode. b) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse.	
2. Die Oker: a) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiederhall. b) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode. c) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse.	
3. Die Aller: a) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiederhall. b) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode. c) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beendorf. d) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Beendorf und Asse.	
IV. Die zu erwartenden Veränderungen der Beschaffenheit des Flußwassers nach Steigerung der Fabrikbetriebe und Eröffnung der Fabrik Einigkeit in Ehmén	56
1. Die Schunter: a) durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabrik Beienrode, b) durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse.	
2. Die Oker: a) durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabrik Thiederhall; b) durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Asse; c) durch die Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Asse und Beienrode; d) an ihrer Mündung.	
3. Die Aller: a) durch das Abwasser der Chlorkaliumfabrik Beendorf; b) durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabrik Einigkeit und das Abwasser der Chlorkaliumfabrik Beendorf; c) durch die Endlaugen aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Asse, Einigkeit und das Abwasser der Chlorkaliumfabrik Beendorf; d) unterhalb Celle.	
V. Die aus der Verunreinigung der Schunter, Oker und Aller entstehenden Nachteile	74
1. Die Nachteile der Flußverunreinigung hinsichtlich der Benutzung des Flußwassers zum Hausgebrauch und Genuß. Die Beeinflussung des Brunnenwassers durch das Flußwasser.	
2. Die Nachteile der Flußverunreinigung für gewerbliche Betriebe.	
3. Die Einwirkung der verunreinigten Flußwässer auf die Landwirtschaft hinsichtlich der Beeinflussung der Fruchtbarkeit des Bodens und des Pflanzenwuchses.	
4. Die Einwirkung der Flußverunreinigung auf die Fischerei.	
VI. Schlußsätze	154

Der Reichsgesundheitsrat (Unterausschuß für Beseitigung der Abfallstoffe usw.) hat in der Sitzung vom 4. Juli 1906 das über die vorliegende Angelegenheit zu erstattende, im Entwurf vorgelegene Gutachten beraten.

An dieser Sitzung nahmen Teil die nachbezeichneten Mitglieder des Reichsgesundheitsrates: Bumm, Präsident des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, als Vorsitzender; Dr. Barnick, Frankfurt a. O.; Dr. Beckurts, Braunschweig; Dr. Beyschlag, Berlin-Wilmersdorf; Dr. von Buchka, Berlin; Dr. Gärtner, Jena; Dr. Gaffky, Berlin; Dr. Greiff, Karlsruhe i. B.; Dr. Kerp, Berlin; Dr. Köhler, Exc., Ascherode b. Sollstedt; Dr. Löffler, Greifswald; von Meyeren, Berlin; Dr. A. Orth, Berlin; Dr. von Rembold, Stuttgart; Dr. Renk, Dresden; Dr. Rubner, Berlin; Dr. Schmidtmann, Berlin; Freiherr von Stein, Berlin; Dr. Tjaden, Bremen.

Ferner:

Dr. Hofer, München; Dr. Ohlmüller, Berlin; Dr. Spitta, Berlin.

Dem Berichterstatter, früheren Mitglied im Kaiserlichen Gesundheitsamte, Geheimen Regierungsrat Dr. Ohlmüller wurde Stimmrecht für die Sitzung verliehen.

Das Gutachten wurde den Beschlüssen entsprechend, in der nachstehenden Fassung abgegeben.

Einleitung.

Seitdem die Lagerstätten von Kalisalzen in dem sogenannten Magdeburg-Halberstädter Becken erschlossen sind, hat die Kaliindustrie in Deutschland einen für Handel und Landwirtschaft bedeutsamen Aufschwung genommen. Zahlreiche Chlorkaliumfabriken sind entstanden, welche diese Lagerstätten ausnutzen. Die Funde von Kalisalzen nördlich und westlich von Vienenburg bezw. dem Okertale, das sogenannte hannoversche Vorkommen, brachten die Entwicklung der Kaliindustrie im Gebiete der Oker, Schunter und Aller. Die Einwirkung der hier entstandenen und der zur Zeit der vorliegenden Untersuchungen in Entstehung begriffenen Chlorkaliumfabriken auf die genannten Flußläufe soll in diesem Gutachten behandelt werden. Zunächst soll die Entstehungsgeschichte der fraglichen Fabriken mitgeteilt werden¹⁾.

1. Die Chlorkaliumfabrik Thiederhall bei Thiede.

Den ersten Schritt zur Erschließung und Ausnutzung von Kalisalzen in dem sogenannten hannoverschen Vorkommen unternahm eine Bohrgesellschaft in Thiede.

¹⁾ Diese Mitteilungen sind in Anlehnung an das Werk „Deutschlands Kaliindustrie“, Verlag der Fachzeitung „Industrie“, Berlin W. 9, Schellingstrasse 11, 1902, gegeben.

Dieselbe wurde 1872 gegründet, 1885 als „Gewerkschaft Thiederhall“ konstituiert und 1893 unter dem gleichen Namen in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Schon im Jahre 1872 wurde in einer Tiefe von 300 Fuß Steinsalz und Carnallit erbohrt. Am 31. Oktober 1887 wurde die Konzession zur Errichtung einer Chlorkaliumfabrik zur Verarbeitung von täglich 2500 dz Carnallit erteilt. Große Wasserschwierigkeiten erschwerten den Schachtbau, so daß die Fabrik erst am 31. Mai 1891 in Betrieb genommen werden konnte. Zeitweise sind in derselben auch Carnallitsalze der nahe gelegenen Gewerkschaft Hedwigsburg verarbeitet worden. Auch wird Blockkieserit daselbst hergestellt. Die Abwässer werden in einer Röhrenleitung bis in die Gegend unterhalb der Stadt Braunschweig geführt und fließen daselbst der Oker am linken Ufer zu. Zunächst werden die Abwässer der Chlorkaliumfabrikation, welche durch die Zugabe des bei der Herstellung von Blockkieserit sich ergebenden Kieseritwaschwassers verdünnt werden, in Bassins geklärt und hiernach nach einem Hochbehälter übergepumpt. Dieser ist mit einem Überlaufrohr versehen und durch die Lage und Weite seines Abflußrohres ist ein stets gleichmäßiges Abfließen der Abwässer gesichert.

Die Fabrik hat den Antrag gestellt, die Tagesmenge des zu verarbeitenden Carnallits von 2500 um 1500, sonach auf 4000 dz zu erhöhen. Dieser Antrag ist von der Herzoglichen Kreisdirektion Braunschweig durch Verfügung vom 3. Nov. 1903 abgewiesen worden, welche inzwischen Rechtskraft erlangt hat.

2. Die Chlorkaliumfabrik Beienrode.

Die Gewerkschaft Beienrode erbohrte Kalisalze bei dem Dorfe Beienrode, rechts der Schunter, in der Nähe der Bergerhebung des Dorm. Anfangs hatte die Gewerkschaft mit Mißgeschicken zu kämpfen. Der erste Schacht stürzte Mitte Juli 1895 zusammen, bevor das Steinsalz erreicht war; in dem zweiten brach Sole in so erheblichen Mengen ein, daß auch dieser aufgegeben werden mußte. Auf ein Gutachten hin des Geheimen Bergrates, Professors Dr. von Koenen wurde ein dritter Schacht südöstlich von der ersten Tiefbohrung abgeteuft; hier gelang es, die Wasser abzuschließen. In einem Querschlag wurde im Jahre 1899 ein Kalisalzlager von besonderer Ergiebigkeit erschlossen.

Die Genehmigung zur Anlage einer Chlorkaliumfabrik wurde unter dem 6. November 1897 mit einer täglichen Verarbeitung von 2000 dz Carnallit erteilt und die Ableitung der Endlaugen in die Schunter in solchem Umfange gestattet, daß dadurch die Menge der Mineralbestandteile im Liter Schunterwasser höchstens um 350 mg vermehrt wird. Seit Ende Dezember 1899 befindet sich die Fabrik, welche unweit des Dorfes Beienrode am rechten Ufer der Schunter errichtet ist, in Betrieb. Daselbst wird der Carnallit auf Chlorkalium verarbeitet; durch elektrolytische Behandlung eines Teils der Endlaugen wird Brom dargestellt; auch Kieserit wird gewonnen. Eine Reinigung der Abwässer findet nur insofern statt, als sich in den Klärkasten vor dem Auskristallisieren des Chlorkaliums feste Bestandteile absetzen; zum Teil spielt sich dieser Vorgang noch in zwei Sammelbassins, von zusammen 600 cbm ab. Die Abwässer fließen nach einer 3- bis 4-fachen Verdünnung, welche durch Zugabe von Kieseritwaschwasser und Kondenswasser bewerkstelligt wird, durch eine Rohrleitung

nach der Schunter ab. Eine besondere Einrichtung für einen gleichmäßigen Abfluß ist außer den hierfür anscheinend unzureichenden Sammelbassins nicht getroffen.

3. Die Chlorkaliumfabrik Asse.

Die Gewerkschaft Kalisalzbergwerk Asse hatte in den Jahren 1893 und 1894 am Südrande des Gebirgszuges Asse Tiefbohrungen niedergebracht, durch welche bei Wittmar ein Kalisalzlager entdeckt wurde. Eine weitere Mutung bei Uehrde und Watzum war im Gang, als das braunschweigische Gesetz vom 19. Mai 1894, betreffend die Aufsuchung und Gewinnung des Steinsalzes usw. in Kraft trat.

Der Braunschweigische Staat unternahm nun selbst Tiefbohrungen im Gebiete der Asse, welche von Erfolg begleitet waren. Der Antrag des Ministeriums zur Errichtung eines staatlichen Kalisalzwerkes im Gebiete der Asse fand nicht die Billigung des Landtages, vielmehr wurde die Regierung ersucht, mit Privatunternehmern einen Abschluß betreffs der Ausbeutung der im Herzogtum Braunschweig befindlichen Kalisalzlager herbeizuführen. Zwischen dem Braunschweigischen Staate und der Gewerkschaft Asse kam ein Vertrag zu Stande, welcher den Abbau der Kalisalze im Assegebiete und Beteiligung des Staates an dem Unternehmen regelt. Am 15. Febr. 1901 wurde die Genehmigung zur Errichtung einer Chlorkaliumfabrik und am 24. März 1902 widerruflich die Genehmigung erteilt, die bei einer täglichen Verarbeitung von 1000 dz Carnallit sich ergebenden Abwässer in die Schunter unterhalb Bienrode einzuführen. Die Fabrik wurde dann am 29. März 1902 eröffnet. Die Abwässer werden in Bassins geklärt. Die Endlaugen mischen sich zum Zwecke der Verdünnung in einem Fallschachte mit Kieseritwaschwasser oder Süßwasser und fließen in einer anschließenden Leitung nach der Schunter, in welche sie unterhalb Bienrode münden. Diese Leitung, welche durch welliges Gelände zieht, gewährleistet sicher eine gründliche Durchmischung, indes konnte nicht der Eindruck gewonnen werden, daß stets eine entsprechende Verdünnung der Endlaugen stattfindet.

Durch Verfügung der Herzoglichen Kreisdirektion Braunschweig vom 3. November 1903 ist der Gewerkschaft Asse ein Wassernutzungsrecht an der Oker und Schunter verliehen. Darnach dürfen der Schunter unterhalb Bienrode nicht mehr Abwässer, als die von einer täglichen Verarbeitung von 1000 dz und der Oker unterhalb Veltenhof die von einer täglichen Verarbeitung von höchstens 1500 dz normal zusammengesetzten Carnallits zugeführt werden. Jedoch kann bei einem Wasserstande der Oker von weniger als 1,5 Sek.-cbm, bei Eisenbüttel gemessen, eine Herabsetzung des zugelassenen Höchstquantums abzuführender Endlaugen von der Herzoglichen Kreisdirektion angeordnet, bei einer Wasserführung von weniger als 1 Sek.-cbm die Ablassung der Abwässer gänzlich untersagt werden.

4. Die Chlorkaliumfabrik Beendorf.

Die Gewerkschaft Burbach erbohrte im Jahre 1889 im Allertale zwischen Walbeck und Eilsleben Kalisalze. Nach Bohrungen an mehreren Stellen, die ebenfalls von Erfolg begleitet waren, wurde am 31. August 1898 ein Förderungsschacht fertiggestellt. Unter dem 30. April 1901 wurde die Konzession zur Errichtung einer Chlor-

kaliumfabrik zur Verarbeitung von Sylvenit erteilt, bei welcher, sofern eingesprengter Carnallit in den Sylviniten nicht vorhanden ist, ein im wesentlichen nur kochsalzhaltiges Abwasser entsteht. Es waren die Bedingungen gestellt, daß täglich nicht mehr als 200 dz Kochsalz in höchstens 1 %iger Lösung und zwar in gleichmäßiger Verteilung zur Aller abgeleitet werden dürfen. Ferner wurde eine Klärung des Abwassers gefordert und die Einrichtung von selbsttätig wirkenden Vorrichtungen, welche die Menge und den Salzgehalt des abfließenden Abwassers angeben.

Unter dem 6. Januar 1902 wurde unter Aufhebung der ersten Konzession die Genehmigung zur Herstellung schwefelsaurer Kaliverbindungen, Kaliumsulfat und Kalium-Magnesiumsulfat erteilt. Zu der vorgenannten Bedingung wurde noch die folgende beigefügt: „Die bei der Herstellung von schwefelsaurer Kalimagnesia und von Kaliumsulfat aus dem Kieserit entfallenden Chlormagnesiumlaugen dürfen nicht nach der Aller abgelassen werden. Die erwähnte Fabrikation darf nur in solchem Umfange betrieben werden, daß diese Laugen noch im Betrieb der Kalifabrik Verwendung finden können. Anderenfalls ist es der Unternehmerin auch freigestellt, sie auf andere Weise (durch Verdampfen) unschädlich für den Flußlauf zu beseitigen.“

Die Fabrik hatte im Frühjahr 1902 mit dem Betrieb begonnen. Unter dem 7. Juni 1902 wurde von der Gewerkschaft Burbach der Antrag gestellt, neben dem Sylvinit täglich 1000 dz Carnallit verarbeiten zu dürfen, um aus den hierbei entstehenden Endlaugen Brom gewinnen zu können, und die Ableitung dieser auf Brom verarbeiteten Endlaugen nach der Aller zu gestatten.

Die Einmündung der bisherigen Fabrikabwässer erfolgt bei dem Dorfe Groß-Bartensleben.

Außer den bereits bestehenden Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Beendorf soll noch eine solche in Hedwigsburg errichtet werden und für eine weitere in Ehmen ist bereits die Genehmigung erteilt.

5. Die Gewerkschaft Hedwigsburg.

In der Nähe von Neindorf bei Hedwigsburg wurde im Jahre 1894 mit Erfolg auf Kalisalze gebohrt. Die Bohrgesellschaft konstituierte sich am 28. Juni 1895 als Gewerkschaft Hedwigsburg. Es wurde ein Schacht im Jahre 1897 niedergebracht und durch diesen ergiebige Lager von Carnallit, Sylvinit und Kainit erschlossen. Da der Kainit für die landwirtschaftliche Verwertung nur vermahlen wird, so wurde er von der Gewerkschaft selbst in den Handel gebracht, während die anderen Kalisalze in Fabriken anderer Gesellschaften verarbeitet wurden. Seit 1890 wird auch Steinsalz gefördert. Mit der Erweiterung dieses Betriebes durch den Bau einer Saline können jährlich 200000 dz Speisesalz hergestellt werden.

Die Gewerkschaft stellte den Antrag auf die Errichtung einer Chlorkaliumfabrik in der unmittelbaren Nähe des Schachtes bei Neindorf. Die täglich zu verarbeitende Menge von Carnallit soll 2500 dz betragen; die Abwässer sollen nach der Wabe, Schunter oder Oker abgeleitet werden. Die Fabrik ist inzwischen errichtet worden. Jedoch ist die Genehmigung zur Ableitung der Abwässer in die erwähnten Flußläufe seitens der Herzoglichen Kreisdirektion unter dem 3. November 1903 versagt worden. Die Abwässer sollen eingedampft werden.

6. Die Gewerkschaft Einigkeit.

Die Gewerkschaft Einigkeit erbohrte in Ehmén bei Fallersleben Kalisalze. Am 25. April 1899 wurde mit dem Abteufen eines Schachtes begonnen; anfangs Dezember 1901 konnte mit der Förderung von Salzen begonnen werden. Nachdem anfangs die Bergwerksprodukte zum Verkauf gebracht wurden, strebte die Gewerkschaft die Errichtung einer Chlorkaliumfabrik an. Unter dem 13. Juni 1904 wurde der Gewerkschaft die Genehmigung zur Errichtung einer Chlorkaliumfabrik mit der täglichen Verarbeitung von 3500 dz Carnallit erteilt. Die Abwässer sollen hierbei unter Einhaltung folgender Bedingungen in den Allerkanal unterhalb der Schleuse von Weyhausen eingeleitet werden dürfen.

„1. Die (Fabrik-) Anlage ist genau nach den beigebrachten Zeichnungen und Beschreibungen auszuführen.

2. Über die täglich zur Verarbeitung gelangenden Rohsalze ist genau Buch zu führen, und dieses dem revidierenden Beamten vorzulegen, sowie auf Erfordern der Aufsichtsbehörde zur Kenntnisnahme einzusenden.

3. Die Menge der zur Ableitung gelangenden Endlaugen, deren spezifisches Gewicht 1,32 nicht überschreiten darf, und welche nicht mehr als $33\frac{1}{3}\%$ Salze enthalten dürfen, darf 1,5 l pro Sekunde nicht überschreiten.

4. Zur Innehaltung dieser Vorschrift ist die Anlage derart einzurichten, daß alle Endlaugen aus den mit wasserdichten Fußböden versehenen Räumen in dichten Leitungen zu einem dichten Kläraufspeicherungsbassin geleitet werden, aus welchem nur durch eine einzige Öffnung ein Zufluß nach der geschlossenen Ableitungsrohrleitung möglich ist.

Diese Ausflußöffnung ist vor Beginn der Ableitung von Endlaugen mit einem Mundstück von bestimmtem Querschnitt, welches mittels Probierens in Gegenwart des Gewerbe-Aufsichtsbeamten festgestellt wird, zu versehen, so daß ein Durchfluß von mehr als 1,5 l Endlaugen sekundlich ausgeschlossen ist.

Dieses Mundstück ist mittels Plombe zu befestigen, und es ist außerdem im Abflußbassin ein Schwimmer anzubringen, aus dessen Lage ohne weiteres das spezifische Gewicht der Endlaugen abgelesen werden kann.

5. Den Endlaugen, welche dem vorerwähnten Mundstück entfließen, ist hinter demselben mindestens das dreifache Wasserquantum zur Verdünnung zuzuführen, und das spezifische Gewicht der Flüssigkeit in der Leitung darf 1,1 nicht überschreiten. Zur Kontrolle ist an der Ausflußstelle des Verdünnungswassers ein Meßapparat einzufügen. Ferner ist an der Einleitungsstelle der Endlaugen eine wirksame Mischung mit dem Allerwasser herbeizuführen, auch muß die Zuführung nahe dem Wasserspiegel erfolgen.

6. Das Klär- und Aufspeicherungsbassin ist nach Art des Projekts vollständig zweiteilig auszuführen, und der Inhalt muß aus beiden Bassins mittels breiter Überfallwehre in das hinterliegende Abflußbassin abfließen.

7. In einem Liter Allerwasser dürfen bei der Ettenbütteler Brücke nicht mehr als 440 mg Salze enthalten sein.

8. Die Aufsichtsbehörde ist berechtigt, auf Kosten des Unternehmers nach ihrem Ermessen jederzeit Proben aus den Bassins, der Endlaugenableitung, sowie aus dem Flusse zu entnehmen und auf ihre Beschaffenheit untersuchen zu lassen und der Unternehmer ist gehalten, danach für notwendig erachtete Änderungen in der Einrichtung und den Mengen der Endlaugenableitung auf seine Kosten zu treffen.

9. Falls das noch zu erstattende Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates¹⁾ geringere Salzmengen, als vorstehend angegeben, im Flußwasser in irgend einer Hinsicht als schädigend erachtet, oder falls sich sonst ein Bedürfnis dazu ergeben sollte, kann eine Herabsetzung der Menge der abzuleitenden Endlaugen oder ein gänzlich Verbot der Ableitung ausgesprochen werden.

10. Es darf keinerlei Versickerung salzhaltiger Abwässer in den Untergrund des Fabrikgrundstücks oder eine andere als in dieser Genehmigung gestattete Ableitung von Endlaugen stattfinden; alle etwa sonst entstehenden Salzlaugen sind durch Eindampfen zu beseitigen.

Sämtliche eingedampften Rückstände müssen als Bergversatz unterirdisch in einer für das Grundwasser unschädlichen Weise verwandt werden. Über ein stattfindendes Verdampfen von Endlaugen ist unter Angabe der Mengen derselben und der dazu verwendeten Kohlenmengen Buch zu führen und dieses auf Verlangen vorzulegen bezw. einzusenden.

11. Bei wiederholt festgestellter Verletzung einer der vorstehenden Bedingungen kann die erteilte Genehmigung zur Ableitung von Endlaugen durch den Bezirks-Ausschuß zurückgezogen werden“.

Durch die Erhöhung der täglich zu verarbeitenden Menge von Carnallit in den bereits bestehenden Fabriken sowie durch die Eröffnung neuer Fabriken werden die Abwässer entsprechend vermehrt und es entsteht die Gefahr einer zu starken Verunreinigung des Flußwassers im Flußgebiete der Schunter, Oker und Aller. Bisher durften täglich in den Chlorkaliumfabriken

	Thiederhall	2500 dz	
	Beienrorde	2000 „	
	Asse	1000 „	
	im ganzen	5500 „	Carnallit verarbeitet werden;

künftig werden es in

	Thiederhall	2500 dz	
	Beienrode	2000 „	
	Asse	2500 „	
	Beendorf	1000 „	
	Einigkeit	3500 „	
	im ganzen	11500 „	Carnallit sein.

Gegen eine solche Vermehrung der Chlorkaliumindustrie sind von verschiedener Seite, insbesondere in den Kreisen Gifhorn und Celle Einsprüche erhoben worden. Im wesentlichen betreffen dieselben gesundheitliche, gewerbliche, landwirtschaftliche, und fischereiliche Interessen.

¹⁾ Es ist das vorliegende Gutachten gemeint.

1. In gesundheitlicher Beziehung wird befürchtet, daß das Flußwasser, auf welches manche Ortschaften (im Kreise Gifhorn) beim Versiegen der Brunnen angewiesen seien, ungenießbar für Menschen werde. Das Flußwasser sei wegen einer zu hohen Härte für den Hausgebrauch nicht mehr tauglich. Es wird darauf hingewiesen, daß durch einen Übertritt des Flußwassers zum Grundwasser auch das Brunnenwasser nachteilig beeinflusst werden könne.

2. Vom gewerblichen Standpunkte wird geltend gemacht, daß das salzreiche Flußwasser für manche Betriebe unbrauchbar werde oder nachteilige Wirkungen hätte; insbesondere kämen Zuckerfabriken, Gerbereien, Wäschereien, Bleichereien, Färbereien, Brauereien und eine Papierfabrik in Betracht. Als Speisewasser für Dampfkessel sei solches Flußwasser nachteilig.

3. Die Landwirtschaft befürchtet, daß durch die Bewässerung der Wiesen das salzreiche Flußwasser eine Schädigung des Graswuchses herbeiführe und daß es auch nicht mehr zum Tränken des Viehes brauchbar sei.

4. Die Fischerei erblickt in der Versalzung des Flusses eine starke Schädigung des Fischreichtums der betreffenden Flüsse.

Durch den Herrn Staatssekretär des Innern wurde der Reichsgesundheitsrat zu einer gutachtlichen Äußerung aufgefordert.

I. Die Wasserführung der Aller, Oker und Schunter.

Bearbeitet von Geheimen Oberbaurat Dr. **Æng.** Keller-Berlin.

1. Übersicht über die Flußläufe.

Gebietsflächen.

Die auf den Helmstedter Höhen bei Eggenstedt entspringende Aller gehört nur mit ihrer obersten Strecke bis Grafhorst (unterhalb Öbisfelde) dem Hügellande an, durchfließt aber weiterhin ebenes Gelände. Ihr mittleres Gefälle beträgt in dem 56,1 km langen Oberlaufe bis zur Grafhorster Schleuse 1,98‰ (1 : 505), im Mittellaufe von da bis Celle auf 89,6 km Lauflänge 0,27‰ (1 : 3730). Den vorwiegend nordnordwestlich gerichteten Oberlauf fassen niedrige Vorberge des Harzes ein, rechts die Alvenslebener Höhen, links die Helmstedter Höhen, auf denen die Wasserscheide gegen die zur Oker fließende Schunter liegt. Der Mittellauf folgt vom moorigen Becken des in das Elbegebiet hinüber reichenden Drömlings bis Celle mit vorwiegend westnordwestlicher Richtung dem südwestlichen Vorlande der Lüneburger Heide, aus der die Aller einige größere Nebenbäche von rechts empfängt. Auf der linken Seite können sich nur kleinere Nebenbäche entwickeln, da hier die bei Müden mündende Oker und die unterhalb Celle hinzutretende Fuhse den Zufluß größtenteils abfangen.

Während das Niederschlagsgebiet der Aller bei Gr. Bartensleben, wo die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beendorf einmünden, nur 175 qkm Flächeninhalt besitzt, wächst die Gebietsfläche bis zur Okermündung auf 1691 qkm an, hauptsächlich durch die Nebenbäche von der Lüneburger Heide. Um mehr als das Doppelte vergrößert sie sich durch Hinzutritt der Oker mit 1902 qkm großem Niederschlagsgebiet. Von hier bis Celle findet ein Gebietszuwachs von 901 qkm statt, gleichfalls vorzugsweise

auf der rechten Seite. Der Flächeninhalt mißt demnach unterhalb der Okermündung 3593 und am Ende des Mittellaufs bei Celle 4494 qkm. Abgesehen vom Hügellande des Vorharzes, das den Oberlauf der Aller speist und seine Abflüsse teilweise in die Oker sendet, entwässern deren Quellbäche auch eine nicht unbeträchtliche Fläche des Harzgebirges, etwa 240 qkm. Weitaus größer ist jedoch der dem Flachlande angehörige Teil des Niederschlagsgebiets. Oberhalb der Okermündung ist die Aller ein ausgesprochener Flachlandfluß mit vorherrschend sandig-mooriger Beschaffenheit seiner



Fig. 1.

Gebietsfläche. Auch unterhalb verändert der Fluß diese Eigenart nur wenig, besonders in Bezug auf seine Hochwasserverhältnisse, die für den Zweck dieser Darstellung nicht in Betracht kommen.

Übrigens büßen die mit großem Ungestüm aus den Schluchten des regenreichen Harzes hervorbrechenden Hochfluten der Oker von ihren stürmischen Eigenschaften viel ein durch mancherlei Abflußhindernisse in den unteren Strecken. Das mittlere Gefälle des 42,1 km langen Oberlaufes beträgt 17,9‰ (1 : 56), dagegen beim 52,9 km langen Mittellaufe bis zur Schuntermündung nur 0,49‰ (1 : 2030) und beim 30,2 km langen Unterlaufe 0,46‰ (1 : 2160). Als Endpunkt des Oberlaufes ist die Eckerbachmündung angenommen, wo sich die fächerartig zusammenfließenden Harzbäche

mit Ausnahme der Ilse sämtlich vereinigt haben. Als Trennungspunkt des vorherrschend nördlich gerichteten Mittel- und Unterlaufes der Oker gilt die Mündung ihres wichtigsten Nebenflusses, nämlich der mit der Aller im inneren Winkel annähernd parallel fließenden Schunter, deren 59,4 km langer Lauf 1,92‰ (1 : 521) mittleres Gefälle aufweist. Oberhalb ihrer Mündung mißt der Flächeninhalt des Okergebietes 1157, unterhalb 1760 qkm. Von dieser Stelle bis zur Einmündung in die Aller kommen keine nennenswerten Zuflüsse mehr hinzu, und die Gebietsfläche wächst nur noch um 142 qkm. Das 603 qkm große Schuntergebiet liegt im Flachlande und flachen Hügellande. Der zu letzterem gehörige Anteil entspricht ungefähr der 315 qkm großen Gebietsfläche bei Beienrode, wo die Abwässer der dortigen Chlorkaliumfabrik einmünden.

2. Beschaffenheit der Flußbetten, Stauanlagen.

Das Bett der Aller ist bei ihrem Oberlaufe in Lehm- oder Sandboden eingeschnitten. Da die lehmigen Bestandteile vom Wasser leicht fortgeführt werden, besteht die Sohle des Bettes meist aus Sand. Nach dem Eintritt in den Drömling werden die Ufer aus Moorboden gebildet, auf der Sohle bedeckt mit Sand, der aus den oberen Strecken zugewandert ist. Weiter unterhalb, wo der Talboden sandig wird, sind die Bettwandungen gewöhnlich sandig; stellenweise finden sich auf der Sohle Anhäuerungen von Kies, den bei Hochwasser die Seitengewässer einschwemmen, namentlich die Oker. Letztere hat am Austritt aus dem Harz große Schotterfelder abgelagert, die unterhalb Vienenburg allmählich an Korngröße des Schotters und Umfang abnehmen. In den Flachlandstrecken liegt das Flußbett in anfangs lehmigem, unterhalb der Schuntermündung meist sandigem Schwemmlande und zeigt die entsprechende Bodenbeschaffenheit. Oberhalb der Schuntermündung kommen Sandablagerungen selten vor; gewöhnlich ist die Sohle nebst den flach ansteigenden Ufern mit Schlamm bedeckt. Dagegen hat die Schunter, ähnlich wie die Aller, ein vorwiegend sandiges Bett. Vielfach ist der Flußlauf zur Verbesserung der Vorflut für die Talwiesen begradigt, teilweise auch mit Stau- und Grabenanlagen zur Wiesensbewässerung versehen worden.

Das Okerbett steht hiermit in ungünstigem Gegensatz, da nirgends ein durchgreifender Ausbau stattgefunden hat, nur die Mündungsstrecke ausgenommen, wo im Zusammenhange mit den aus der Oker gespeisten Bewässerungsanlagen eine Begradigung erfolgt ist. Die zahlreichen Stauwerke und Grabenableitungen der Oker, namentlich in der letzten Gebirgsstrecke bei Wolfenbüttel und bei Eisenbüttel oberhalb Braunschweig, dienen hauptsächlich zur Verwertung der Wasserkraft. Bei der Aller wird das starke Gefälle des Oberlaufes für den Betrieb vieler Mühlen benutzt, wogegen am Mittellaufe nur vier Stauwerke für solche Zwecke vorhanden sind, zuletzt das Wehr bei Celle. In erheblichem Umfange wird das Allerwasser für Bewässerungsanlagen am Allerkanale unweit Gifhorn und im Osterbruche oberhalb Celle verwandt. Die beiden größten Anlagen bei Müden-Nienhof und bei Langlingen liegen zwar im Allertale, erhalten aber das zur Bewässerung dienende Wasser aus der Oker. Der bei Weyhausen abzweigende und bei Brenneckenbrück mit dem Altläufe der Aller sich

wieder vereinigende Allerkanal bildet einen Teil des zur Verbesserung der Vorflut hergestellten Ausbaues der Aller. Dieser im Zusammenhang mit der umfangreichen Bodenverbesserung im Drömling bewirkte Ausbau erstreckt sich auf den Oberlauf von Weferlingen abwärts und den Mittellauf bis zur Okermündung. Von hier bis Celle haben nur an einzelnen Stellen Begradigungen und Flußbauten stattgefunden.

3. Unterlagen für die Darstellung des Abflußvorganges.

Als „Abflußvorgang“ bezeichnet man den durch Wechsel des Niederschlags und anderer klimatischer Erscheinungen bedingten Wechsel der Wasserstände und Wassermengen eines Flusses im Kreislaufe des Jahres. Die Wasserstände werden an Pegeln, in der Regel täglich einmal zu bestimmter Stunde, beobachtet. Die Messung der Wassermengen erfolgt durch Ermittlung der Querschnittsfläche bei verschiedenen Wasserständen und der mittleren Geschwindigkeit des diese Fläche durchfließenden Wassers. Unter Hinweis auf die eingehenden Angaben im *Weser-Werke*¹⁾ sei hier nur kurz erwähnt, daß für den Mittellauf der Aller die beiden Pegelstellen Brenneckenbrück ober- und Celle unterhalb der Okermündung in Betracht kommen, für die Oker die beiden Pegelstellen Wolfenbüttel ober- und Meinersen unterhalb der Schuntermündung, wogegen für die Schunter regelmäßige Pegelbeobachtungen fehlen. Diejenigen bei Brenneckenbrück liefern ein genügend genaues Bild über den natürlichen Wechsel der Wasserstände. Am Pegel zu Celle besitzt die Wasserstandsbewegung infolge der Bedienung der Freischleusen des oberhalb befindlichen Wehres nicht ganz das natürliche Gepräge. Viel weniger ist dies der Fall am Pegel zu Wolfenbüttel, der in einem Umflutkanal oberhalb der in ihn eingebauten Schleuse liegt, und am Pegel zu Meinersen, der sich im Stau des dortigen Wehres befindet.

Für die beiden Pegelstellen an der Oker kann daher keine gesetzmäßige Beziehung zwischen den Wasserständen und den bei jedem Wasserstande abfließenden Wassermengen festgestellt werden, weil durch die Handhabung der beweglichen Teile der Stauanlagen zu oft und in zu großem Maße künstliche Hebungen oder Senkungen stattfinden. Dagegen hat sich für Celle aus 16 mit dem hydrometrischen Flügel ausgeführten Messungen, für Brenneckenbrück aus 4 derartigen Messungen das zwischen den Wasserständen und Wassermengen bei Klein- und Mittelwasser bestehende Gesetz zuverlässig genug bestimmen lassen, um an Stelle der regelmäßig beobachteten Wasserstände die gleichzeitigen Wassermengen setzen zu können.

Für die Oker hat seit August 1890 die Direktion der städtischen Licht- und Wasserwerke zu Braunschweig die täglichen Abflußmengen nach Beobachtungen an den Wehren bei Eisenbüttel (oberhalb Braunschweig) berechnen lassen. Auch abgesehen davon, daß man die in den Formeln für den Durchfluß durch die Betriebschützen vorkommenden Koeffizienten nur näherungsweise richtig zu schätzen vermag, entsprechen gerade bei Kleinwasser die berechneten Abflußmengen nicht immer der natürlichen Wasserführung. Denn erstens macht sich zur Kleinwasserzeit die Handhabung der Schützen bald durch vorübergehende Verminderung, bald durch Ver-

¹⁾ „Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse“. Herausgegeben von H. Keller. Bd. IV. Die Aller und die Ems. Berlin, D. Reimer, 1901.

mehrung der Abflußmenge am stärksten geltend. Zweitens spielen alsdann die mannigfachen Wasserverluste durch Undichtigkeit der Stauwerke u. s. w., die sich nicht in Rechnung stellen lassen, eine größere Rolle als sonst. Zweifellos hat die wirkliche Abflußmenge bei der Wasserklemme im Juli 1893 nicht 0,19 cbm/sek betragen, wie angegeben wird, sondern weit mehr. Dies geht schon daraus hervor, daß bei der ähnlich nachhaltigen Wasserklemme des Sommers 1904 durchweg viel größere Niedrigwassermengen gefunden worden sind; die kleinste wurde am 4. September 1904 auf 1,10 cbm/sek ermittelt.

Um den Mangel längerer Reihen von Wasserstandsbeobachtungen und genauer Wassermengenmessungen für die Schunter einigermaßen auszugleichen, hat seit Juli 1901 die braunschweigische Straßen- und Wasserbauverwaltung an zahlreichen Tagen Messungen vornehmen lassen, die ein wohl ungefähr zutreffendes Bild über den Abflußvorgang dieses Flößchens liefern. Das hierbei angewandte Verfahren, die mittlere Geschwindigkeit abzuleiten aus der mit Schwimmern gemessenen Oberflächengeschwindigkeit, ist freilich bei weitem nicht so zuverlässig, wie die Messung der Geschwindigkeit mit dem hydrometrischen Flügel. Indessen hätte man eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Wasserständen und Wassermengen nicht feststellen können, weil sie unter der Einwirkung der in der Schunter vorhandenen Stauschleusen stehen, so daß einem bestimmten Wasserstande nicht immer dieselbe Wassermenge entspricht. Die meisten Messungen haben bei Harxbüttel stattgefunden, wenige Kilometer oberhalb der Schuntermündung, nachdem vorher eine Anzahl von Messungen an anderen Orten zwischen diesem Punkte und der oberhalb gelegenen Mittelriedemündung vorgenommen worden war. Um auch für die Schunter bei Beienrode einigen Anhalt zur Beurteilung der Wasserführung zu gewinnen, hat die preußische Wasserbauverwaltung 1903 zwei Schwimmermessungen und am 21. Juli 1904 eine genaue Flügelmessung ausführen lassen, die auf einen seit Dezember 1902 regelmäßig beobachteten Pegel unterhalb der Einmündung der Abwässer des Kaliwerkes Beienrode bezogen sind.

Mit größerer Zuverlässigkeit hat sich die Wasserführung des Oberlaufes der Aller bei Gr.-Bartensleben unterhalb der Einmündung der Abwässer des Kaliwerkes Beendorf ermitteln lassen. Ein dort errichteter Pegel ist allerdings nur vom April 1904 bis Januar 1905 regelmäßig beobachtet worden. Während dieser Zeit wurden aber sieben genaue Flügelmessungen ausgeführt, die für Klein- und Mittelwasser die Beziehungen zwischen Wasserstand und Wassermenge mit aller wünschenswerten Schärfe festlegen. Durch Vergleich mit den Wasserständen am Pegel zu Brenneckenbrück kann man schätzungsweise finden, welche Wasserstände bei Gr.-Bartensleben etwa gleichwertig mit denjenigen jenes länger beobachteten Pegels sind, was dann Rückschlüsse auf die Wasserführung in einer mehrjährigen Reihe gestattet.

Ebenso wie für den Oberlauf der Aller sind für den Mittellauf unterhalb der Okermündung und für die Aller unterhalb Celle durch die preußische Wasserbauverwaltung genaue Flügelmessungen zum Zwecke des vorliegenden Gutachtens vorgenommen worden. Während sich für die Aller unterhalb Celle, wie bereits erwähnt, das zwischen den Wasserständen und Wassermengen bestehende Gesetz feststellen

ließ, war dies für die Flußstrecke unterhalb der Okermündung nicht möglich, einerseits wegen der übergroßen Veränderlichkeit der Flußsohle, andererseits wegen der unregelmäßigen Entnahme und Wiederaufführung von Bewässerungswasser und wegen des Stauwehres bei Langlingen. Eine am 20. September 1904 bei Nienhof bewirkte Niedrigwassermessung zeigte, daß die dort gefundene Wassermenge zu der gleichzeitig bei Celle abgeflossenen Wassermenge im gleichen Verhältnis stand wie die Gebietsfläche unterhalb der Okermündung zu derjenigen unterhalb Celle. Ohne Gefahr eines groben Fehlers wird man dieses Verfahren auch für die Ableitung der Wassermengen bei mäßig höheren Wasserständen, etwa bis zu Mittelwasser hinauf, aus den bekannten Werten bei Celle anwenden dürfen.

Die hierbei für das 901 qkm große Niederschlagsgebiet zwischen der Okermündung und Celle als gültig angenommenen Abflußzahlen (Sekundenliter fürs Quadratmeter = sl/qkm) dürften bei mittleren Abflußverhältnissen auch für die kleinen Gebietsflächen gelten, um die das Okergebiet von Eisenbüttel bis zur Schuntermündung und von da bis zur Einmündung der Oker in die Aller anwächst, nämlich um 78 und 142 qkm. Da andererseits bekannt ist, was die Schunter und was die Aller oberhalb der Okermündung hinzubringen, reichen die vorhandenen Angaben aus, um annähernd richtig für kleine und mittlere Wasserstände die Wassermengen an folgenden Stellen mitzuteilen:

in der Aller

a) Oberlauf bei Gr.-Bartensleben	Gebietsfläche	175 qkm
b) Mittellauf oberhalb der Okermündung	„	1691 „
c) Mittellauf unterhalb der Okermündung	„	3593 „
d) Ende des Mittellaufs bei Celle	„	4494 „

in der Oker

e) Ende des Mittellaufs oberhalb Schuntermündung	„	1157 „
f) Anfang des Unterlaufs unterhalb Schuntermündung	„	1760 „
g) Ende des Unterlaufs an der Mündung	„	1902 „

in der Schunter

h) obere Schunter bei Beienrode	„	315 „
i) untere Schunter an der Mündung	„	603 „

4. Bewegung und Häufigkeit der Wasserstände.

Um an der Hand einer hinreichend langen Beobachtungsreihe in möglichst wenigen Zahlen ein Bild des Abflußvorganges zu geben, pflegt man außer dem Gesamtmittel die Mittelwerte aller in jedem Monat und in beiden Halbjahren gemachten Tagesbeobachtungen zu bilden, wobei das Winterhalbjahr vom 1. November bis 30. April, das Sommerhalbjahr vom 1. Mai bis 31. Oktober gerechnet wird. Aus den höchsten und niedrigsten Tagesbeobachtungen jedes einzelnen Monats, Halbjahres und Jahres berechnet man sodann die mittleren Grenzen der Wasserstandsbewegung für die zugrundegelegte Beobachtungsreihe. Die Kenntnis der äußersten Wasserstände gibt das Maß der größten Schwankung, die sich in einer längeren Reihe von Jahren vollzieht.

Beispielsweise zeigt die nachstehende bildliche Darstellung der monatlichen Mittelwerte und mittleren Grenzen für die Jahre 1871/1900, wie im Kreislauf des Jahres die Wasserstände am Pegel zu Brenneckenbrück vom September bis zum März zu- und dann wieder abnehmen. Die schraffierte Linie kennzeichnet das monatliche Mittelwasser (MW), die darüber liegende das aus den höchsten Tagesbeobachtungen

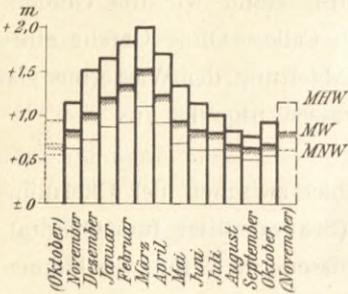


Fig. 2.

jedes einzelnen Monats berechnete mittlere Hochwasser (MHW), die darunter liegende ebenso das mittlere Niedrigwasser (MNW). Vergleicht man beide Halbjahre, so läßt schon ohne weiteres die Abbildung erkennen, daß das Mittelwasser des Winters (1,17 m a. P.) größer sein muß als dasjenige des Sommers (0,74 m a. P.). Erheblich größer ist der Unterschied für das mittlere Hochwasser (2,23 m a. P. im Winter, 1,51 m a. P. im Sommer), erheblich kleiner für das mittlere Niedrigwasser (0,56 m a. P. im Winter, 0,48 m a. P. im

Sommer). Während die größte Schwankung der Wasserstände zwischen dem höchsten Hochwasser (HHW = 2,69 m a. P.) und dem niedrigsten Niedrigwasser (NNW = 0,20 m a. P.) 2,49 m beträgt, ist die mittlere Schwankung für die Jahre 1871/1900 nur 1,79 m groß. Denn die für das Jahresmittel gültigen Werte betragen (in m a. P. Brenneckenbrück)

1871/1900:	MNW = 0,45	MW = 0,95	MHW = 2,24
1896/1903:	„ = 0,30	„ = 0,93	„ = 2,36.

Der kürzere Zeitraum 1896/1903, den wir bei den weiteren Betrachtungen benutzt haben, liefert für das Mittelwasser nahezu dieselbe Zahl wie die langjährige Reihe und nähert sich in den Grenzwerten mehr als diese den äußersten Wasserständen, eignet sich also gut für allgemeine Schlußfolgerungen.

Von gleicher Wichtigkeit wie die Mittelwerte sind die Zahlen, welche die Häufigkeit der Wasserstände angeben. Zu wissen, wie oft ein Wasserstand von bestimmter Höhe durchschnittlich im Laufe des Jahres vorgekommen ist, hat besonders für den Zweck der vorliegenden Untersuchung großen Wert. Durch Auszählung findet man z. B. für den Pegel zu Brenneckenbrück, daß von 10957 Tagesbeobachtungen der Jahre 1871/1900 nur 31 unter 0,25 m a. P., 1317 zwischen 0,25 und 0,50 m a. P., 3093 zwischen 0,50 und 0,75 m a. P., 2870 zwischen 0,75 und 1,00 m a. P., schließlich wieder nur 20 über 2,50 m a. P. ergeben haben. Da das langjährige Mittelwasser auf 0,95 m a. P. liegt, so fanden an 31 + 1317 + 3093 + 2870 Tagen Wasserstände unter oder nur wenig über Mittelwasser statt, d. h. an 66,7% sämtlicher Tage der 30jährigen Beobachtungsreihe. Für das Winterhalbjahr beträgt die prozentische Häufigkeit der unter 1,00 m a. P. bleibenden Wasserstände nur 47,5%, steigt dagegen für das Sommerhalbjahr auf 85,7%. Infolge des Vorherrschens kleiner Wasserstände im Sommer stellt sich überhaupt der Prozentsatz der Wasserstände, der eine bestimmte Höhe nicht überschreitet, für den Sommer durchweg höher als für den Winter, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Prozentische Gesamtzahl der Wasserstände, die unter der in Spalte 1 angegebenen Höhe verblieben sind,

für 1871/1900 a. P. Brenneckenbrück

Höhe m a. P.	Winter %	Sommer %	Jahr %
2,50	99,6	100,0	99,8
2,00	88,8	99,5	94,2
1,50	73,4	97,3	85,5
1,00	47,5	85,7	66,7
0,75	24,7	56,1	40,5
0,50	4,8	19,7	12,3
0,25	0,3	0,3	0,3

Trägt man, wie die nachstehende Abbildung zeigt, die Wasserstandshöhen als Ordinaten, die prozentischen Wasserstandszahlen (oder die entsprechenden Zahlen der Tage im Durchschnittsjahre) als Abszissen auf, so ergibt sich eine geschwungene Linie, die mit einem Blicke erkennen läßt, wie lange die Lage des Wasserstandes unter und über einer beliebigen Höhe insgesamt gedauert hat. Ebenso wie diese als Wasserstands-dauerlinie bezeichnete Linie für das ganze Durchschnittsjahr aufgetragen ist,

würde man sie auch für das Winter- oder Sommerhalbjahr auftragen können. Für unseren Zweck reicht die Kenntnis der Jahreswasserstands-dauerlinie bis etwa zur Mittelwasserhöhe aus, weil bei höheren Wasserständen die Verunreinigung durch die Abwässer der Kaliwerke weniger von Bedeutung ist. Aus der oben mitgeteilten Tabelle für Brenneckenbrück läßt sich entnehmen, wie

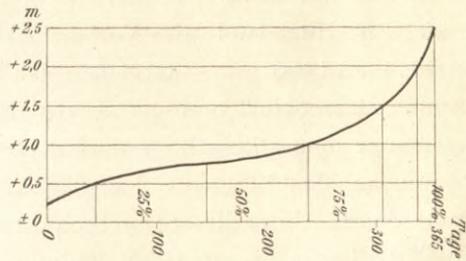


Fig. 3.

groß bei jeder Wasserstandsstufe der Unterschied zwischen der winterlichen und sommerlichen Wasserstands-dauer gegen die jährliche Dauer ist.

Das Überwiegen der höheren Wasserstände im Winterhalbjahr ist nicht etwa eine Folge größerer Niederschläge im Winter, sondern liegt in erster Linie daran, daß das Abflußverhältnis (d. h. das Verhältnis zwischen den abfließenden und den als Niederschlag fallenden Wassermassen) im Winter weit größer als im Sommer ist, namentlich infolge der geringeren Verluste durch Verdunstung und Pflanzenverbrauch. Denn der regenreichste Monat ist sowohl im Flachlande als auch im Gebirge der Juli. Im Flachlande ähneln ihm am meisten die beiden Hochsommermonate Juni und August, wogegen der September erheblich zurückbleibt, Oktober/Dezember wieder eine kräftige Zunahme zeigen. Im Harzgebirge fallen im Dezember fast ebenso große Niederschläge wie im Juli, erheblich mehr als im Juni und August. Die kleinsten Niederschläge treffen überall auf den Januar/Februar oder den April, während im März eine Steigerung stattfindet. Letztere trägt zwar einigermaßen dazu bei, daß dieser Monat die höchsten Wasserstände aufweist. Den Hauptanteil an der Wasserfülle im März hat indessen das Abschmelzen der bis dahin angesammelten Schneemengen. Da

die Schneeschmelze oft schon früher stattfindet, zeigen auch die Wintermonate Januar-Februar hohe Wasserstände. Im Oktober/Dezember ist die bereits erwähnte Zunahme der Niederschläge grundlegend für die Erhöhung der Wasserstände, indem vor dem Beginne der Schmelzfluten durch die Herbst- und Frühwinterregen namhafte Regenfluten einzutreten pflegen. Nach dem Ablaufe der Schmelzfluten im Frühjahr sinken die Wasserstände rasch bis zum September hin ab, ohne daß die sommerliche Zunahme der Regenmengen dem Einhalt tun könnte, weil zu viel verloren geht. Denn die starken Sommerregen, die in der oberen Oker zuweilen stürmische Hochfluten erzeugen, treffen meist nur kleine Gebietsflächen und bleiben ohne nachhaltige Wirkung zeitlich und räumlich. Andererseits verschwindet die Speisung aus den bei der Schneeschmelze versickerten Wassermassen durch Quellen und Grundwasserströme mehr und mehr, je weiter der Sommer vorschreitet.

Die Größe des Abflußverhältnisses wechselt nach der vorstehenden Betrachtung im Kreislaufe des Jahres sehr erheblich. Sie ist aber auch für die einzelnen Gebietsflächen verschieden groß je nach der Bodenbeschaffenheit, Geländeform und mittleren Niederschlagshöhe. Unter sonst gleichen Bedingungen fließen erfahrungsmäßig aus niederschlagsreichen Gebieten nicht nur absolut, sondern auch relativ größere Wassermassen ab. Während die mittlere jährliche Niederschlagshöhe im Flachlande des oberen und mittleren Allergebietes durchschnittlich nur 580 mm beträgt, erhebt sie sich im Hügellande des Vorharzes stellenweise über 700 und im Gebirgslande des Harzes über 1400 mm. Obgleich der niederschlagsreiche Anteil des Okergebietes bei Eisenbüttel erheblich geringer als der niederschlagsärmere des Hügel- und Flachlandes ist, kommt dem Okergebiet dort doch eine mittlere jährliche Niederschlagshöhe von 790 mm zu, den übrigen Gebietsflächen dagegen durchschnittlich nur eine solche von etwa 600 mm. Unter dieser Durchschnittszahl bleiben die Gebiete des Oberlaufes der Aller, ihres Mittellaufes bis zur Okermündung, sowie diejenigen der unteren Oker und unteren Schunter. Über der Durchschnittszahl liegen die Niederschlagshöhen des Gebietes der oberen Schunter und der Seitengewässer, die unterhalb der Okermündung in den Mittellauf der Aller fließen.

Noch mehr als durch die reichlicheren Niederschläge wird durch die Bodenbeschaffenheit und Geländeform ihres Gebietes die Vorherrschaft der Oker über die obere Aller gesteigert, besonders bei höheren Wasserständen. Zur Hochwasserzeit übernimmt sie die Führung beim Verlauf der Flutwellen in der Aller bis zur Leinemündung. Aber auch bei mittleren, in geringerem Maße bei kleinen Wasserständen führt sie mehr Wasser in die Aller, als der Mehrgröße ihres Niederschlagsgebietes im Vergleich zur Fläche des Allergebietes oberhalb der Okermündung entspricht. Erst nach Aufnahme der Oker wird die Aller, bis dahin ein ziemlich unbedeutendes Flüsschen, zu einem Flußlauf, der unterhalb Celle zur Schifffahrt dient.

5. Zusammensetzung der Wassermassen der Aller unterhalb Celle aus den Ursprungflüssen.

Wie oben erwähnt, ist die gesetzmäßige Beziehung zwischen den Wasserständen und Wassermengen für die Aller unterhalb Celle durch genaue Messungen der sekundlichen Wassermengen (cbm/sek) in zuverlässiger Weise festgelegt und mit

größerer Sicherheit bekannt als für alle übrigen Stellen der Ursprungflüsse. Die bildliche Darstellung dieses Gesetzes ist in Fig. 5 in der Linie d (Wassermengenlinie) aufgetragen. Weil die aus leicht beweglichem Sande bestehende Sohle des Flußbettes ihre Höhenlage zeitweilig in gewissen Grenzen ändert, bleibt jene gesetzmäßige Beziehung nicht immer genau dieselbe. Da die von uns benutzten Messungen der Wassermengen in den letzten Jahren stattgefunden, ältere Messungen aber etwas abweichende Ergebnisse geliefert haben, darf man beim Vergleich mit den Wasserständen nicht zu weit zurückgreifen, nicht über das Jahr 1896 hinaus. Um nicht auf das zufällige Verhalten eines einzelnen Jahres angewiesen zu sein, empfiehlt es sich jedoch, mit den Mittelwerten einer nicht gar zu kurzen Jahresreihe zu rechnen. Gewählt ist die Jahresreihe 1896/1903. Wie wir oben nachgewiesen haben, stimmen ihre Mittelwerte am Pegel zu Brenneckenbrück genügend mit denen der langjährigen Reihe 1871/1900 überein. Für 1896/1903 haben die wichtigsten, nicht höher als das Jahres-Mittelwasser gelegenen Mittelwerte am Pegel zu Celle und die zugehörigen Wassermengen betragen:

(MW) Mittelwasser des Jahres	= + 0,95 m a. P. = 24,7 cbm/sek
(MSW) Mittelwasser des Sommers	= + 0,65 „ „ „ = 19,0 „
(MNW) Mittleres Niedrigwasser des Jahres	= — 0,04 „ „ „ = 7,5 „
(NNW) Niedrigstes Niedrigwasser	= — 0,34 „ „ „ = 3,2 „

Aus einer für die Aller unterhalb Celle im betrachteten Zeitraume gezeichneten Wasserstandsdauerlinie ergab sich, daß das Jahres-Mittelwasser durchschnittlich im Jahre an 217 Tagen nicht überschritten wird, ebenso der dem Mittelwasser des Sommers entsprechende Wasserstand an 151 Tagen, das mittlere Niedrigwasser an 5 Tagen, während das niedrigste Niedrigwasser nur vereinzelt im Juli 1901 und im Sommer 1904 eingetreten ist. Bildet man nun die (hier nicht mitgeteilte) Wasserstandsdauerlinie in der Weise um, daß an die Stelle der Wasserstände die zugehörigen Wassermengen treten, so entsteht eine für die Aller unterhalb Celle gültige Wassermengendauerlinie. Diese in Fig. 4 mit d bezeichnete Linie läßt erkennen, an wie vielen Tagen im Jahr durchschnittlich die Wasserführung eine bestimmte Menge (cbm/sek) nicht überschritten hat. Da die Wassermengen senkrecht, die Tage wagerecht aufgetragen sind, so gibt der wagerechte Abstand zweier Wassermengen-Ordinaten die Zahl der Tage an, in denen die Wasserführung größer als die erste und kleiner als die zweite Menge war. Beispielsweise stehen die Ordinaten für MW und MSW um $217 - 151 = 66$ Tage voneinander ab; da MW der Wassermenge 24,7 cbm/sek und MSW der Wassermenge 19,0 cbm/sek entspricht, hat an 66 Tagen die Wasserführung zwischen 19,0 und 24,7 cbm/sek betragen. Die vom betreffenden Teile der Wassermengendauerlinie oben, den beiden Ordinaten seitlich und der Grundlinie unten begrenzte Fläche stellt die Wassermasse dar, die bei einer Wasserführung von mehr als 19,0 und weniger als 24,7 cbm/sek durchschnittlich im Jahre abgeflossen ist. Die ganze, von der Wassermengendauerlinie d oben und der Grundlinie unten begrenzte Fläche links von der MW-Ordinate entspricht der gesamten, bei einer Wasserführung von nicht mehr als 24,7 cbm/sek in der Aller unterhalb Celle abgeflossenen jährlichen Wassermasse.

Fig. 5a.

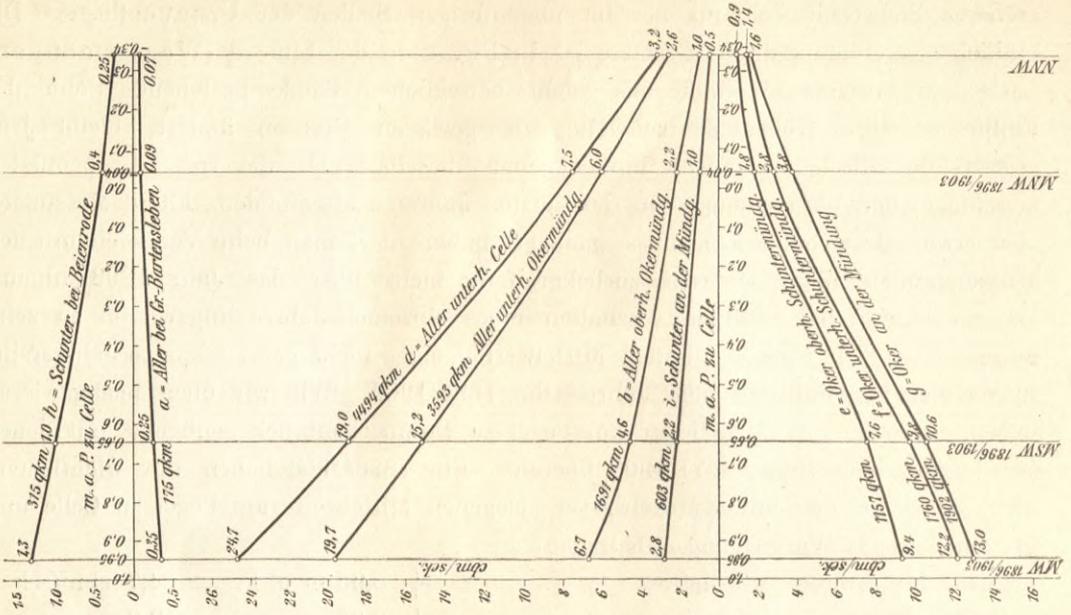


Fig. 5.

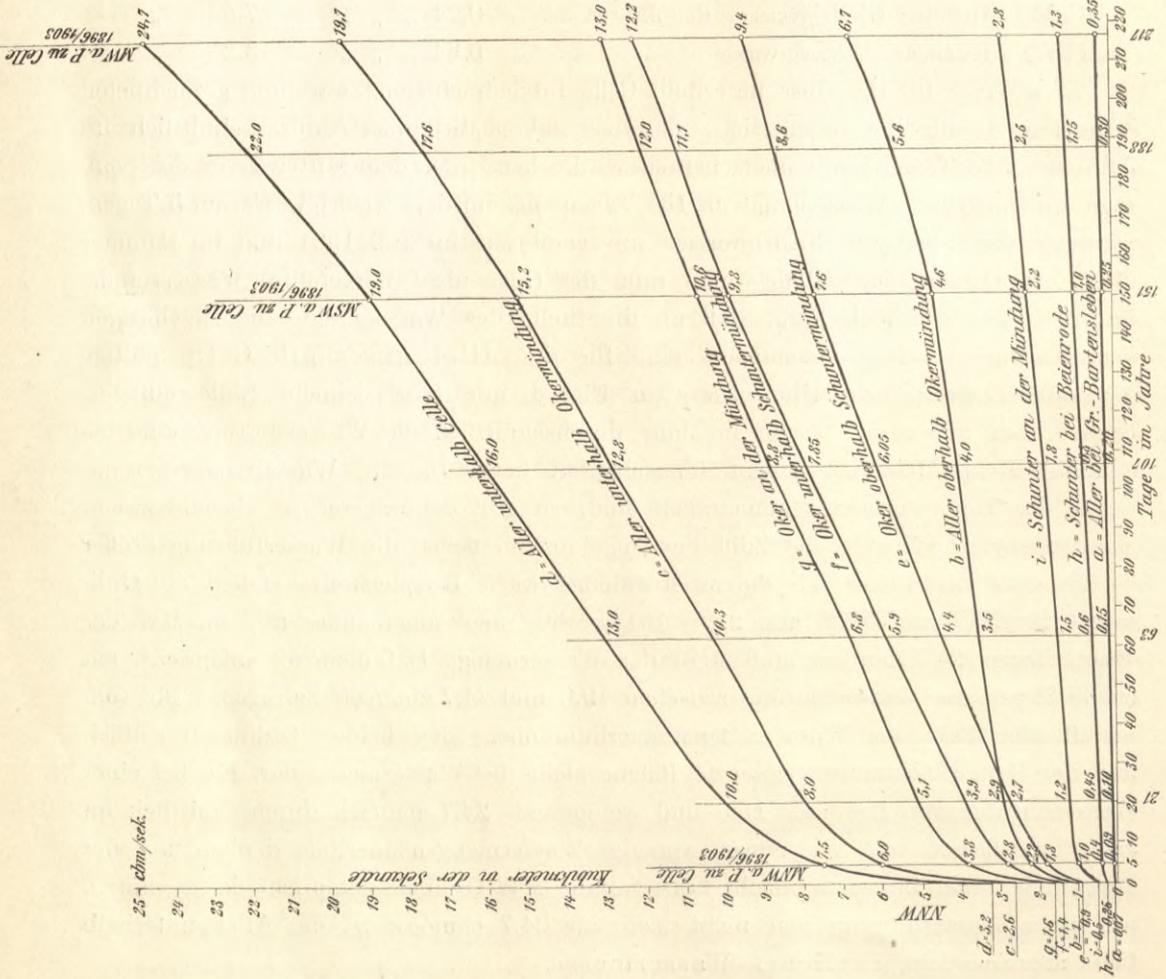


Fig. 4.

Um zu ermitteln, wie sich diese Wassermasse aus den einzelnen Ursprungflüssen zusammensetzt, muß man die auf den Pegel zu Celle bezogenen Wassermengendauerlinien für die verschiedenen, (vergl. S. 13) früher mit a, b, c, e, f, g, h, i benannten Stellen der Aller, Oker und Schunter entwerfen. Dies ist nur näherungsweise möglich, da dieselbe Wasserführung bei Celle durch verschiedenartiges Zusammenwirken der Ursprungflüsse erzeugt werden kann. Je länger die Jahresreihe ist, für welche die durchschnittliche Zusammensetzung ermittelt wird, um so mehr nähert sich das gewonnene Bild der Wahrheit. Streng richtig ist es nur für die Aller unterhalb Celle, dagegen für die übrigen Wasserläufe bloß wahrscheinlich. Bei der Dürftigkeit der Unterlagen muß man sich mit einer solchen Annäherung begnügen, deren Fehler aber deshalb auf ein nicht zu großes Maß beschränkt werden, weil die Summe der Abflußmassen aus den einzelnen Gebietsflächen ebenso groß sein muß, wie die genau bekannte Wassermasse der Aller am Ende ihres Mittellaufs bei Celle.

Die als Grundlage der Ermittlung dienende Wassermengenlinie d für die Aller unterhalb Celle ist in Fig. 5 rechts von der Ordinate aufgetragen, welche die Wasserstände am dortigen Pegel angibt. Um die auf den Pegel zu Celle bezogenen Wassermengendauerlinien entwerfen zu können, müssen nun zunächst die auf diesen Pegel bezogenen Wassermengenlinien a, b, c, e, f, g, h, i für die in Frage kommenden Stellen der Ursprungflüsse ermittelt und in Fig. 5 dargestellt werden. Ohne weiteres geht dies für die Aller unterhalb der Okermündung an; die zugehörige Wassermengenlinie c ist neben d auf der rechten Seite aufgetragen. Die auf derselben Seite folgende Wassermengenlinie b für die Aller oberhalb der Okermündung war zunächst auf den Pegel zu Brenneckenbrück bezogen und mußte durch Feststellung der Beziehungen zwischen den Angaben dieses Pegels und desjenigen zu Celle auf diesen übermittelt werden. Das hierbei angewandte Verfahren der Bestimmung gleichwertiger Wasserstände und der zugehörigen Wassermengen hat auch für die Übermittlung der übrigen auf andere Pegel bezogenen Wassermengenlinien auf den Pegel zu Celle Anwendung gefunden. Benutzt wurden hierbei die regelmäßig beobachteten Pegel zu Meinersen und Wolfenbüttel in der Oker, ferner die kurzen und teilweise unvollständigen Reihen der Wasserstandsbeobachtungen bei Gr.-Bartensleben (Aller), Beienrode und Harxbüttel (Schunter), sowie die Angaben über die Wassermengen bei Gr.-Bartensleben (Aller), Eisenbüttel (Oker), Beienrode und Harxbüttel (Schunter).

Die für die Oker bei Eisenbüttel gefundene Wassermengenlinie erhielt einen dem Gebietszuwachs bis zur Schuntermündung angemessenen Zuschlag, um die Linie e links von der Pegel-Ordinate auftragen zu können. Durch Summierung ihrer wagerecht gezeichneten Wassermengen mit denen der rechts aufgetragenen Linie i für die Schunter an der Mündung ergab sich die links aufgetragene Linie f für die Oker unterhalb der Schuntermündung. Schließlich wurde die Linie g für die Oker an der Mündung durch Abzug der zu den Linien c und b gehörigen Wassermengen entworfen. Die Abstände der Linien f und g stellen die Zunahme der Wassermengen längs dem Unterlaufe der Oker dar. Für die mittleren Pegelstände entspricht diese Zunahme derjenigen in der Aller unterhalb der Okermündung im Verhältnis zum Gebietszuwachs.

Für die kleineren Pegelstände ist sie dagegen verhältnismäßig größer, namentlich für MNW, was aber wohl zutreffen dürfte, da auch aus anderen Gründen eine reichliche Grundwasserspeisung der unteren Oker wahrscheinlich ist. Für die Aller bei Gr.-Bartensleben und für die Schunter bei Beienrode sind die auf den Pegel zu Celle bezogenen Wassermengenlinien in Fig. 5a aufgetragen mit viermal so großem Maßstab der Wassermengen-Abszissen.

Die Ordinaten für MW, MSW, MNW und NNW, bezogen auf die Jahresreihe 1896/1903 am Pegel zu Celle, schneiden die genannten Wassermengenlinien derart, daß die Abstände von der Pegel-Ordinate angeben, welchen Beitrag die betreffende Stelle der Ursprungflüsse durchschnittlich zur Wasserführung der Aller bei Celle liefert. Beispielsweise kommt bei Mittelwasser zwischen der Okermündung und Celle eine Wassermenge von $24,7 - 19,7 = 5,0$ cbm/sek aus dem 901 qkm großen Gebietszuwachs des unteren Mittellaufs in die Aller. Zu jenen 19,7 bringt durchschnittlich die Aller oberhalb der Okermündung nur 6,7, dagegen die Oker 13,0 cbm/sek, also weit mehr, als der Mehrgröße ihres Niederschlagsgebietes entspricht.

Zu diesen 13,0 liefert die Oker oberhalb der Schuntermündung 9,4, die Schunter 2,8 und der Gebietszuwachs längs des Unterlaufes 0,8 cbm/sek. Daß die Oker aus ihrem Mittel- und Oberlaufe bei mittleren und mehr noch bei hohen Wasserständen eine sehr reichliche Wassermenge herabsendet, ist schon früher erwähnt worden. Die Zahlen 9,4 cbm/sek für MW 1896/1903 und 7,6 cbm/sek für MSW 1896/1903 stimmen gut überein mit den auf völlig andere Weise berechneten, im Weser-Werke (Band IV Seite 308) mitgeteilten Zahlen, die für 1891/1900 die mittlere Jahreswassermenge der Oker bei Eisenbüttel auf 9,6 und die mittlere Sommerwassermenge auf 7,5 cbm/sek angeben. Die Niedrigwassermengen für die Oker fallen bei Berücksichtigung der Häufigkeit größer aus, als bisher angenommen wurde, weil die vereinzelt gemessenen Kleinstmengen, die aus den früher (vgl. S. 11/12) angegebenen Gründen der wirklichen Wasserführung nicht entsprechen, dabei an Bedeutung verlieren. Auch für die Aller oberhalb der Okermündung zeigen unsere Ermittlungen genügende Übereinstimmung mit den Angaben des Weser-Werkes (Band IV Seite 282), die auf den Pegel zu Brenneckenbrück und die Jahresreihe 1871/1900 bezogen sind:

MW des Jahres a. P. Brenneckenbrück 6,7, a. Pegel Celle 6,7 cbm/sek

MW des Sommers a. P. „ 4,4, „ „ „ 4,6 „

MNW des Jahres a. P. „ 2,0, „ „ „ 2,2 „

Daß es nicht zulässig ist, aus den für die Oker bei Eisenbüttel ermittelten Abflußzahlen, in Sekundenlitern für 1 qkm Niederschlagsgebiet ausgedrückt (sl/qkm), Rückschlüsse auf andere Strecken der Ursprungflüsse zu ziehen, ergibt sich ohne weiteres bei einem Blick auf die S. 279 mitgeteilte Tabelle der sekundlichen Abflußzahlen.

Wie nach unseren früheren Angaben über die Eigenart der einzelnen Teile des Aller- und Okergebietes zu erwarten war, zeigt die Tabelle in Spalte e für die Oker oberhalb der Schuntermündung bei MW und MSW weit größere Abflußzahlen als in den anderen Spalten für die übrigen Flußstrecken. Auch bei Niedrigwasser wird die Oker schon oberhalb der Schuntermündung, namentlich aber durch die Schunter und

Sekundliche Abflußzahlen (sl/qkm).

	1896	a	b	(c) d	e	(f) g	h	i
	1903	Aller			Oker		Schunter	
WM		2,0	4,0	5,5	8,1	6,8	4,1	4,6
MSW		1,4	2,7	4,2	6,6	5,6	3,2	3,6
MNW		0,5	1,3	1,7	1,6	2,0	1,3	1,7
NNW		0,4	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
qkm		175	1691	(3593) 4494	1157	(1760) 1902	315	603

längs des Unterlaufs, besser gespeist als die Aller oberhalb der Okermündung. Die Schunter selbst zeigt nach unten hin eine nicht unerhebliche Zunahme der Abflußzahlen. Mehr noch ist dies der Fall bei der Aller zwischen Gr.-Bartensleben und der Okermündung. Daß sie in ihrem Quellgebiet bei den hier in Betracht kommenden Wasserständen sehr geringe Abflußzahlen hat, geht aus den zuverlässigen Messungen bei Gr.-Bartensleben sicher hervor.

Nachdem in Fig. 5 die Wassermengelinien für die einzelnen Stellen der Ursprungflüsse aufgetragen waren, ließen sich mit genügender Genauigkeit die zugehörigen Wassermengendauerlinien in Fig. 4 entwerfen. Man braucht nur die in Fig. 5 wagerecht dargestellten sekundlichen Wassermengen mit dem Zirkel abzugreifen und in Fig. 4 senkrecht aufzutragen, wobei beachtet werden muß, daß der Maßstab für die Wassermengen bei Fig. 4 doppelt so groß wie bei Fig. 5 und halb so groß wie bei 5a ist. Für die Aller unterhalb Celle war die Wassermengendauerlinie d und ihre Beziehung zur Wassermengelinie d gegeben, hierdurch also die Lage der Wassermengen-Ordinaten in Fig. 4 bestimmt. Jede dieser Ordinaten entspricht einem gewissen Zustande der Wasserführung unterhalb Celle, z. B. MW 1896/1903, MSW 1896/1903 usw. Ebenso gibt für jeden Ursprungfluß die senkrecht in Fig. 4 aufgetragene Wassermenge an, welchen Anteil er zu dieser Wasserführung beiträgt, d. h. den Schnittpunkt seiner Wassermengendauerlinie mit der für die Aller unterhalb Celle gültigen Wassermengen-Ordinate. Durch die Verbindung der einander entsprechenden Schnittpunkte erhält man die Wassermengendauerlinien a, b, c, e, f, g, h, i.

Fig. 4 liefert daher ein Bild über die durchschnittliche Zusammensetzung der Wassermassen der Aller bei Celle aus den Ursprungflüssen. Ebenso wie die Linie d die gesamte (vgl. S. 17), bei kleinen und mittleren Wasserständen jährlich abgeflossene Wassermasse begrenzt, zeigt die Linie c, welcher Anteil hiervon unterhalb der Okermündung hinzugekommen ist, nämlich die zwischen d und c befindliche Fläche. Sodann gibt die zwischen c und g liegende Fläche an, wie viel die Aller oberhalb der Okermündung hinzubringt; sie ist ebenso groß wie die Fläche zwischen der Linie b und der gemeinsamen Grundlinie. Die von g und f begrenzte Fläche entspricht der Zunahme längs dem Unterlaufe der Oker. Die Fläche zwischen f und e bezeichnet den Beitrag der Schunter, hat sonach gleichen Inhalt wie die Fläche zwischen i und der gemeinsamen Grundlinie. Zwischen e und dieser Grundlinie liegt schließlich der Anteil, den die Oker aus ihrem Mittel- und Oberlaufe an die Aller bei Celle abgibt. Die Linien h und a bilden die obere Begrenzung der

Flächen, welche die aus dem oberen Schuntergebiet bei Beienrode und dem Aller-Quellgebiet bei Gr.-Bartensleben stammenden Wassermassen darstellen. Sie sind am wenigsten sicher, da sie sich auf die kürzesten Beobachtungsreihen beziehen, und weil für die Schunter bei Beienrode nur vereinzelte Wassermengenmessungen vorliegen.

Die bildliche Darstellung ermöglicht ferner einen raschen Überblick über die Dauer der sekundlichen Wassermengen. Da der Tag 86400 Sekunden hat, beträgt die an x Tagen abgeflossene Wassermasse Q , wenn mit y die sekundliche Wassermenge bezeichnet wird, $Q = 86400 \cdot x \cdot y$. Die Werte von Q verhalten sich also zueinander wie die Produkte aus der sekundlichen Wassermenge und ihrer Dauer, in Tagen ausgedrückt. Diese Q -Werte sind aber in Fig. 4 und Fig. 6 die von je zwei Wassermengen-Ordinaten seitlich, von der Wassermengendauerlinie oben und von der Grundlinie unten begrenzten Flächen, wobei die Ordinaten y , und y'' , um x , — x'' ,

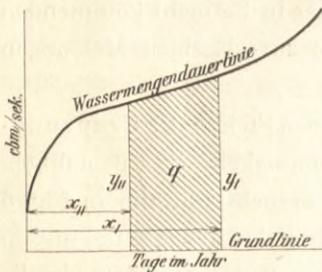


Fig. 6.

Tage von einander abstehen. Für jede Wassermengendauerlinie entsprechen einander bestimmte Werte von x , y , und x'' , y'' . Wählt man die Tage x , und x'' , beliebig, so ergeben sich aus der Darstellung die zugehörigen Werte von y , und y'' . Sie zeigt demnach für alle in Frage kommenden Stellen der Aller, Oker und Schunter, welche sekundliche Wassermengen an einer beliebig gewählten Reihe von Tagen durchschnittlich im Jahre vorhanden sind.

Als Beispiel für die Benutzung haben wir die folgende Tabelle aus der Darstellung entnommen. Spalte 1 enthält die Tageszahlen für jede, zu einer bestimmten Wasserführung der Aller unterhalb Celle gehörigen Ordinate. Außer den MW-, MSW- und MNW-Ordinaten sind in der Tabelle die Angaben noch für einige andere

1	2	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Tageszahlen	Dauer	Aller bei Gr.-Bartensleben	Aller oberh. Oker-mündg.	Aller unterh. Oker-mündg.	Aller unterh. Celle	Oker oberh. Schunter-mündg.	Oker unterh. Schunter-mündg.	Oker an der Mündg.	Schunter b. Beienrode	Schunter an der Mündg.
Tage	Tage	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek	cbm/sek
217		0,35	6,7	19,7	24,7	9,4	12,2	13,0	1,3	2,8
	29									
188		0,30	5,6	17,6	22,0	8,6	11,1	12,0	1,15	2,5
	37									
151		0,25	4,6	15,2	19,0	7,6	9,8	10,6	1,0	2,2
	44									
107		0,20	4,0	12,8	16,0	6,05	7,85	8,8	0,8	1,8
	44									
63		0,15	3,5	10,3	13,0	4,4	5,9	6,8	0,6	1,5
	42									
21		0,10	2,9	8,0	10,0	2,7	3,9	5,1	0,45	1,2
	16									
5		0,09	2,2	6,0	7,5	1,8	2,8	3,5	0,4	1,0
	5									
0		0,07	2,0	2,6	3,2	0,9	1,4	1,6	0,25	0,5

Ordinaten mit runden Wassermengen bei Celle mitgeteilt. Die den Fußpunkt der Ordinaten auf der wagerechten Grundlinie bildenden Tageszahlen besagen, an wie viel Tagen die bei den einzelnen Wassermengendauerlinien von der Ordinate abgeschnittenen sekundlichen Wassermengen nicht überschritten werden. In Spalte 2 ist angegeben, wie viel Tage im Jahre (x , — $x_{,,}$) die Wassermengen dauern, die kleiner als in der nächstoberen (y), aber größer als in der nächst unteren ($y_{,,}$) Zeile der Tabelle sind. Weniger als 22,0, aber mehr als 19,0 cbm/sek führt z. B. die Aller unterhalb Celle (Spalte d) an 188 — 151 = 37 Tagen im Jahre. Ebenso groß ist die Dauer der Wassermengen, die z. B. in der Oker oberhalb der Schuntermündung (Spalte e) zwischen 7,6 und 8,6 cbm/sek oder in der Schunter bei Beienrode (Spalte h) zwischen 1,0 und 1,15 cbm/sek liegen.

Was in der vorstehenden Tabelle für die dem Mittelwasser und niedrigsten Niedrigwasser zugehörigen End-Ordinaten der Fig. 4, sowie für sechs Zwischen-Ordinaten angegeben ist, läßt sich aus der bildlichen Darstellung für jede beliebige Ordinate entnehmen. Hiernach kann man für jeden Zustand der Wasserführung der Aller unterhalb Celle und ihrer Ursprungflüsse, falls die Mengen der Endlaugen aus den Kalifabriken bekannt sind, leicht feststellen:

1. welche Stufen der Verdünnung in den einzelnen Strecken der Aller, Oker und Schunter im Laufe des Jahres erreicht werden,
2. wie viel Tage im Jahre durchschnittlich die einer jeden dieser Stufen entsprechende Verdünnung der Endlaugen in den einzelnen Flußstrecken andauert.

II. Die Menge und Beschaffenheit der Abwässer der zur Zeit im Betriebe befindlichen Chlorkaliumfabriken.

1. Die Mengen der Abwässer.

Über die Mengen der Abwässer der zur Zeit in Betrieb befindlichen Chlorkaliumfabriken liegen amtliche Angaben seitens des Herzoglich Braunschweigisch-Lüneburgischen Staatsministeriums und der Herren Oberpräsidenten der Provinzen Hannover und Sachsen vor.

Zunächst sei bemerkt, daß von den dicht bei den Fabriken gelegenen Bergwerken, sowie von der Grube Hedwigsburg zur Zeit der Ausführung dieser Untersuchungen keine Grubenwässer zu den Flußläufen gelangen. Das Rohmaterial, welches für die Fabrikbetriebe gefördert wird, besteht aus Kainit und Carnallit und Sylvinit oder Hartsalz. Der Kainit, ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kaliummagnesium und Chlormagnesium, wird auf Mühlen vermahlen und geht in dieser Form für landwirtschaftliche Zwecke in den Handel. Bei diesem Produkt entstehen sonach keine Abwässer.

Anders verhält es sich bei dem als „Rohsalz“ bezeichneten Carnallit. Zum größten Teil besteht das Rohsalz aus Carnallit, neben Beimengungen von Kieserit und Steinsalz. Nach Frank¹⁾ hat es folgende Zusammensetzung:

¹⁾ A. Frank. Staßfurter Kali-Industrie in Hofmanns Bericht über die Entwicklung der chemischen Industrie etc., 1875, S. 359.

Chlorkalium	16 %
Chlormagnesium	21 „
Chlornatrium	21,4 „
Magnesiumsulfat	13 „
Kalziumsulfat	1,2 „
Wasser	25,3 „
Unlösliches	2,1 „

Jé nach den Lagen kann die Zusammensetzung in geringen Unterschieden schwanken.

Um den wertvollen Bestandteil des Rohsalzes, das Chlorkalium, zu gewinnen, müssen die Nebensalze beseitigt werden. Das Verfahren, welches hierfür angewendet wird, ist im wesentlichen in allen Fabriken gleich. Das Rohsalz, der natürliche Carnallit, wird auf Mühlen zerkleinert und dann unter Anwendung von Dampf in heißer Chlormagnesiumlauge von dem spezifischen Gewicht von etwa 28° Baumé gelöst. Hierbei bleibt ein Rückstand von Kieserit, Anhydrit und Steinsalz, welcher in die Grube zurück befördert wird; zum Teil wird der Kieserit weiter verarbeitet. Die Lösung wird, nachdem sie sich geklärt hat, in Kristallisationsgefäße übergeführt; nach dem Erkalten scheidet sich der größere Teil des Chlorkaliums in Kristallen ab, der geringere verbleibt in der Mutterlauge in Lösung. Nach dem Ablassen der Mutterlaugen wird dieses Chlorkalium durch Auswaschen mit Chlorkaliumlauge oder kaltem Wasser „gedeckt“, um anhaftende fremde Salze zu beseitigen. Nach dem Trocknen ist das Chlorkalium für den Versand fertig. Um das in der Mutterlauge zurückbleibende Chlorkalium zu gewinnen, wird diese bis auf ein spezifisches Gewicht von 36° Baumé eingedampft; nach dem Erkalten scheidet sich ein Doppelsalz aus, der künstliche Carnallit, im wesentlichen bestehend aus Chlorkalium und Chlormagnesium. Dieses wird dem ersterwähnten Verfahren zugeführt, um das Chlorkalium daraus zu gewinnen; die Restlauge verläßt die Fabrik als sogenannte Endlauge.

Der Kieserit, im wesentlichen schwefelsaures Magnesium, wird, soweit er nicht in die Grube zurückgeht, mit Wasser ausgeschwemmt, wobei anhaftende Salze, insbesondere Chlornatrium, fortgehen. Das gewaschene Kieseritmehl wird in Formen geschlagen, in welchen es unter Bindung des Wassers, ähnlich wie bei dem gebrannten Gips, zu Blöcken erstarrt. Der Kieserit gelangt dann als „Blockkieserit“ in den Handel.

Die hauptsächlichsten Abwässer der Chlorkaliumfabriken sind sonach

1. die bei der Verarbeitung von Carnallit entstehenden chlormagnesiumreichen Endlaugen,
2. das von der Kieseritwäsche ablaufende Wasser, welches im wesentlichen Chlornatrium gelöst enthält. Ganz ähnlich dem Kieseritwaschwasser ist die Zusammensetzung des Abwassers, welches bei der Verarbeitung von Sylvinit auf Chlorkalium entsteht.

In manchen Fabriken wird das in den Endlaugen enthaltene Brommagnesium durch Gewinnung von Brom ausgebeutet. Da das Brommagnesium gegenüber dem Chlormagnesium in den Endlaugen zu einem weitaus geringeren Anteil vertreten ist, so

ist die hierdurch herbeigeführte Veränderung der Endlaugen für die Beurteilung der Flußverunreinigung unwesentlich.

Über die Mengen der Abwässer werden von den oben erwähnten Behörden folgende Angaben gemacht.

Tabelle 1. Mengen des in den Fabriken Thiederhall, Asse und Beienrode täglich zu verarbeitenden Carnallits und der hierbei entstehenden Abwässer.

(Nach den behördlich gemachten Angaben.)

In der Fabrik	Bei der Chlorkaliumfabrikation		Bei der Kieseritwäsche	
	Bei der Verarbeitung von täglich dz Carnallit	Endlaugen cbm	Bei einer Darstellung von täglich dz Blockkieserit	Kieseritwaschwasser cbm
Thiederhall	2000	100	20—27 ¹⁾	30—40,5
Asse	1000	50	24	36
Beienrode	2000	100	30	45

In der Fabrik Beendorf wird das Chlorkalium nicht aus Carnallit, sondern aus Hartsalz oder Sylvinit dargestellt; dieses ist ein Gemenge von Kieserit, Steinsalz und Chlorkalium. Da der Kieserit unlöslich ist und durch Klärung abgeschieden wird, so enthalten die Abwässer dieser Fabrik, deren Menge bisher durchschnittlich täglich 400 cbm betrug, vornehmlich nur Chlornatrium. Von dem Rohmaterial werden täglich etwa 3000 dz verarbeitet, aus denen 300 dz Chlorkalium gewonnen werden. In den Monaten März und April 1903 wurden 1000 dz Kaliumsulfat und 1500 dz schwefelsaurer Kaliummagnesia dargestellt.

2. Die Beschaffenheit der Abwässer.

Um Aufschluß über die chemische Beschaffenheit der Abwässer zu erhalten, wurden Proben derselben aus den Fabriken Thiederhall, Asse und Beienrode an verschiedenen Tagen entnommen und im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Endlaugen d. h. derjenigen Abwässer, welche bei Verarbeitung des Carnallits auf Chlorkalium entstehen, sind in den nachfolgenden Tabellen (S. 26 und 27) mitgeteilt.

Zum Vergleiche sind in Tabelle 5 unter die im Kaiserlichen Gesundheitsamte erzielten Untersuchungsergebnisse die von anderer Seite gewonnenen gestellt. Die Angaben von Kraut und Muspratt sind niedriger, näher kommen die der Königlich Preussischen Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen. Schon die Mittelzahlen der Zusammensetzung der Endlaugen von Thiederhall, Asse und Beienrode ließen Unterschiede erkennen, welche zum Teil nicht auf den überall gleichartigen Betrieb (vergl. Fußnote zu Tabelle 3) oder auch auf die wechselnde Zusammensetzung des Carnallits zurückzuführen sind. Die Analysen von Kraut beziehen sich auf Endlaugen, die von Staßfurter Carnallit stammen, bei denen von Muspratt ist keine

¹⁾ In Thiederhall werden jährlich 6000—8000 dz Kieserit gewonnen, mithin täglich (bei 300 Arbeitstagen) 20—27 dz. 12 dz Kieserit liefern 15—20 cbm Washwasser, im Mittel 18 cbm.

nähere Angabe gemacht, die der Königlich Preußischen Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen beziehen sich auf die Zusammensetzung der Carnallitendlaugen im Gebiete der Innerste.

Beträchtlicher sind die Schwankungen in der Zusammensetzung des Kieseritwaschwassers. Dies rührt daher, daß bei diesem Zweige des Fabrikbetriebes nicht, wie bei dem Kristallisationsverfahren aus den Mutterlaugen die Einhaltung eines bestimmten Konzentrationsgrades nötig ist. Das Auswaschen des Kieserits erfolgt nur

Tabelle 2. Beschaffenheit der Endlaugen aus der Carnallit-Verarbeitung der Fabrik Thiederhall.

(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	1 Liter der Endlauge enthält in g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
8. IX. 03	neutral	1,3356	Spur	Spur	0,68	111,9	0,56	0,94	28,90	294,5	22,64
29. IX. 03	"	1,3305	0,03	0,03	0,21	113,7	3,78	3,93	28,54	298,7	20,68
15. I. 04	"	1,3385	0,10	Spur	Spur	117,9	1,32	3,69	27,30	309,4	16,50
23. I. 04	"	1,3305	0,10	0,05	0,30	114,0	2,80	3,70	27,80	300,1	18,60
28. I. 04	"	1,3305	0,05	0,07	0,22	114,4	2,00	2,85	25,61	304,0	16,29
5. II. 04	"	1,3385	0,06	0,28	Spur	118,1	2,14	3,55	27,43	317,9	4,25
11. II. 04	"	1,3315	0,05	0,07	Spur	116,4	2,61	4,18	24,63	305,8	8,12
18. II. 04	"	1,3393	Spur	Spur	Spur	115,9	2,35	3,60	24,52	312,5	8,30
25. II. 04	"	1,3355	0,02	0,05	Spur	117,3	1,98	3,75	28,48	311,7	8,09

Tabelle 3. Beschaffenheit der Endlaugen aus der Carnallit-Verarbeitung der FabrikASSE.

(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	1 Liter der Endlauge enthält in g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
9. IX. 03	neutral	1,3001 ¹⁾	Spur	Spur	4,65	81,55	1,80	5,20	24,68	258,1	24,44
29. IX. 03	sehr schwach alkalisch	1,2995	Spur	0,20	0,24	95,14	11,25	10,78	25,10	266,9	19,19
15. I. 04	"	1,3015	0,02	0,10	Spur	93,30	11,94	7,38	30,40	263,3	15,00
23. I. 04	"	1,3030	Spur	0,10	Spur	95,94	11,24	8,46	31,00	264,4	14,10
28. I. 04	"	1,2992	0,01	0,20	Spur	94,96	12,10	9,23	32,71	259,6	12,32
6. II. 04	"	1,3020	0,01	0,37	Spur	93,91	13,56	9,40	32,40	266,1	2,62
11. II. 04	"	1,3048	Spur	0,11	Spur	97,68	13,10	12,37	35,82	267,5	5,13
19. II. 04	"	1,3005	Spur	0,16	Spur	92,99	12,61	10,16	31,21	267,0	5,03
21. II. 04	"	1,2980	Spur	Spur	Spur	92,44	15,78	10,51	36,66	256,3	7,18
3. III. 04	"	1,3060	Spur	Spur	Spur	94,96	13,10	6,22	37,03	266,6	4,36
12. III. 04	"	1,3045	Spur	Spur	Spur	94,60	14,90	6,08	36,78	263,2	5,58

¹⁾ Der Befund der verhältnismäßig niedrigen Zahlen des spezifischen Gewichts drängt zu der Vermutung, daß die Endlaugen nicht ausschließlich der Carnallitverarbeitung entstammen können. Tatsächlich hat die GewerkschaftASSE neben Carnallit auch Sylvinit und andere Rohsalze verarbeitet.

Tabelle 4. Beschaffenheit der Endlaugen aus der Carnallit-Verarbeitung der Fabrik Beienrode.

(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	1 Liter der Endlauge enthält in g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
8. IX. 03	neutral	1,3260	Spur	Spur	2,82	111,0	0,84	1,14	25,73	288,8	26,59
30. IX. 03	"	1,3295	0,03	0,13	0,17	113,2	3,08	3,82	26,71	296,8	20,68
12. I. 04	"	1,3350	0,13	Spur	Spur	115,9	1,19	2,68	27,00	306,4	16,60
20. I. 04	"	1,3350	0,10	Spur	Spur	116,3	2,90	5,00	27,25	305,8	16,30
27. I. 04	"	1,3394	0,12	0,08	Spur	118,8	2,14	3,63	24,55	314,6	16,65
3. II. 04	"	1,3295	0,07	0,54	Spur	114,8	1,90	2,80	23,42	311,1	4,80
10. II. 04	"	1,3267	0,05	0,02	Spur	113,1	6,51	8,70	31,10	293,3	8,38
17. II. 04	"	1,3315	Spur	0,20	Spur	113,0	3,66	7,00	26,13	304,8	8,64
24. II. 04	"	1,3328	0,03	0,10	Spur	117,2	2,81	7,64	27,84	310,4	7,38
2. III. 04	"	1,3210	Spur	Spur	Spur	106,6	1,35	2,08	19,95	305,3	5,62
9. III. 04	"	1,3268	0,02	Spur	Spur	112,6	1,80	2,48	21,97	303,0	7,88

Im Mittel hatten die Endlaugen folgende Zusammensetzung:

Tabelle 5. Mittelzahlen aus den Untersuchungen der bei der Verarbeitung von Carnallit entstandenen Endlaugen.

Chlorkalium-fabrik	Spezif. Gewicht bei 15°	Härte	1 Liter Endlauge enthält durchschnittlich g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
Thiederhall	1,3345	26 600°	0,05	0,06	—	115,5	2,17	3,35	27,02	306,1	13,72
Asse	1,3017	21 500°	—	0,11	—	93,41	11,94	8,71	32,16	263,6	10,45
Beienrode	1,3303	26 200°	0,05	0,10	—	113,9	2,56	4,27	25,60	304,1	12,68
Zusammensetzung der Endlaugen nach	Härte	Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br	
Kraut ¹⁾ und Launhardt	I. 18 100° II. 17 300°				78,5 75,1	6,1 5,5	4,8 5,1	25,0 21,2	222,8 215,4	— —	
Muspratt ²⁾	I. 18 050° II. 17 200°				78,4 74,8	6,3 7,0	4,7 2,2	24,7 20,8	221,7 212,2	2,69 —	
dem Gutachten der Kgl. Preuß. Wiss. Dep. f. d. Med. Wesen über die Einwirkung der Kali-industrie-Abwässer auf die Flüsse ³⁾	24 600°				107,0	6,3—9,4	3,9	28,7	302,0—305,0	—	

¹⁾ Kraut und Launhardt: Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal, S. 9.

²⁾ Muspratt: Handbuch der techn. Chemie, IV. Aufl., 4. Bd., S. 1044.

³⁾ Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öffentl. San.-Wesen, 3. Folg., XXI. Bd., Suppl.-Heft, Jahrg. 1901. Supplem. S. 4. Berichterstatte: Rubner und Schmidtman.

durch Übergießen kalten Wassers; da hierbei keine Fabrikationskosten außer für die Förderung des Wassers entstehen, so wird sich der Verbrauch an solchem nach dessen Vorrat richten. Daraus erklärt sich die wechselnde Konzentration dieser Waschwässer. Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Kieseritwaschwasser hatten folgende Zusammensetzung:

Tabelle 6.

Beschaffenheit des Kieseritwaschwassers aus der Fabrik Thiederhall.
(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	1 Liter des Wassers enthält in g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
8. IX. 03	sehr schwach alkalisch	1,1187	Spur	Spur	0,87	5,34	31,56	28,00	9,58	93,20	4,70
29. IX. 03	"	1,1020	"	0,15	0,42	3,61	6,91	43,93	6,46	79,97	6,72
15. I. 04	"	1,0894	"	0,05	0,30	2,10	8,63	40,63	3,50	74,60	2,20
23. I. 04	"	1,0768	"	0,10	0,60	2,80	3,70	34,40	6,10	58,00	3,60
28. I. 04	"	1,0786	"	Spur	0,30	3,50	6,35	34,00	6,10	59,27	5,06
5. II. 04	"	1,0832	"	0,16	0,71	8,61	4,35	28,10	12,47	60,53	1,30
11. II. 04	"	1,0728	"	0,06	0,33	9,31	1,86	19,70	25,45	36,24	1,61
18. II. 04	"	1,0666	"	Spur	0,30	2,43	3,05	30,18	5,06	53,17	0,23
25. II. 04	"	1,0733	"	"	0,15	9,47	2,07	16,27	32,36	29,10	1,07

Tabelle 7. Beschaffenheit des Kieseritwaschwassers aus der Fabrik Asse.
(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	1 Liter des Wassers enthält in g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
9. IX. 03	sehr schwach alkalisch	1,0363	Spur	Spur	0,26	5,70	7,10	2,16	13,45	15,90	1,10
29. IX. 03	schwach alkalisch	1,0320	"	0,13	0,28	6,10	2,78	3,95	7,20	19,38	1,22
15. I. 04	"	1,0180	"	Spur	0,20	3,20	2,12	2,93	3,00	11,60	1,40
23. I. 04	"	1,0218	"	0,20	0,40	1,60	2,00	7,85	2,80	14,74	1,22
28. I. 04	"	1,0460	"	Spur	Spur	7,70	5,33	8,56	11,52	25,13	2,30
6. II. 04	"	1,0350	"	0,11	0,10	5,90	5,00	4,02	4,30	23,75	Spur
11. II. 04	"	1,0357	"	Spur	Spur	3,93	3,87	11,86	5,41	24,26	1,22
19. II. 04	"	1,0205	"	"	"	2,60	1,06	1,10	3,33	14,28	Spur
21. II. 04	"	1,0170	"	"	"	0,70	0,85	7,72	0,88	12,50	1,30
3. III. 04	"	1,0276	"	"	"	1,80	1,74	6,84	2,60	20,47	—
12. III. 04	"	1,0241	"	"	"	4,53	4,38	1,76	1,90	17,94	0,78

Tabelle 8.

Beschaffenheit des Kieseritwaschwassers aus der Fabrik Beienrode.
(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführt.)

Tag der Entnahme	Reaktion	Spezif. Gewicht bei 15°	In 1 Liter sind enthalten g								
			Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
8. IX. 03	schwach alkalisch	1,0792	Spur	Spur	0,78	3,97	9,24	20,13	12,89	53,57	4,85
30. IX. 03	"	1,0265	"	0,02	0,14	4,39	1,05	3,40	13,58	7,50	0,75

Aus diesen Untersuchungen berechnen sich folgende Mittelzahlen:

Tabelle 9.

Mittelzahlen aus den Untersuchungen des Kieseritwaschwassers.

Chlorkaliumfabrik	Härte	1 Liter Waschwasser enthält durchschnittlich g								
		Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	SO ₄	Cl	Br
Thiederhall	1269°	Spur	0,06	0,44	5,24	7,61	30,58	11,90	60,45	2,94
Asse	932°	„	0,04	0,11	3,98	3,29	5,34	5,13	18,18	0,96
Beienrode	1029°	„	0,01	0,46	4,18	5,15	11,77	13,24	30,54	2,80

Der wesentliche Bestandteil der Kieseritwaschwässer ist das Chlornatrium. In dem Gutachten der Königlich Preußischen Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen wird mitgeteilt¹⁾, daß nach den Angaben von Schmidtmanshall bei der Verarbeitung von 100 kg Rohsalz (Rohkieserit) 50 Liter Waschwasser entstehen. Dieses enthält im Liter

Chlorkalium	18 g
Schwefelsaure Magnesia	15 g
Chlormagnesium	13 g
Chlornatrium	200 g

Daraus berechnen sich für das Liter

K	9,46 g
Na	78,80 g
Mg	6,36 g
Cl	139,4 g
SO ₄	11,96 g

Von dem Abwasser, welches aus der Chlorkaliumfabrik Beendorf nach der Aller abfließt, wurde eine Probe vom 10. Juni 1903 (entnommen vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Orth) im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersucht. Da in Beendorf die Vermischung des bei der Verarbeitung von Sylvinit entstehenden Abwassers mit Kieseritwaschwasser eine sehr gleichmäßige ist und der Abfluß durch eine automatische Vorrichtung geregelt wird, so darf man die Ergebnisse als Durchschnittszahlen betrachten. Die Zusammensetzung des Abwassers war folgende: Es enthielt 1 Liter

K	0,510 g
Na	4,193 g
Ca	0,073 g
Mg	0,295 g
Cl	7,196 g
SO ₄	0,488 g

Spezifisches Gewicht bei 15° 1,0096.

Entsprechend der Zusammensetzung des zur Verarbeitung gelangenden Rohmaterials, des Sylvinit, ist das Abwasser reich an Chlornatrium, arm an Chlormagnesium.

¹⁾ A. a. O. S. 13.

Aus diesen Angaben lassen sich die Mengen der Salze oder die für die vorliegende Frage wichtigeren Bestandteile derselben berechnen, welche im Durchschnitt täglich bei der Verarbeitung von Carnallit (bei Beendorf von Sylvinit) auf Chlorkalium aus den Fabriken abfließen.

Tabelle 10. Berechnete Mengen der wichtigeren, täglich abfließenden Endlaugenbestandteile.

In den Fabriken	Mg kg	K kg	Na kg	SO ₄ kg	Cl kg
Thiederhall	11 550	217	335	2702	30 610
Asse	4 670	597	435	1608	13 180
Beienrode	11 390	256	427	2560	30 410
Beendorf	—	204	1677	195	2 878

Eine gleiche Berechnung für die bei der Kieseritwäsche abgehenden Salze läßt sich nicht ausführen; die Kieseritwaschwässer sind in ihrer Konzentration aus dem oben angeführten Grunde zu ungleich. Zudem findet die Darstellung von Blockkieserit in den Fabriken nicht täglich statt, sondern sie richtet sich nach dem Bedarf.

III. Die Einwirkung der Abwässer aus den Fabriken auf die Beschaffenheit des Flußwassers.

Die Veränderungen, welche das Flußwasser durch die Einleitung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken erfährt, lassen sich erkennen, indem man die Beschaffenheit des Flußwassers vor und nach der Betriebseröffnung der Fabriken vergleicht. Weiterhin wird die Flußverunreinigung noch dadurch beleuchtet, daß man die Ergebnisse der Flußwasseruntersuchung zu Zeiten des Betriebes der Fabriken an Punkten oberhalb und unterhalb der Einleitungsstellen der Abwässer gegenüberstellt.

1. Die Schunter.

Die Schunter (vergl. Fig. 1 auf S. 9) nimmt unterhalb Beienrode die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beienrode vor Zufluß der Uhrau auf. Die Konzession zur Anlage der Fabrik wurde unter dem 6. November 1897 erteilt. Die täglich zu verarbeitende Menge von Carnallit ist auf 2000 dz festgesetzt; hieraus wird Chlorkalium dargestellt. In einem Teile der Endlaugen wird auf elektrolytischem Wege das Brom freigemacht und abdestilliert. Neben der Chlorkaliumfabrikation wird aus deren Rückständen zeitweise Blockkieserit gewonnen.

Außer diesen Fabrikabwässern nimmt die Schunter noch diejenigen der Chlorkaliumfabrik Asse unterhalb Bienrode auf. Nach der Konzession dieser Fabrik vom 15. Februar 1901 können täglich 1000 dz Carnallit auf Chlorkalium verarbeitet werden; außerdem wird Blockkieserit erzeugt.

Zur Schunter fließen auf ihrem Laufe von Beienrode bis zur Mündung in die Oker bei Walle, dicht unterhalb Beienrode die Uhrau, unterhalb Ochsendorf die Scheppau, bei Lehre der Teichgraben, unterhalb Hondelage der Sandbach und unterhalb Querum die Wabe und Mittelriede. Auf dieser Strecke ist die Vorflut der

Schunter durch die Wehre von 10 Mühlen, nämlich in Ochsendorf, Glentorf, Heiligendorf, Hattorf, Flechtorf, Lehre, Querum, Bienrode und in Wenden zwei Mühlen, zu Zeiten behindert.

Zur Kennzeichnung der Beschaffenheit des Schunterwassers soll zunächst auf die Untersuchungsergebnisse von Beckurts eingegangen werden, welche für eine Stelle oberhalb der Einleitung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Bienrode gewonnen wurden.

Bei Untersuchungen in verschiedenen Jahreszeiten im Jahre 1900 wurden ermittelt oberhalb Süplingenburg

Cl	18,4	22,2	21,3 mg im Liter,
SO ₄	270	264	263 „ „ „
Härte	23,8	24,5	25,0 deutsche Grade.

a) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Bienrode auf die Beschaffenheit des Wassers der Schunter.

Der Betrieb der Chlorkaliumfabrik Bienrode wurde Ende Dezember 1899 eröffnet und seitdem fließen die Abwässer dieser Fabrik nach der Schunter ab, wodurch das Flußwasser in seiner Beschaffenheit geändert wurde. Es enthielt 1 Liter Schunterwasser bei Querum mg im Liter am 15. Juli 1901 (die Wassermenge betrug 0,52 Sekundenliter am 16. Juli 1901) unterhalb der Mündung der Mittelriede:

Cl	722
SO ₄	253
Ca	122
Mg	214
Härtegrade	66,8.

Bei späteren Untersuchungen an mehreren Entnahmestellen wurden die folgenden Ergebnisse gefunden.

Tabelle 11. Beschaffenheit des Schunterwassers am 16. und 20. Juli und 2. August 1901.

(Analysen von Beckurts.)

Ort der Probeentnahme	1 Liter Flußwasser enthielt mg				
	oberhalb Bienrode	unterhalb Bienrode	bei Lehre	bei Querum	bei Walle
Am 16. Juli 1901 bei einer Wassermenge von 0,52 sek/cbm unterhalb der Mündung der Mittelriede.					
Cl	53	4400	1908	1428	710
SO ₄	277	816	494	401	254
Ca	137	167	157	151	120
Mg	22	1235	550	382	193
Härtegrade	24	309,8	149,4	109,7	71,6
Am 20. Juli 1901 bei einer Wassermenge von 0,64 sek/cbm unterhalb der Mündung der Mittelriede.					
Cl	44	5200	1388	1132	920
SO ₄	258	1057	423	329	296
Ca	180	132	153	134	145
Mg	24	1470	393	335	251
Härtegrade	23,8	359,4	112,5	96,4	78,4

Ort der Probeentnahme	1 Liter Flußwasser enthielt mg				
	oberhalb Beienrode	unterhalb Beienrode	bei Lehre	bei Querum	bei Walle
Am 2. August 1901 (Wassermenge gemessen zu 1,15 sek/cbm am 1. August 1901 unterhalb der Mündung der Mittelriede.)					
Cl	48	1320	840	580	187
SO ₄	222	413	326	277	206
Ca	122	111	124	127	77(?)
Mg	25	426	248	159	59
Härtegrade	23,0	114,2	74,9	54,6	24,4

Oberhalb Süpplingenburg war das Schunterwasser etwas ärmer an Chlor als oberhalb Beienrode; im übrigen ist an letzterer Stelle die Beschaffenheit des Wassers an den Tagen des 16. und 20. Juli und am 2. August 1901 ziemlich gleich, abgesehen von einer geringen Verminderung der Schwefelsäure und des Calciums, welche vermutlich auf den doppelt so hohen Wasserstand der Schunter an diesem Tage gegenüber den beiden anderen Tagen zu beziehen ist.

Mit der Einleitung der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Beienrode steigen besonders stark die Chlor- und Magnesiumzahlen des Schunterwassers an (weniger die der Schwefelsäure) und diese Werte nehmen bis nach Walle stetig ab.

Die Schunter ist auch von Vogel¹⁾ aus Anlaß gutachtlicher Äußerungen, betreffend die Entwässerung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Einigkeit“ in Ehmen bei Fallersleben, untersucht worden. Diese Untersuchungen liegen später als die Eröffnung der FabrikASSE; da sie oberhalb der Einmündungsstelle der Abwässer dieser Fabrik ausgeführt sind, beleuchten sie nur die Einwirkung der Beienroder Fabrikabwässer auf die Schunter.

Tabelle 12. Schunter am 27. Juni 1902 (Wassermenge nicht bekannt).
(Analysen von Vogel.)

Entnahmestelle	1 Liter Flußwasser enthielt mg		Die Härte betrug Grade (deutsche)
	Cl	Mg	
Bei Beienrode etwa 10 m vor Mündung des Abwasserrohres der Chlorkaliumfabrik Beienrode	50	21	16,8
Ebenda, 5 Minuten später	50	22	17,2
Unterhalb Beienrode, etwa 50 m hinter der Mündung des Abwasserrohres der Chlorkaliumfabrik Beienrode	1287	299	92,0
Ebenda, 5 Minuten später	—	266	—
ca. 200 m hinter der Mündung des Abwasserrohres der Chlorkaliumfabrik 2—3 m vor der Mündung der Uhrau	852	204	76,2
Bei dem Gute Glentorf unmittelbar nach Mündung der Scheppau	405	104	36,4
An der Brücke in Lehre	852	218	60,0
Oberhalb Hondelage bei der Stegbrücke bei der Furt	454	112	39,0
An der Brücke oberhalb des Dorfes Querum	596	153	45,5

¹⁾ Vergl. Vogel: Gutachten, betr. die Abwässerung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Einigkeit“ in Ehmen bei Fallersleben, vom 4. November 1902 und das Nachtragsgutachten in gleicher Angelegenheit vom 8. Juni 1904.

Nach einer starken Vermehrung des Chlors und Magnesiums ist hier nicht wie bei den Untersuchungen von Beckurts eine stetige Abnahme im weiteren Verlaufe des Flusses zu beobachten, sondern bei Lehre und Querum fand noch einmal ein Ansteigen der genannten Bestandteile statt.

b) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse auf die Beschaffenheit des Wassers der Schunter.

Am 29. März 1902 wurde auch die Fabrik Asse betriebsfähig und es gelangen seit dem 20. April 1902 außer den Abwässern der Fabrik Beienrode auch diejenigen der genannten Fabrik zur Schunter, deren Einmündung unterhalb Beienrode erfolgt.

Die Einwirkung, welche die Abwässer der Fabrik Asse auf das bereits von Beienrode her verunreinigte Flußwasser ausüben, wird durch Untersuchungen gekennzeichnet, welche Vogel nahe oberhalb deren Zuflußstelle und an der Schuntermündung angestellt hat.

Tabelle 13. Schunter am 16. August 1901 (Wassermenge nicht bekannt).
(Analysen von Vogel.)

Entnahmestelle	1 Liter Flußwasser enthält mg		Die Härte betrug Grade
	Cl	Mg	
Bei Beienrode oberhalb der Einmündung des Abwasserrohres der Fabrik Asse	582	154	51,6
Bei Beienrode 0,5—1 m nach Mündung des Abwasserrohres der Fabrik Asse	15 320	4 340	1350
Ebenda, 12 m nach Mündung des Abwasserrohres (Durchschnittsprobe)	13 310	2 827	975
Ebenda, 12 m nach Mündung des Abwasserrohres (von der Oberfläche)	596	156	51,6
Ebenda, 12 m nach Mündung des Abwasserrohres (vom Grunde)	66 740	18 890	5930
Unmittelbar vor der Einmündung der Schunter in die Oker, linkes Ufer	356	215	61,6

An der Entnahmestelle 12 m nach der Einmündung des Abwasserrohres war die Vermischung der Abwässer mit dem Flußwasser noch so ungenügend erfolgt, daß Zweifel bestehen, ob das Ergebnis der an dieser Stelle geschöpften Durchschnittsprobe der möglichen Verdünnung der Endlaugen durch das Flußwasser entspricht. Immerhin zeigen diese Untersuchungen deutlich, daß durch den Zutritt der Endlaugen von Asse das Flußwasser noch weiter mit Salzen angereichert wird, und daß diese im weiteren Verlaufe der Schunter bis zu ihrer Mündung wieder abnehmen.

Bei den vorher angeführten Untersuchungen Vogels auf der Flußstrecke zwischen Beienrode und Querum war an weiter stromabwärts gelegenen Stellen wieder ein Ansteigen des Cl und Mg zu bemerken. Das gleiche trat bei späteren Untersuchungen

auf der Strecke von Querum bis Thune ein. Es wurden ermittelt im Liter Flußwasser mg

	am 29. Juni 1903		am 28. August 1903	
	Cl	Mg	Cl	Mg
bei Querum	937	215	639	141
bei Thune	909 ¹⁾ —930 ²⁾	248 ¹⁾ —250 ²⁾	651	149

Daß an diesen beiden Tagen an der mehr stromabwärts gelegenen Stelle bei Thune eine geringe Zunahme des Mg eintrat, soll nicht besonders betont werden, sondern vielmehr der Umstand, daß keine Abnahme zu verzeichnen war.

Seitens des Kaiserl. Gesundheitsamtes wurde die Schunter in ihrem Laufe von Beienrode bis zur Mündung bei Walle am 12. und 13. November 1902 untersucht. Die Probenentnahme geschah so, daß an jeder Entnahmestelle im freien Fluß je drei gleichgroße Wasserproben von der Oberfläche und vom Grunde geschöpft wurden. Diese wurden jeweils zu einer Hauptprobe für die Analyse vereinigt; außerdem wurde eine Anzahl der Proben hinter den Turbinen der Mühlen geschöpft, wo eine gründliche Durchmischung des Wassers stattgefunden hatte. Der Versuch, die Entnahme dieser Proben zeitlich entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit des Flußes an den einzelnen Punkten einzurichten, mißlang. Die Strömung war damals so gering, daß das durch Methylenblau (in konzentrierter Lösung) angefärbte Flußwasser sich so in die Länge zog, daß ein Anfang und Ende des angefärbten Flußwassers schon nach verhältnismäßig kurzem Laufe nicht mehr zu erkennen war; massenweise eingeworfene Korkstückchen blieben am Ufer hängen oder nahmen an einzelnen Stellen der Flußoberfläche eine ganz verschiedene Fortbewegungsgeschwindigkeit an. In der Voraussetzung, daß die Ableitung der Abwässer aus den Fabriken in Beienrode und Asse doch eine ziemlich gleichmäßige sein werde, ist die Probenentnahme unabhängig von der Zeit (d. h. der Strömungsgeschwindigkeit der Schunter) ausgeführt worden.

Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Tabelle 14 (S. 35) mitgeteilt.

Im allgemeinen ist zu diesen Analysenzahlen zu bemerken, daß die Werte für SO₄ und Ca geringeren Schwankungen unterworfen sind als die übrigen, weil diese beiden Bestandteile in den Fabrikabwässern in verhältnismäßig geringer Menge vertreten sind. Das Anwachsen der Härte des Flußwassers wird nur durch Mg, nicht durch Ca verursacht.

Gegenüber den anderen Zuflüssen zur Schunter fällt der hohe Gehalt des Wassers der Uhrau an Cl und Mg auf. Vielleicht ist dies auf die geologischen Verhältnisse im Gebiete dieses Nebenflusses zurückzuführen; die Uhrau, welche 200 m östlich der Rennauer und Armstorfer Grenze in der Rennauer Feldmark entspringt, durchfließt die Gegend, in welcher das Beienroder Bergwerk liegt. Ob sie aus diesem Schachtwasser aufnimmt, ist nicht bekannt geworden. Nach Erdmann reichert sich im Gebiete der Kalilager das Flußwasser nicht selten mit Chlormagnesium an, ohne daß Industrierwasser hineingelangen. (Zeitschrift für angewandte Chemie 1902, S. 449).

1) Von der Oberfläche }
2) Vom Grunde } entnommen.

Tabelle 14.

Das Wasser der Schunter und ihrer Zuflüsse am 12. November 1902.

Wassermenge der Schunter 1,86 sek/cbm am 10. November, 1,60 sek/cbm
am 13. November 1902 bei Thune.

(Analysen im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführt.)

1 Liter Wasser enthielt mg

Entnahmestelle	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Die Härte betrug Grade	Bemerkungen
Schunter oberhalb der Einmündungsstelle der Beienroder Abwässer	71,0	233,5	120,6	25,4	22,8	
Uhrau vor Zutritt zur Schunter	152,6	343,3	161,2	65,5	37,6 ¹⁾	
Schunter oberhalb der Mühle in Ochsendorf	504,1	335,0	128,7	138,3	50,0	} Mühle in Betrieb, alle Turbinen offen.
Schunter unterhalb der Mühle in Ochsendorf	597,1	317,0	118,7	150,4	51,5	
Scheppau vor Zutritt zur Schunter	63,9	327,0	174,4	30,1	31,3	} Mühle in Betrieb, Schleuse offen.
Schunter unterhalb der Mühle von Glentorf	675,9	297,4	118,7	227,7	69,4	
Schunter unterhalb der Mühle von Flechtorf	634,7	288,0	119,5	190,4	60,9	} Unterhalb des Mühlenrades im Schacht entnommen.
Schunter unterhalb der Mühle von Lehre	536,0	268,1	114,4	175,2	56,4	
Teichgraben vor Zutritt der Schunter	184,6	156,5	90,1	20,0	17,2	} Entnahme unterhalb Lehre an der Chausseebrücke.
Schunter unterhalb Hondelage	571,5	260,4	111,5	177,8	56,8	
Sandbach vor Zutritt zur Schunter	44,7	175,4	114,4	18,2	20,2	
Schunter bei Querum	482,8	235,3	111,7	155,1	51,6	
Wabe bei Gliesmarode	58,2	135,9	140,3	22,5	24,8	} Entnahme bei dem Querumer Holz bei dem Butterberg.
Schunter unterhalb der Mündung der Wabe	395,5	215,7	114,9	130,1	46,2	

Am 13. November 1902. Wassermenge der Schunter 1,60 sek/cbm bei Thune.

Schunter oberhalb der Mühle von Bienrode	509,1	233,4	114,9	169,0	55,3	} Turbinen fast ganz (2/3) offen.
Schunter unterhalb der Mühle von Wenden	972,7	298,3	109,7	297,0	84,3	
Schunter oberhalb Walle	1044,0	305,5	111,5	320,0	89,8	} Turbinen offen, gute Durchmischung des Wassers.

Für die Beurteilung der vorliegenden Frage ist diese Beschaffenheit der Uhrau nicht von wesentlichem Belang, weil ihre Wassermenge gering ist. Aus nicht zu ermittelnden Ursachen war die Chlorzahl auch im Teichgraben hoch.

Ob die Zuflüsse zur Schunter eine verdünnende Wirkung auf dieses Flußwasser ausüben, ist nicht zu ersehen; mit wenigen Ausnahmen ist unterhalb ihrer Einmündung ein Ansteigen der fraglichen Bestandteile, des Cl und Mg eingetreten. Auf der Strecke zwischen der Einmündungsstelle der Beienroder Fabrikabwässer und Ochsendorf, auf welcher die Schunter naturgemäß einen hohen Salzgehalt hat, kann die verdünnende Wirkung der Uhrau nicht erkennbar werden. Aber auch unterhalb des Zuflusses der Scheppau und des Teichgrabens war bei Glentorf bzw. bei Hondelage noch ein Ansteigen des Cl und Mg bemerkbar. Für die Abnahme dieser Bestandteile bei Querum kann der Zufluß des Sandbaches nicht die Ursache sein, wiewohl er verhältnismäßig arm an Cl und Mg ist; denn seine Wassermenge ist zu gering. Am

¹⁾ Um die Veränderungen des Schunterwassers während seines Laufes übersichtlicher zu machen, sind die Analysenzahlen der Zuflüsse fett gedruckt.

ehesten wäre eine Verdünnung des Schunterwassers durch den größten Nebenfluß, die Wabe, zu erwarten gewesen, aber es war nur eine Abnahme des Cl, dagegen eine geringe Zunahme des Mg eingetreten.

Bei den Untersuchungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts am 12. und 13. November 1902 war ebenso wie bei denen von Vogel am 27. Juni 1902 keine stetige Abnahme der Salze im Flußwasser auf den untersuchten Stromstrecken beobachtet worden, während eine solche bei den Untersuchungen von Beckurts am 16. und 20. Juli und am 2. August 1901 deutlich zu erkennen war.

Man hat daran gedacht, daß diese wechselnde Erscheinung mit dem Betriebe der Mühlen im ursächlichen Zusammenhange steht, daß beispielsweise bei geschlossenen Wehren salzreichereres Wasser von vorhergehenden Tagen zurückgehalten wird. Diese Annahme erscheint jedoch nicht zutreffend, denn am 12. und 13. November 1902 waren an den Mühlen die Schleusen mehr oder minder weit offen. (Vergl. Tabelle 14).

Wie wechselnd der Gehalt des Schunterwassers an Chlorverbindungen ist, wird durch Untersuchungen von Beckurts dargetan, welche in der Zeit vom 13. April 1902 bis zum 30. Juni 1903 bei Bienrode und Thune täglich ausgeführt worden sind. Aus denselben sollen nur die höchsten und niedrigsten Werte mitgeteilt werden. Es wurde folgender Chlorgehalt des Schunterwassers beobachtet.

Tabelle 15. Minimal- und Maximalzahlen des Chlorgehaltes des Schunterwassers in der Zeit vom 13. April 1902 bis 30. Juni 1903.

(Analysen von Beckurts.)

Bei Bienrode				Bei Thune			
im Minimum		im Maximum		im Minimum		im Maximum	
Zeit	mg Cl im l						
1902. 14. 4.	52,5	1902. 25. 4.	336	1902. 22. 4.	50,2	1902. 27. 4.	372
20. 5.	40	17. 5.	351	21. 5.	68	14. 5.	378
3. 6.	54	21. 6.	378	10. 6.	119	28. 6.	590
16. 7.	70	28. 7.	445	22. 7.	200	5. 7.	648
13. 8.	86	16. 8.	635	9. 8.	349	16. 8.	902
10. 9.	88	30. 9.	548	17. 9.	326	29. 9.	954
15. 10.	106	23. 10.	742	22. 10.	336	27. 10.	1396
5. 11.	124	29. 11.	692	20. 11.	364	15. 11.	1022
31. 12.	40	15. 12.	790	29. 12.	66	1. 12.	1042
1903. 1. 1.	40	1903. 22. 1.	536	1903. 1. 1.	60	1903. 24. 1.	608
16. 2.	41	4. 2.	340	16. 2.	54,5	2. 2.	436
24. 3.	60	30. 3.	410	3. 3.	130	30. 3.	790
14. 4.	48	27. 4.	478	15. 4.	92	27. 4.	710
23. 5.	54	31. 5.	518	14. 5.	120	4. 5.	798
3. 6.	68	23. 6.	768	17. 6.	446	30. 6.	1290

Um zu zeigen, daß die Schwankungen im Chlorgehalt des Schunterwassers auch an einzelnen Tagen beträchtlich waren, sollen aus den Beckurtschen Untersuchungen beliebige 14 Tage herausgegriffen werden.

Tabelle 16. Tagesschwankungen im Chlorgehalt des Schunterwassers.
mg Chlor im Liter.
(Analysen von Beckurts.)

Im März 1903 am	Bei Bienrode	Bei Thune	Sekundliche Wassermengen gemessen 50 m unterhalb der Mittelriede cbm
10.	67	157	3,20
11.	212	368	—
12.	266	256	3,10
13.	400	374	—
14.	322	404	3,20
15.	288	318	—
16.	216	380	—
17.	62	224	3,10
18.	325	156	—
19.	301	372	2,80
20.	226	418	—
21.	212	368	3,00
22.	222	312	—
23.	302	464	—

Die Schwankungen sind beträchtlich und ganz unregelmäßig. Von einem auf den anderen Tag nimmt der Chlorgehalt des Flußwassers manchmal zu oder ab. Daß der Verdünnungsgrad der Fabrikabwässer von der Wassermenge der Schunter abhängt, ist selbstverständlich. Die Menge der zugeführten Abwässer muß aber geschwankt haben; denn bei dem gleichen Wasserstande der Schunter am 10. und 14. März 1903 von 3,20 Sek/cbm wurden gefunden:

an dem einen Tage bei Bienrode 67, bei Thune 157 mg Chlor im l,
am anderen Tage „ „ 322, „ „ 404 mg Chlor im l.

Die in den Fabriken Bienrode und Asse verarbeiteten Carnallitmengen scheinen nicht nur täglich verschieden, sondern zu Zeiten auch größer gewesen zu sein, als es nach den Konzessionen erlaubt war.

Beckurts berechnet aus seinen Untersuchungen der Schunter bei Querum, daß nach der konzessionspflichtigen Verarbeitung von täglich 2000 dz Carnallit in der Bienroder Fabrik der Gesamtgehalt des Schunterwassers an Salzen im Liter

am 16. Juli 1901 1072 mg
am 20. Juli 1901 936 mg
am 2. August 1901 922 mg

hätte betragen müssen; er betrug aber

am 16. Juli 1901 10750 mg
am 20. Juli 1901 11840 mg
am 2. August 1901 3872 mg

Für die Chlorkaliumfabrik Asse ist durch die Buchführung der Fabrik erwiesen, daß zu Zeiten täglich größere Carnallitmengen verarbeitet wurden, als nach der Konzession, nämlich täglich 1000 dz, erlaubt waren. Dasselbst sind an einem Tage folgende Mengen von Carnallit gelöst worden.

Tabelle 17. Minimale und maximale Mengen des an einem Tage in der Fabrik Asse gelösten und verarbeiteten Carnallits.

Doppelzentner Carnallit						
Monat	im Jahre 1902		im Jahre 1903		im Jahre 1904	
	im Minimum	im Maximum	im Minimum	im Maximum	im Minimum	im Maximum
I.	—	—	1594	4107	2355	4435
II.	—	—	2157	4640	2182	5024
III.	—	—	2042	4141	2432	4896
IV.	—	—	2187	4307	1043	4416
V.	1185	1725	1498	3482	1803	3994
VI.	1088	3000	1741	3821	—	—
VII.	1501	3975	2419	4314	—	—
VIII.	985	3942	2624	3789	—	—
IX.	1939	4025	2227	5120	—	—
X.	1510	4800	1818	4314	—	—
XI.	1754	4455	2470	6310	—	—
XII.	1191	3974	2093	5523	—	—

Hieraus erklärt es sich, daß die Beschaffenheit des Schunterwassers so großen täglichen Schwankungen unterworfen ist. Daß solche innerhalb der Tagesstunden an den einzelnen Entnahmestellen beobachtet wurden, muß man darauf zurückführen, daß die Ableitung der Abwässer nicht immer gleichmäßig war. Bei der Beienroder Fabrik befindet sich allerdings ein Sammelbassin von 600 cbm Inhalt für die Abwässer, in Asse aber ist keine Einrichtung für einen gleichmäßigen Abfluß derselben getroffen.

Die Unregelmäßigkeiten beim Einleiten von Endlaugen in die Flußläufe, welche hier und anderwärts teils durch Analysen, teils durch die Buchführung der Werke festgestellt worden sind, lassen eine strengere Kontrolle der Anlagen erwünscht erscheinen. Es ist nicht allein für Einrichtungen Sorge zu tragen, welche eine gute Durchmischung der Endlaugen mit dem Flußwasser gestatten, sondern es sind auch Apparate seitens der aufsichtführenden Behörden zur Kontrolle vorzuschreiben, welche einerseits automatisch das spezifische Gewicht der gewonnenen Endlaugen registrieren, andererseits aber auch das mit den Endlaugen vermischte Flußwasser fortlaufend auf eine Überschreitung der zugestandenen Grenzen prüfen. Für die erste Messung scheinen entsprechend gebaute Aräometer einen Erfolg zu versprechen, für die zweite erscheint die Erbauung von Apparaten der Prüfung wert, welche den mit dem Salzgehalt schwankenden Widerstand des Flußwassers für den Durchgang des elektrischen Stromes anzeigen.

Aus sämtlichen Untersuchungen der Schunter geht hervor, daß die Schunter durch die Abwässer der beiden Chlorkaliumfabriken in Beienrode und Asse stark mit Salzen belastet wird. Infolge der ungleichmäßigen Ableitung der Abwässer ist darüber keine Gewißheit zu erlangen gewesen, ob und in welchem Maße Salze durch Selbstreinigung des Flußwassers unschädlich gemacht werden.

2. Die Oker.

Die Oker nimmt zur Zeit die Abwässer aus drei Chlorkaliumfabriken auf. Das in Thiederhall gewonnene Rohsalz wird seit 31. Mai 1891 in einer Fabrik auf Chlorkalium und Kieserit verarbeitet; nach der Konzession der Fabrik dürfen täglich 2000 dz Carnallit gelöst werden. Die hieraus entstehenden Abwässer werden mittels einer Rohrleitung unterhalb der Stadt Braunschweig am linken Ufer in die Oker eingeleitet. Mit dem Zufluß der Schunter gelangen zur Oker seit Ende Dezember 1899 die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beienrode und seit 20. April 1902 diejenigen von Asse.

Außer diesen Abwässern gelangen zur Oker noch seit 1895 die Drainwässer der Rieselfelder der Stadt Braunschweig bei Steinhof. Erwähnt sei noch, daß die Oker die Abwässer aus verschiedenen Zuckerfabriken aufnimmt, welche indes zumeist mit Abwasserreinigungsanlagen versehen sind. Für die Beurteilung der vorliegenden Frage kommen diese Abwässer weniger in betracht.

Außer der Schunter bei Walle nimmt die Oker auf ihrem Laufe von Braunschweig bis zu ihrer Mündung in die Aller bei Müden keine wesentlichen Zuflüsse auf. Auf dieser Strecke wird die Vorflut durch die Wehre von Mühlen, nämlich bei Rothemühle, Hillerse und Meinersen behindert.

a) Die Einwirkung der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiederhall auf die Beschaffenheit des Wassers der Oker.

Über die Beschaffenheit des Okerwassers vor der Eröffnung der Fabrik Thiederhall und während des Betriebes derselben liegen verschiedene Untersuchungen vor.

Die Ergebnisse, welche Beckurts im Juni 1887 gewann zu einer Zeit, in welcher weder zur Oker noch zur Schunter Abwässer aus Chlorkaliumfabriken gingen, sind in der Tabelle 18 mitgeteilt.

Tabelle 18. Beschaffenheit des Okerwassers im Juni 1887.
(Analysen von Beckurts.)

Entnahmestelle	1 Liter Flußwasser enthielt mg				Die Härte betrug deut- sche Grade
	Cl	SO ₄	Ca	Mg	
Oberhalb Braunschweig	37,0	78,3	57,6	3,8	8,9
Unterhalb Braunschweig, am Wendenring	36,0	84,7	57,3	4,0	9,0
Unterhalb Ölper	30,0	89,7	62,2	4,0	9,5
Zwischen Walle und Groß-Schwülper unterhalb der Mündung der Schunter	41,5	134,9	91,2	13,0	15,0

Oberhalb der Mündung der Schunter ist die Beschaffenheit des Okerwassers eine sehr gleichmäßige. Mit dem Zutritt der Schunter bei Walle tritt eine Vermehrung der ermittelten Bestandteile auf; hiernach muß die Schunter reicher an solchen gewesen sein, als die Oker.

Die Einwirkung der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall wird durch Untersuchungen beleuchtet, welche Beckurts am 9., 12. und 14. September 1892 ausführte, deren Ergebnisse in Tabelle 19 mitgeteilt werden.

Tabelle 19.

Beschaffenheit des Okerwassers am 9., 12. und 14. September 1892.
(Analysen von Beckurts.)

Entnahmestellen	1 Liter Flußwasser enthielt mg				Die Härte betrug deut- sche Grade	Wasser- menge bei Braun- schweig sek/cbm
	Cl	SO ₄	Ca	Mg		
Am 9. September 1892						
Unterhalb Braunschweig, am Wendenring vor Zutritt der Abwässer der Thieder- haller Fabrik	59,5	107,7	58,4	5,8	9,4	2,332
Zwischen Ölper und Watenbüttel	319,5	107,7	56,8	32,3	15,4	
Vor Groß-Schwülper	117,8	107,3	57,4	16,4	11,8	
Am 12. September 1892						
Unterhalb Braunschweig, am Wendenring vor Zutritt der Abwässer der Thieder- haller Fabrik	61,0	94,4	57,8	6,2	9,5	1,744
Zwischen Ölper und Watenbüttel	95,0	102,0	57,5	15,7	11,7	
Vor Groß-Schwülper	610,0	104,1	55,8	7,0	9,4	
Am 14. September 1892						
Unterhalb Braunschweig, am Wendenring vor Zutritt der Abwässer der Thieder- haller Fabrik	61,0	102,0	59,3	6,9	9,8	2,035
Zwischen Ölper und Watenbüttel	238,5	105,6	60,3	29,3	15,2	
Vor Groß-Schwülper	730,0	102,0	57,7	6,9	9,7	

Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse oberhalb der jetzigen Zutrittsstelle der Abwässer der Thiederhaller Fabrik, nämlich unterhalb Braunschweig am Wendenring, welche im Juni 1887 (Tabelle 18) und an den genannten drei Septembertagen 1892 (Tabelle 19) gewonnen wurden, so fällt vornehmlich eine Zunahme des Chlors und der Schwefelsäure auf. Dieser Befund ist auf die städtischen Kanalwässer von Braunschweig zurückzuführen; diese wurden damals nach dem Klärverfahren von Roeckner-Rothe gereinigt, gelangten aber auch zum Teil ungereinigt in den Fluß. Man muß daher an den tiefer liegenden Entnahmestellen unterhalb Ölper und zwischen Walle und Groß-Schwülper das Ansteigen des Chlorgehaltes im Okerwasser zum Teil auf die Kanalwässer Braunschweigs beziehen; doch ist die Menge des hierherstammenden Chlors weit geringer zu bemessen, als diejenige, welche den Abwässern der Fabrik Thiederhall zuzuschreiben ist. Seit 1895 werden die sämtlichen Abwässer der Stadt Braunschweig einschließlich der Fäkalien auf die Rieselfelder bei Steinhof geleitet und kommen nach dieser Zeit nur insofern in betracht, als sich das Drainwasser bei Steinhof in die Oker ergießt.

Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkte die Einwirkung der Abwässer aus der Thiederhaller Fabrik auf die Oker, so findet am 9. und 14. September 1892 bei annähernd gleicher Wasserführung der Oker bei der Entnahmestelle zwischen Ölper und

Watenbüttel eine beträchtliche Zunahme des Chlors und Magnesiums statt, dagegen waren diese beiden Werte am 12. September 1892 trotz der niedrigen Wasserführung geringer. Weiterhin war an der Entnahmestelle von Groß-Schwülper an den drei Untersuchungstagen wohl eine Abnahme des Magnesiums zu bemerken, dagegen hatte sich an dieser Stelle das Chlor nur am 9. September 1892 vermindert, an den beiden anderen Tagen waren dort seine Werte höher als an der oberhalb gelegenen Entnahmestelle.

Die Einwirkung der Abwässer aus der Fabrik Thiederhall wird weiterhin beleuchtet durch Untersuchungen von Beckurts, welche monatlich im Jahre 1896 ausgeführt sind.

Tabelle 20. Beschaffenheit des Okerwassers ober- und unterhalb des Einflusses der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiederhall im Jahre 1896.

(Analysen von Beckurts.)

1896 im Monat	1 Liter Okerwasser enthielt mg			
	oberhalb des Einflusses der Abwässer der Fabrik Thieder- hall		unterhalb des Einflusses der Abwässer der Fabrik Thieder- hall, d. h. bei Watenbüttel	
	Cl	SO ₄	Cl	SO ₄
April	24,8	61,8	25,6	74,1
Mai	27,7	66,7	29,1	70,0
Juni	23,4	68,4	25,2	69,2
Juli	35,0	79,1	45,1	79,1
August	35,4	68,5	34,4	65,9
September	35,5	65,9	151,0	74,1
Oktober	35,5	63,6	96,9	69,9
November	56,0	74,1	81,6	74,2
Dezember	39,8	81,6	81,6	80,4

Eine so starke Zunahme des Chlors, wie am 9. und 14. September 1892 in der Gegend von Watenbüttel zu beobachten war (vergl. Tabelle 19), kommt in diesen Untersuchungen überhaupt nicht zum Ausdruck, sie reicht etwa an die vom 12. September 1892 festgestellte nur in den Monaten September bis Dezember hin.

Da die Untersuchungen sich auf neun Monate erstrecken, kann man nicht annehmen, daß die Höhe der Untersuchungsergebnisse durch die jeweilige Wasserführung der Oker wesentlich beeinflusst worden ist. Dagegen spricht schon der Umstand, daß die ermittelten Zahlen des Chlors in den gewöhnlich wasserärmeren Monaten Juli bis August (auch im April und Mai) niedriger waren als in den meist wasserreicheren Monaten September bis Dezember. Die Verschiedenheiten des Verunreinigungsgrades der Oker in den einzelnen Monaten spricht eher für das Ablassen einer wechselnden Menge von Abwässern aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall.

Um der Ursache der nicht unbeträchtlichen Unterschiede der Beschaffenheit des Okerwassers bei Watenbüttel nachzugehen, sollen noch die monatlichen Untersuchungen von Beckurts im Jahre 1901 mitgeteilt werden.

Tabelle 21. Beschaffenheit des Okerwassers ober- und unterhalb des Einflusses der Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiederhall im Jahre 1901.

(Analysen von Beckurts.)

1901 im Monat	1 Liter Flußwasser enthielt mg			
	oberhalb des Einflusses der Abwässer der Fabrik Thieder- hall		unterhalb des Einflusses der Abwässer der Fabrik Thieder- hall, d. h. bei Watenbüttel	
	Cl	SO ₄	Cl	SO ₄
Januar	74,0	84,0	88,0	102,0
Februar	59,0	81,6	63,0	100,8
März	35,0	84,0	85,9	98,7
April	30,0	75,2	64,0	84,0
Mai	56,0	90,0	127,0	103,2
Juni	103,0	88,8	360,0	240,0
Juli	126,0	86,4	438,0	124,8
August	55,0	75,6	161,0	91,2
September	96,0	81,6	268,0	141,6
Oktober	66,2	87,6	212,0	103,2
November	82,0	96,0	208,0	102,0
Dezember	71,0	97,4	162,0	103,0

Die Ergebnisse im Juni und Juli 1901 müssen ausgeschaltet werden. In dieser Zeit erfolgte ein Wassereinbruch in das Bergwerk Hedwigsburg und die Schachtwässer wurden in die Oker übergepumpt. Daraus erklärt es sich, daß in diesen beiden Monaten schon oberhalb des Einflusses der Abwässer aus der Fabrik Thiederhall hohe Chlorzahlen gefunden wurden. Die Einleitung der Hedwigsburger Schachtwässer geschah zwischen Hedwigsburg und Wolfenbüttel und soll am 23. Juli angeblich 4,5 Liter in der Minute betragen haben. An diesem Tage ermittelte Beckurts im Liter Okerwasser:

	mg Cl	mg Mg
oberhalb Hedwigsburg	58,0	12,1
oberhalb Wolfenbüttel	135	65,2

Abgesehen von diesem störenden Ereignis geht aber aus den monatlichen Untersuchungen im Jahre 1901 hervor, daß, ebenso wie im Jahre 1896 (vergl. Tabelle 20) die höheren Chlorzahlen in der zweiten Hälfte des Jahres (August bis Dezember) auftraten.

Eine solche Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Okerwassers bei Watenbüttel, wie sie in den beiden Jahren 1896 und 1901 beobachtet wurde, kann man im wesentlichen nur auf eine Ableitung wechselnder Mengen von Abwässern aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall zurückführen.

b) Die Einwirkung der Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode auf die Beschaffenheit des Wassers der Oker.

Im Dezember 1899 kam die Chlorkaliumfabrik Beienrode in Betrieb und leitet seit dieser Zeit ihre Abwässer nach der Schunter ab. Seit dieser Betriebseröffnung nimmt also die Oker außer den Abwässern aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall

auch die aus der Fabrik Beienrode durch den Zufluß der Schunter auf. Die Einwirkung, welche die Abwässer beider Fabriken auf das Okerwasser ausübten, ist aus Untersuchungen ersichtlich, welche Beckurts unterhalb Braunschweig am Wendenring vor Zutritt von Fabrikabwässern und bei Groß-Schwülper ausführte, nachdem der Einlauf derselben für Thiederhall unterhalb Braunschweig, für Beienrode mit dem Zufluß der Schunter erfolgt war.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 22 mitgeteilt.

Tabelle 22. Beschaffenheit des Okerwassers vor und nach dem Zufluß der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode im Jahre 1901.

(Analysen von Beckurts.)

Probenentnahme 1901 am	Das Wasser der Oker enthielt									
	vor Zutritt der Fabrikenabwässer unterhalb Braunschweig am Wenden- ring					nach Zutritt der Fabrikenabwässer bei Groß-Schwülper				
	Milligramm im Liter				Die Härte betrug Grade	Milligramm im Liter				Die Härte betrug Grade
	Cl	SO ₄	Ca	Mg		Cl	SO ₄	Ca	Mg	
16. Juli	103,0	88,8	93,7	18,7	17,4	470,0	128,4	99,4	135,8	45,4
20. "	116,0	86,4	95,8	20,5	18,2	428,0	135,6	93,7	96,0	35,4
23. "	36,0	45,6	45,0	10,9	8,8	330,0	145,2	73,6	75,4	27,8
1) { 1. August						132,0	109,2	47,9	28,4	13,2
	2. "					216,0	114,0	62,0	49,5	20,3
	3. "					266,0	122,4	47,9	68,2	22,5

Am 23. Juli 1901 waren alle ermittelten Bestandteile im Okerwasser vor dem Zutritt der Abwässer der beiden Fabriken, nämlich unterhalb Braunschweig am Wendenring, in abnorm niedriger Menge vorhanden. Aber selbst an diesem Tage, wie am 16. und 20. Juli 1901 fand eine beträchtliche Vermehrung, insbesondere des Chlors und Magnesiums, weniger der Schwefelsäure im Flußwasser statt; die Kalziumzahlen haben sich unwesentlich verändert. Entsprechend dem Magnesiumgehalt hatte sich die Höhe der Härtegrade gestaltet. Ähnlich, jedoch etwas niedriger sind die ermittelten Werte an den Augusttagen unterhalb des Zuflusses der Fabrikwässer.

Naturgemäß werden mit der Ableitung der Abwässer aus zwei Fabriken die besonders in Frage kommenden Bestandteile, das Chlor und das Magnesium, im Flußwasser höher, als es zu der Zeit der Fall war, in welcher die Oker nur die Thiederhaller Abwässer aufnahm.

c) Einwirkung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse auf die Beschaffenheit des Wassers der Oker.

Mit der Eröffnung des Betriebes in der Chlorkaliumfabrik Asse, welche ihre Abwässer, wie erwähnt, unterhalb Bienrode in die Schunter einleitet, gelangen zur

1) Durchschnittlich von stündlich genommenen Proben.

Oker auch noch diese Abwässer mit denjenigen aus den Fabriken Thiederhall und Beienrode.

Um die hierdurch bedingten Veränderungen des Okerwassers zu ermitteln, fanden zwei Untersuchungen der Oker auf ihrem Laufe zwischen Braunschweig und Seershausen seitens des Kaiserlichen Gesundheitsamtes statt.

Bei den beiden Untersuchungen wurden die Entnahmen der Wasserproben in Profilen vorgenommen. Zunächst wurden die Profile gepeilt und in diesen mittels eines Woltmannschen Flügelrades die Strömungsgeschwindigkeit ermittelt, um die jeweilige Wassermenge der Oker zu bestimmen. Hierauf wurden in gleichen Abständen des Querprofils Einzelproben von der Oberfläche und vom Grunde entnommen. In den Einzelproben wurde der Chlorgehalt bestimmt, und da er sich bei jedem Profil gleich erwies (ein Beweis dafür, daß durch die Mühlenwehre eine gründliche Durchmischung des Wassers erfolgt), so wurden sie zu Hauptproben für jedes Profil vereinigt. Diese wurden von Beckurts und im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersucht.

Die Ergebnisse, welche bei der Untersuchung der Oker am 4. Juni 1903 gewonnen wurden, sind in der Tabelle 23 mitgeteilt.

Tabelle 23. Beschaffenheit des Okerwassers vor und nach dem Zufluß der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse am 4. Juni 1903.

(Analysen vom Kaiserlichen Gesundheitsamt in Gemeinschaft mit Beckurts).

Entnahme aus dem Profil bei	Wassermenge in der Sekunde cbm	1 Liter Okerwasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Die Oker führte in der Sekunde				Bei jedem Profil wurden Einzel- proben von der Oberfläche und vom Grunde ge- schöpft und diese zu einer Haupt- probe vereinigt. Die Anzahl der Einzelproben war
		Cl	SO ₄	Ca	Mg		Cl	SO ₄	Ca	Mg	
dem Richmondpark oberhalb Braunschweig	3,8	48,8	69,8	66,3	15,4	12,8	185,4	265,2	251,9	58,5	10
Veltenhof	5,7	118,0	76,8	72,0	25,9	16,1	672,6	437,8	410,4	147,6	8
Hillerse	7,6	212,5	104,6	80,5	61,6	25,6	1615,0	795,0	611,8	468,2	10
Seershausen	7,7	201,0	100,5	75,4	53,6	23,0	1548,0	773,9	580,6	412,7	30

Betrachtet man zunächst die Beschaffenheit, welche ein Liter Okerwasser an den einzelnen Profilen aufwies, so beobachtet man an dem Profil bei Veltenhof vornehmlich eine Zunahme des Chlors und Magnesiums im Vergleich mit dem überliegenden Profil bei dem Richmondpark oberhalb Braunschweig. Die Vermehrung dieser Bestandteile im Wasser ist auf den unterhalb Braunschweig erfolgten Zufluß der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall zurückzuführen. Kanalwässer der Stadt konnten vor und an diesem Tage durch die Notauslässe nicht zum Fluß gelangt sein; denn jene Zeit war regenarm. Fernerhin zeigt die weitere Vermehrung der erwähnten Bestandteile bei dem Profil bei Hillerse den Zutritt der Abwässer aus den Fabriken Beienrode und Asse an, welcher durch den Zufluß der Schunter bei Walle zur Oker erfolgt ist. Daß trotz der Vermehrung der Wassermenge der Oker zwischen dem Richmondpark und Veltenhof von 3,8 zu 5,7 sek/cbm und zwischen Veltenhof und Hillerse

von 5,7 zu 7,6 sek/cbm ein Ansteigen des Chlors und Magnesiums erfolgt ist, läßt auf die große Menge der mit den Endlaugen zugeführten Salze schließen. Wenn auf der Flußstrecke von Hillerse bis Seershausen eine Abnahme der ermittelten Bestandteile erfolgt, so könnte man an eine Ausscheidung von Salzen aus dem Flusse durch Selbstreinigung denken, zumal auf dieser Strecke die Wassermenge sich ziemlich gleich blieb (7,6 sek/cbm bei Hillerse und 7,7 sek/cbm bei Seershausen) und daher die Wirkung einer Verdünnung nicht wesentlich sein konnte. Schließt man die Verdünnung aus, indem man mit den absoluten Mengen der ermittelten Bestandteile rechnet, welche die Oker in der Sekunde führt, so betrug bei Seershausen gegenüber Hillerse

die Abnahme von
 Cl Mg
 4,2 % 11,8 %.

Um einen Einblick zu gewinnen, ob und in welchem Maße die selbstreinigende Kraft des Okerwassers sich an der Ausscheidung von Salzen der Fabrikwässer beteiligt, wurde eine besonders darauf abzielende Untersuchung der Oker zwei Tage nach der vorgenannten am 4. Juni 1903, also am 6. Juni 1903, ausgeführt. Die Wasserführung der Oker muß an beiden Tagen genau gleich groß gewesen sein; denn es war inzwischen kein Regen niedergegangen und die Stellung der Schleusen im Fluß war an beiden Tagen gleich weit.

Es bestand die Absicht, das gleiche Wasser im Fluße zu verfolgen und an bestimmten Stellen Proben aus demselben zu schöpfen. Dies wurde annähernd dadurch erreicht, daß Schwimmer in den Fluß eingesenkt wurden und die Oker entsprechend ihrer Strömungsgeschwindigkeit befahren wurde, wobei die Entnahme der Proben geschah. Die Bewegung der Schwimmer konnte von Groß-Schwülper bis Hillerse gut verfolgt werden; unterhalb Hillerse war aber ihr Vorwärtsschreiten sehr langsam und unregelmäßig, weil die Oker bei Meinersen durch eine Mühle stark aufgestaut wird. Die Probenentnahmen unterhalb Hillerse sind daher nicht einwandfrei.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung am 6. Juni 1903 sind in der Tabelle 24 mitgeteilt.

Tabelle 24. Beschaffenheit des Okerwassers am 6. Juni 1903.
 (Analysen vom Kaiserlichen Gesundheitsamt.)

Probeentnahme entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit der Oker bei	1 Liter Okerwasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Bemerkungen
	Cl	SO ₄	Ca	Mg		
Groß-Schwülper	405,6	156,6	104,0	116,4	41,6	Mit Ausnahme der Probe bei Seershausen und Diderse sind die Analysenergebnisse Mittelzahlen von Proben von der linken und rechten Flußseite.
Neubrücke	382,6	154,7	89,7	112,6	86,8	
Diderse	376,2	148,1	91,5	106,5	37,5	
Rolfsbüttel	377,1	152,9	91,5	109,6	38,2	
Hillerse	340,8	134,6	92,9	98,4	35,8	
Seershausen	202,0	105,4	83,6	49,2	23,1	

Bevor auf die Deutung der Untersuchungsergebnisse eingegangen wird, muß auf einen Umstand hingewiesen werden, der störend wirkte. Es muß auffallen, daß an

den beiden Tagen, am 4. und 6. Juni 1903, an welchen die Wassermenge der Oker aus den oben angeführten Gründen nahezu gleich sein mußte,

bei Hillerse

am 4. Juni 1903 212,5 mg Cl 61,6 mg Mg

am 6. Juni 1903 340,8 mg Cl 98,4 mg Mg

ermittelt wurden, daß dagegen diese beiden Bestandteile annähernd gleich hoch waren

bei Seershausen, nämlich

am 4. Juni 1903 201,0 mg Cl 53,6 mg Mg

am 6. Juni 1903 202,0 mg Cl 49,2 mg Mg.

Die größere Menge dieser Bestandteile bei Hillerse am 6. Juni 1903 kann nur darauf zurückgeführt werden, daß die Ableitung der Abwässer aus den Fabriken am 6. Juni größer war als am 4. Juni. Daß an beiden Tagen bei Seershausen annähernd gleiche Werte ermittelt worden sind, erklärt sich daraus, daß dort eine große Wassermenge unter Stau steht. Dies läßt sich schon aus der Breite der Profile und der in diesem beobachteten mittleren Strömungsgeschwindigkeit erkennen. Bei Hillerse betrug die Profildbreite 14,3 m, die mittlere Strömungsgeschwindigkeit 0,78 m, bei Seershausen dagegen 32 m bzw. 0,15 m.

An beiden Tagen wurde sonach bei Seershausen annähernd das gleiche Wasser geschöpft, welches sich tags vorher dort angesammelt hatte und dessen Beschaffenheit durch den Zutritt mehr oder minder verunreinigten nachrückenden Flußwassers infolge seiner großen Menge nur wenig verändert war. Die Flußstrecke Hillerse-Seershausen ist, abgesehen von der geringen Strömungsgeschwindigkeit, in ihrem unteren Teile auch aus diesen Grunde für eine Beobachtung der Selbstreinigung nicht geeignet.

Forscht man auf der Strecke zwischen Groß-Schwülper und Hillerse nach einer Abnahme der wesentlichen Fabrikabwasserbestandteile, nämlich des Chlors und Magnesiums, so findet man eine solche im allgemeinen von einem Entnahmepunkt zum anderen; nur bei Rolfsbüttel war eine unbedeutende Zunahme des Chlors und Magnesiums zu beobachten.

Da die Entnahme der Proben auf dieser Strecke in befriedigender Zuverlässigkeit entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit erfolgen konnte, so darf man die Untersuchungsergebnisse für eine Berechnung der prozentualen Zu- und Abnahme des Chlors und Magnesiums an den einzelnen Untersuchungsstellen zwischen Groß-Schwülper und Hillerse benutzen. Eine solche Berechnung ist in Tabelle 25 zusammengestellt.

Tabelle 25. Prozentuale Verhältnisse des Chlors und Magnesiums im Okerwasser an den einzelnen Entnahmestellen am 6. Juni 1903.

Stromstrecken	Entfernung in km	Im Vergleich mit dem überstehenden Ort nahmen ab (—) oder zu (+) in Prozenten	
		das Chlor	das Magnesium
Von Groß-Schwülper bis Neubrück	2,710	— 5,6	— 3,3
Von Neubrück bis Didderse	1,260	— 1,7	— 5,4
Von Didderse bis Rolfsbüttel	1,600	+ 0,2	+ 2,9
Von Rolfsbüttel bis Hillerse	3,000	— 9,6	— 10,2
Ganze Stromstrecke von Groß-Schwülper bis Hillerse	8,570	— 16,0	— 15,5

Eine Abnahme des Chlors und des Magnesiums war nach diesen Zahlen am 6. Juni 1903 zu verzeichnen und zwar war diese hinsichtlich des Chlors auf den längeren Flußstrecken (Groß-Schwülper bis Neubrück und Rolfsbüttel bis Hillerse) größer als auf der kürzeren Flußstrecke Neubrück bis Didderse. Hinsichtlich des Magnesiums dagegen war zwischen Groß-Schwülper und Neubrück die Abnahme geringer als zwischen Neubrück und Didderse, trotzdem die erstere Flußstrecke länger (2,710 km) als die letztere (1,260 km) ist. Bei beiden Bestandteilen erfolgt auf der Strecke Didderse bis Rolfsbüttel, welche annähernd ebenso lang ist, wie diejenige zwischen Neubrück und Didderse keine Abnahme, sondern eine geringe Zunahme.

Um die am 4. und 8. Juni 1903 gemachten Beobachtungen nachzuprüfen, wurde die Oker auf derselben Strecke nochmals vom Kaiserlichen Gesundheitsamte in Gemeinschaft mit Beckurts am 20. und 21. Juni 1904 in gleicher Weise untersucht. An diesen Tagen war die Wasserführung der Oker um weniges höher als an den Untersuchungstagen des Vorjahres. Die zuständigen Behörden waren ersucht worden, auf eine gleichmäßige Ableitung der Abwässer aus den Fabriken an diesen Tagen hinzuwirken. Die Ergebnisse der Untersuchung am 20. Juli 1904 sind in der Tabelle 26 zusammengestellt.

Tabelle 26. Beschaffenheit des Okerwassers
vor und nach dem Zufluß der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken
Thiederhall, Beienrode und Asse am 20. Juni 1904.
(Nach den im Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgeführten Analysen)

Entnahme aus dem Profil bei	Wassermenge in der Sekunde cbm	1 Liter Okerwasser ent- hielt mg				Die Härte betrug Grade	Die Oker führte in der Sekunde				Bei jedem Profil wurden Einzel- proben von der Oberfläche und vom Grunde ge- schöpft und diese zu einer Haupt- probe vereinigt. Die Anzahl der Einzelproben war
		Cl	SO ₄	Ca	Mg		Cl	SO ₄	Ca	Mg	
Richmondpark oberhalb Braunschweig	4,9	55,5	66,3	54,7	14,4	11,0	271,9	324,9	268,0	70,7	2
Veltenhof	4,5 ¹⁾	197,0	105,0	77,6	53,9	23,3	886,5	463,5	349,2	242,3	6
Rothenmühle unterhalb des Mühlenrades (keine Profil- entnahme)	—	184,0	88,3	80,2	48,7	22,5					
Groß-Schwülper	7,5	352,0	148,0	86,4	95,4	34,1	2640,0	1110,0	648,0	715,5	10
Hillerse	8,4	372,5	168,1	84,6	101,9	35,5	3129,0	1412,0	710,6	855,9	6
Seershausen	9,5	256,0	119,5	84,0	70,3	28,0	2432,0	1135,0	798,0	667,8	6

Wie am 4. Juni 1903 gab sich auch am 20. Juni 1904 bei Veltenhof die Einwirkung der Thiederhaller Abwässer besonders durch eine Vermehrung des Chlors und Magnesiums kund; diesmal in stärkerem Maße als früher (vergl. Tabelle 23), weil an diesem Tage die Wassermenge bei Veltenhof nicht größer als bei dem Richmondpark, sondern wegen Aufstauung der Oker an letzterer Stelle nahezu gleich war.

Ebenso ist bei Groß-Schwülper das Hinzukommen der Abwässer aus den Fabriken Beienrode und Asse erkennbar. Auffallend ist, daß bei Hillerse ein weiteres An-

¹⁾ Die Wassermenge war bei dem Richmondpark größer, weil dort die Oker aufgestaut war.

steigen des Chlors und Magnesiums eintrat, obwohl keine Abwässer mehr zum Fluß gelangt sind und zudem noch die Wassermenge bei Hillerse größer war, als bei Groß-Schwülper (7,5 bezw. 8,4 sek/cbm). Übereinstimmend mit der größeren Wassermenge bei Seershausen trat hier eine Abnahme des Chlors und Magnesiums gegenüber der Entnahmestelle bei Hillerse ein. Diese Erscheinung wird man im wesentlichen als eine Verdünnung aufzufassen haben; gegenüber dem Gehalt bei Hillerse verminderte sich

bei Seershausen

am 20. Juni 1904 das Cl um 31,2 %, das Mg um 31,0 %.

Um der Erscheinung einer Selbstreinigung nachzugehen, war es angezeigt, dieser Untersuchung eine solche am 21. Juni 1904 folgen zu lassen, bei welcher wie am 6. Juni 1903 (vergl. Tabelle 24) die Proben entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit des Flusses entnommen wurden. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 27 niedergelegt.

Tabelle 27. Beschaffenheit des Okerwassers am 21. Juni 1904.
(Analysen vom Kaiserlichen Gesundheitsamt.)

Probeentnahme entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit der Oker bei	1 Liter Okerwasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade
	Cl	SO ₄	Ca	Mg	
Groß-Schwülper	466,0	167,0	89,6	119,8	40,3
Neubrück	400,0	144,0	80,2	105,3	35,6
Didderse	390,0	146,6	80,2	103,4	35,3
Rolfsbüttel	336,0	120,1	80,2	86,6	31,3
Hillerse	320,0	127,7	70,8	83,0	29,1

Bemerkung: Da unterhalb der Schuntermündung bis Groß-Schwülper kein Mühlenwehr mehr liegt und demgemäß eine gründliche Durchmischung des Wassers bei Groß-Schwülper noch nicht eingetreten sein konnte, so wurden daselbst je 4 Proben von der Oberfläche und vom Grunde in einem Profil entnommen und diese zu einer Hauptprobe vereinigt, deren Ergebnis angeführt ist. Die Ergebnisse an den übrigen Entnahmestellen entsprechen je 2 Mischproben von der linken und rechten Flußseite.

Noch deutlicher als am 6. Juni 1903 kommt durch diese Untersuchungen zutage, daß scheinbar eine stetige Abnahme des Chlors und Magnesiums mit dem Laufe des Flusses eintritt.

In übersichtlicher Weise läßt sich die Abnahme des Chlors und Magnesiums an den einzelnen Untersuchungsstellen in der prozentualen Berechnung in Tabelle 28 erkennen.

Tabelle 28. Prozentuale Verhältnisse des Chlors und Magnesiums im Okerwasser an den einzelnen Entnahmestellen am 21. Juni 1904.

Stromstrecken	Entfernung in km	Im Vergleich mit dem überstehenden Orte nahmen ab (—) oder zu (+) in Prozenten	
		das Chlor	das Magnesium
Von Groß-Schwülper bis Neubrück	2,710	— 14,2	— 12,1
Von Neubrück bis Didderse	1,260	— 2,5	— 1,8
Von Didderse bis Rolfsbüttel	1,600	— 13,9	— 16,3
Von Rolfsbüttel bis Hillerse	3,000	— 4,8	— 4,2
Ganze Stromstrecke von Groß-Schwülper bis Hillerse	8,570	— 31,4	— 30,7

Bei der Untersuchung am 21. Juni 1904 war zwar stets eine Abnahme sowohl des Chlors wie des Magnesiums zu beobachten. Betont muß werden, daß am 21. Juni 1904 die Wirkung der Selbstreinigung durch die Untersuchungsergebnisse deutlicher zum Ausdruck kommen mußte, als am 6. Juni 1903, da, wie erwähnt, die zuständigen Behörden für einen gleichmäßigen Abfluß der Abwässer aus den Fabriken gesorgt hatten. Die Erwartung, daß die Abnahme des Chlors und Magnesiums der Länge der Flußstrecke entsprechend groß ist, trat auch an diesem Tage nicht ein. Im Gegenteil zeigen die Zahlen, daß einerseits auf einer großen und kleinen Flußstrecke, nämlich zwischen Groß-Schwülper und Neubrück mit 2,710 km und zwischen Diddlese und Rolfsbüttel mit 1,600 km die Abnahme des Chlors und Magnesiums groß und nahezu gleich war, andererseits wieder haben sich die erwähnten Bestandteile auf den verschieden langen Flußstrecken zwischen Neubrück und Diddlese mit 1,260 km und zwischen Rolfsbüttel und Hillerse mit 3,000 km weit weniger und in geringen Unterschieden vermindert.

Wenn die Abnahme des Chlors und Magnesiums auf die Wirkung der Selbstreinigung zu beziehen ist, so muß sich innerhalb der bezeichneten Flußstrecken eine gewisse Regelmäßigkeit ergeben, die Größe der Selbstreinigung kann innerhalb der einzelnen Flußbezirke gleich groß sein, sie kann in den unterliegenden Bezirken größer oder kleiner werden. Andere Möglichkeiten gibt es nicht. Berechnet man nun an den beiden Untersuchungstagen die Größe der Selbstreinigung innerhalb der angegebenen Flußstrecken auf 1 km in Prozenten, so ergibt sich

	für den 6. Juni 1903 eine Zu- oder Abnahme in %		für den 21. Juni 1904 eine Zu- oder Abnahme in %	
	des Chlors	des Magnesiums	des Chlors	des Magnesiums
zwischen Groß-Schwülper und Neubrück .	— 2,1	— 1,2	— 5,2	— 4,5
„ Neubrück und Diddlese . . .	— 1,3	— 4,3	— 2,0	— 1,4
„ Diddlese und Rolfsbüttel . . .	+ 0,1	+ 1,8	— 8,7	— 10,2
„ Rolfsbüttel und Hillerse . . .	— 3,2	— 3,4	— 1,6	— 1,4
auf der ganzen Stromstrecke zwischen Groß-Schwülper und Hillerse	— 1,9	— 1,8	— 3,7	— 3,6

Die Zahlen sind so unregelmäßig, daß sie für eine Selbstreinigung nicht sprechen; sie müssen vielmehr durch andere, nicht bekannte Umstände bedingt sein. Als solche kommen in Betracht die wechselnde Menge des zum Flusse zutretenden Grundwassers, welche mehr oder minder verdünnend wirkt, ferner (wenigstens für den 6. Juni 1903) die ungleichmäßige Ableitung der Abwässer aus den Fabriken, welche verschiedene Konzentrationen der Salze im Flußwasser auf der bezeichneten Stromstrecke bedingt hat.

Die selbstreinigenden Vorgänge im Flußwasser bezüglich der Ausscheidung der Endlaugensalze bezieht Erdmann¹⁾ „auf die fallende Wirkung von Kieselsäurehydrat

¹⁾ Erdmann: Über das Verhalten des Chlormagnesium im Flußwasser. Zeitschrift für angewandte Chemie 1902. S. 449 u. ff.

und phosphathaltigen Silikaten, sowie auf die Bildung unlöslichen Magnesiumaluminats, welche bei der Selbstreinigung chlormagnesiumhaltiger Flüsse eine Rolle spielen dürften“. Er tritt besonders für Ausscheidung der Endlaugensalze durch die Wirkung des Flußschlammes und durch biologische Vorgänge ein.

Vogel¹⁾ hat die Versuche Erdmanns in der Weise nachgeahmt, daß er chlormagnesiumhaltiges Wasser über Schlamm 24 Stunden und 8 Tage stehen ließ und die Mengen von Chlor und Magnesium vor- und nachher bestimmte. Eine auf 1 : 200 verdünnte Endlauge hatte ²⁾ folgende Veränderungen erfahren:

Tabelle 29. Veränderungen eines über Schlamm stehenden chlormagnesiumhaltigen Wassers nach Vogel.

Schlamm- probe	nach 24 Stunden war eingetreten eine		nach 8 Tagen war eingetreten eine	
	Abnahme von Mg	Zunahme von Cl	Abnahme von Mg	Zunahme von Cl
A.	— 2,35	+ 7,10	— 3,92	+ 10,62
B.	— 5,17	+ 9,98	— 5,06	+ 14,95
C.	— 5,78	+ 18,18	— 7,41	+ 18,18

Diese Versuche lassen zwar eine Abnahme des Wassers an Magnesium erkennen, aber keine Verminderung des Chlorgehalts. Die natürlichen Verhältnisse weichen außerdem in vielfacher Beziehung von den Bedingungen der Laboratoriumsversuche ab, sodaß weitgehende Schlüsse, besonders über die Größe der Salzentziehung, auf Grund dieser Beobachtungen nicht zulässig sind. In der Tat haben auch die an der Oker gemachten Erfahrungen erwiesen, daß eine solche Selbstreinigung nicht wesentlich in Frage kommen kann, denn in diesem Falle hätten die Untersuchungen des Okerwassers an verschiedenen Tagen von einer zur anderen tiefer liegenden Entnahmestelle eine stetige Abnahme des Chlors und des Magnesiums erkennen lassen müssen. Wohl wird die Leistung der Selbstreinigung des Flußwassers durch das unregelmäßige Ablassen der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken verdeckt, aber selbst wenn man die zeitweilig beobachtete Verminderung des Chlors und Magnesiums an einzelnen Entnahmestellen als den Ausdruck der Selbstreinigung gelten läßt, so war die Abnahme dieser Bestandteile der Abwässer doch verhältnismäßig gering gegenüber der Menge, in welcher sie zum Flusse gelangten.

Zu ähnlichen Ergebnissen führen die folgenden Beobachtungen: Am 20. Juni 1904 wurden aus der Oker Pflanzen von *Nuphar luteum* (gelbe Mummel) an Stellen oberhalb und unterhalb des Zuflusses von Abwässern aus den Chlorkaliumfabriken entnommen. Die Ergebnisse der Untersuchung, welche Beckurts ausgeführt hat, sind in der Tabelle 30 verzeichnet.

¹⁾ Vergl. das angeführte Gutachten vom 4. November 1902. S. 9 u. 10

²⁾ A. a. O. S. 10.

Tabelle 30.

Die Beschaffenheit der Asche von Nuphar luteum oberhalb und unterhalb des Zuflusses von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken zur Oker.

(Analysen von Beckurts.)

Die Pflanzenasche enthält %	Pflanzen von Nuphar luteum entnommen aus der Oker am 20. Juni 1904 bei		
	dem Richmondpark oberhalb Braunschweig	Groß- Schwülper	Seershäusen
Kieselsäure (H_2SiO_3)	21,3	20,6	20,7
Eisen (Fe)	1,3	1,6	1,6
Mangan (Mn)	1,0	2,0	1,1
Calcium (Ca)	3,7	3,2	3,3
Magnesium (Mg)	2,2	2,9	2,7
Kalium (K)	25,6	24,4	24,2
Natrium (Na)	4,4	6,5	6,5
Phosphorsäure (PO_4)	2,3	2,8	2,8
Schwefelsäure (SO_4)	3,0	4,0	4,0
Chlor (Cl)	11,5	19,0	19,2

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die Asche der Pflanzen an der Stelle (am Richmondpark), an der die Oker noch frei von Endlaugensalzen ist, etwas reicher an Kalium war, als bei Groß-Schwülper und Seershäusen, wo das Okerwasser die Abwässer aus 3 Chlorkaliumfabriken aufgenommen hat. Andererseits hatten an den letzten beiden Stellen in der Pflanzenasche das Magnesium, Natrium und Chlor zugenommen. Die Pflanzen hatten sonach in dem verunreinigten Flußwasser Chlornatrium und Chlormagnesium assimiliert. Vergegenwärtigt man sich indessen, daß die angeführten Zahlen nicht auf die frische grüne Pflanze, sondern auf deren Asche zu beziehen sind, so ist ersichtlich, um was für geringfügige Salzmengen es sich auch bei dieser Art der Salzentziehung nur handeln kann.

Die zahlreichen Untersuchungen der Oker haben gelehrt, daß dieser Fluß durch die Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse stark belastet wird. Bei seiner größeren Wasserführung ist jedoch die hierdurch herbeigeführte Verunreinigung geringer, als sie an der Schunter festgestellt wurde.

3. Die Aller.

Die Aller nimmt mit dem Zufluß der Oker bei Müden die Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse auf. Seit dem Frühjahr 1902 hat die Gewerkschaft Burbach bei Beendorf eine Chlorkaliumfabrik errichtet, deren Abwässer bei Groß-Bartensleben der Aller zufließen.

Auf ihrem Laufe zwischen Groß-Bartensleben und Celle nimmt die Aller verschiedene kleine Zuflüsse auf, nämlich die Schoeücke bei Weferlingen, die Spetze bei Groß-Lockstedt, die Lapau bei Gehrendorf, den Ländgraben bei Öbisfelde, die Drömlingsgräben, den Wipper-Mühlengraben, den Katharinenbach und den Steckgraben

zwischen Grafhorst und Vorsfelde, den Hasselbach bei Wolfsburg, den Beverbach oberhalb Dannenbüttel, die Ise bei Gifhorn, das Schwarzwasser zwischen Langlingen und Ottensen, die Oker bei Müden und die Lachte und den Freitagsgaben oberhalb Celle. Dicht unterhalb Celle mündet die Fuhse. Der Allerkanal zweigt sich bei Wolfsburg von der Aller ab und fließt ihr wieder bei Brenneckenbrück zu.

Auf dieser Strecke liegen Mühlen an der Aller, 2 bei Walbeck, 3 bei Weferlingen, 1 zwischen Weferlingen und Seggerde, 1 bei Seggerde, 1 in Saalsdorf, 1 bei Groß-Lockstedt, 1 zwischen Groß-Lockstedt und Gehrendorf, 1 in Gehrendorf, 1 zwischen Gehrendorf und Öbisfelde, 3 in Öbisfelde, 1 in Gifhorn, 1 in Dieckhorst, 1 in Wienhausen und 2 in Celle. Zwischen Groß-Bartensleben und Celle liegen so nach 20 Mühlen, durch deren Wehre die Strömung der Aller zeitweise behindert wird.

a) Die Einwirkung der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall durch den Zufluß der Oker auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller.

In der Zeit, als zur Aller noch keine Abwässer aus Chlorkaliumfabriken flossen, ist die Beschaffenheit ihres Wassers wiederholt von Brandmüller ermittelt worden. Die damals gewonnenen Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 31 mitgeteilt.

Tabelle 31. Beschaffenheit des Wassers der Aller bei Celle in der Zeit vor dem Zutritt der Abwässer aus Chlorkaliumfabriken.

(Analysen von Brandmüller.)

Tag der Probeentnahme	Aller bei Celle				die Härte betrug Grade	Bemerkungen
	1 Liter Wasser enthielt					
	Cl	SO ₄	Ca	Mg		
7. Oktober 1886 . . .	39,8	61,4	56,9	9,7	8,1	niedriger Wasserstand
2. Dezember 1886 . .	38,3	61,6	56,5	9,2	8,6	mittlerer „
9. Juni 1887	39,5	74,4	55,8	9,8	8,1	zieml. hoher „
20. Juni 1887	46,6	82,8	56,5	8,5	8,2	zieml. hoher „
4. Oktober 1887 . . .	39,1	82,8	64,2	8,5	7,8	normaler „

Wie die Analysen an verschiedenen Tagen in zwei Jahren zeigen, war damals die Beschaffenheit des Flußwassers eine ziemlich gleichmäßige, sodaß die Analysen, in ihrer Gesamtheit betrachtet, wohl zur Basis genommen werden können zur Abschätzung der Veränderungen, welche das Allerwasser später mit dem Zutritt der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken erfuhr. Die relativ geringen Schwankungen in der Höhe der ermittelten Werte sind durch die Untersuchung bei verschiedenen Wasserständen erklärlich.

Die Einwirkung der Thiederhaller Fabrikabwässer auf die Aller kommt durch 2 Untersuchungen von Brandmüller und Beckurts zum Ausdruck.

Tabelle 32. Einwirkung der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller vor Celle.

Tag der Probeentnahme	1 Liter Wasser enthielt mg				die Härte betrug Grade	Untersuchung von
	Cl	SO ₄	Ca	Mg		
3. September 1891 . .	42,6	62,2	55,6	9,7	9,9	Beckurts
15. Oktober 1891 . . .	56,8	74,6	65,8	11,9	12,0	Brandmüller

Vergleicht man diese Analysenzahlen mit denen der vorhergehenden in der Tabelle 31, so hatte die Einmündung der Thiederhaller Fabrikabwässer nur eine geringe Vermehrung des Chlors und Magnesiums zur Folge.

b) Die Einwirkung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode nach Zufluß der Oker auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller vor Celle.

Während der Zutritt aus den genannten beiden Fabriken zur Aller erfolgt, ist das Flußwasser vor Celle dreimal von Beckurts im Jahre 1901 untersucht worden.

Tabelle 33.

Einwirkung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall und Beienrode auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller vor Celle.

(Analysen von Beckurts.)

Tag der Probeentnahme	1 Liter Wasser enthielt mg				die Härte betrug Grade
	Cl	SO ₄	Ca	Mg	
13. August 1901	92,0	55	54	18	11,5
14. August 1901	109,0	59	54	16	11,1
26. August 1901	198,0	90	64	37	17,6

Nachdem mit den Thiederhaller Fabrikwässern auch die von Beienrode zur Aller gelangten, sind im Allerwasser Chlor und Magnesium bedeutend gestiegen (vergl. Tabelle 32). In Thiederhall und in Beienrode werden je 2000 dz Carnallit täglich verarbeitet; indes muß eine solche Vermehrung der beiden Bestandteile auffallen, da doch die Beienroder Abwässer, ehe sie in die Oker fließen, durch das Wasser der Schunter eine gewisse Verdünnung erfahren haben.

c) Die Einwirkung der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Beendorf auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller.

Von Beckurts ist die Aller oberhalb der Einmündung der Oker am 26. August 1901 untersucht worden. Das Wasser enthielt damals

im Liter Milligramm

Cl	SO ₄	Ca	Mg
75,0	46,8	42,2	7,8

Die Härte betrug: 7,7 Grade.

Diese Zahlen verglichen mit späteren Ergebnissen, welche Beckurts durch monatliche Untersuchungen in den Jahren 1902 und 1903 an der Dieckhorster Mühle gewonnen, gewähren einen Einblick in die Veränderungen des Allerwassers durch den Zufluß der Abwässer der Fabrik Beendorf. Die Fabrik ist seit dem Frühjahr 1902 in Betrieb.

Tabelle 34.

Beschaffenheit des Wassers der Aller an der Dieckhorster Mühle nach Einfluß der Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik bei Beendorf.

(Analysen von Beckurts.)

Tag der Probenentnahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade
	Cl	Ca	Mg	
1902.				
6. Mai	46	52,3	9,4	10,1
5. Juni	60	52,5	8,1	8,8
12. Juli	55	42,0	7,4	7,5
12. August	41	42,4	7,0	7,5
9. September	40	45,6	8,3	8,3
16. Oktober	54	44,8	7,9	8,1
13. November	60	45,6	8,5	8,3
5. Dezember	69	54,5	9,2	9,7
1903.				
24. Januar	156	64,1	25,7	14,9
20. Februar	36	41,0	7,0	7,3
12. März	48	46,5	7,0	8,1
16. April	47	42,2	8,7	7,9
8. Mai	64	48,9	7,9	8,7
17. Juni	65	38,6	7,4	7,2
7. Juli	57	35,8	6,3	6,4
19. August	59	35,0	11,4	7,5
23. September	47	35,8	8,7	7,0
20. Oktober	57	44,3	10,9	8,7
17. November	48	48,6	9,6	9,4
10. Dezember	40	51,5	7,8	9,0

Für die Deutung dieser Flußwasseranalysen muß betont werden, daß die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beendorf anders beschaffen sind, als diejenigen der genannten anderen Fabriken. In Beendorf wird das Chlorkalium aus Sylvinit dargestellt, wobei ein Abwasser entsteht, das vorwiegend Chlornatrium enthält; in den anderen Fabriken wird Carnallit verarbeitet, wobei die Abwässer als den vorwiegenden Bestandteil Chlormagnesium enthalten. Carnallit wurde in Beendorf nur vorübergehend und versuchsweise verarbeitet, um Endlaugen zur Fabrikation von Brom zu gewinnen.

Betrachtet man die Analysen der Tabelle 34 gegenüber der Analyse vom 26. August 1901, so ist eine Einwirkung der Beendorfer Fabrikwässer auf die Aller nur an 1 Tag, am 24. Januar 1903 zu bemerken. Vermutlich stammten die Abwässer, welche die Veränderung des Flußwassers bewirkten, auch von einer Carnallitverarbeitung, da ebenso wie das Chlor auch das Magnesium anstieg.

Die Aller wird durch die Abwässer der Fabrik Beendorf bei dem gegenwärtigen Betrieb verhältnismäßig wenig verunreinigt.

d) Die Einwirkung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Beendorf auf die Beschaffenheit des Wassers der Aller nach Einmündung der Oker.

Zur Beurteilung der Einwirkung der Abwässer der zur Zeit in den Flußgebieten der Schunter, Oker und Aller befindlichen Chlorkaliumfabriken auf die Aller sind die Analysen von Beckurts verwertbar, welche er zu gleichen Zeiten mit den oberhalb der Einmündung der Oker an der Dieckhorster Mühle (vergl. Tabelle 34) nach dem Zutritt dieses Nebenflusses bei Müden ausgeführt hat. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 35 zusammengestellt.

Tabelle 35. Beschaffenheit des Wassers der Aller unterhalb Müden nach Einfluß der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Beendorf.

(Analysen von Beckurts.)

Tag der Probenentnahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade
	Cl	Ca	Mg	
1902.				
6. Mai	67,5	59,9	15,3	10,8
5. Juni	68,0	54,0	13,5	11,2
12. Juli	78,0	47,9	14,9	10,0
12. August	107,0	56,0	25,8	13,8
9. September	117,0	57,6	29,1	14,8
16. Oktober	160,0	63,1	33,5	17,5
13. November	180,0	65,6	43,8	19,3
5. Dezember	202,0	72,9	48,1	21,3
1903.				
24. Januar	190,0	77,6	48,1	22,0
20. Februar	60,0	54,5	15,8	11,3
12. März	58,0	44,0	12,6	9,1
16. April	57,0	46,0	15,5	10,0
8. Mai	84,0	52,8	17,7	11,5
17. Juni	149,0	52,9	32,2	14,9
7. Juli	118,0	57,2	21,0	12,9
19. August	137,5	52,9	30,4	14,4
23. September	89,0	50,0	24,1	12,6
20. Oktober	86,0	37,2	20,9	10,0
17. November	73,0	57,2	18,4	12,3
10. Dezember	69,0	51,5	17,0	11,1

Ein Vergleich der Analysenzahlen der beiden Tabellen 34 und 35 zeigt, daß die Abwässer der Chlorkaliumfabriken eine Vermehrung des Chlors und Magnesiums im Allerwasser erzeugt haben. Insbesondere muß das Ansteigen des Magnesiums gegenüber den Befunden an der Dieckhorster Mühle auffallen; ähnlich, jedoch nicht so hoch, war die Zunahme des Chlors.

Die Aller ist noch an mehr stromabwärts gelegenen Stellen, bei Langlingen und Celle, von Vogel¹⁾ in den Jahren 1902 und 1903 öfter untersucht worden. Diese Analysen sollen in der Tabelle 36 mitgeteilt werden.

¹⁾ A. a. O.

Tabelle 36. Die Beschaffenheit des Wassers der Aller nach dem Zutritt der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Beendorf.

(Analysen von Vogel.)

Tag der Probenentnahme	Beschaffenheit des Allerwassers								Bemerkung
	bei Langlingen				bei Celle				
	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	
Cl	Ca	Mg	Cl		Ca	Mg			
5. Dezember 1902	192,0	75,1	29,3	17,3					Die Zahlen stellen Durchschnittswerte von zwei Entnahmen von Oberfläche und Grund oder linkes und rechtes Ufer dar.
6. „ 1902 ¹⁾					206,0	75,1	37,7	19,7	
6. „ 1902 ²⁾					178,0	66,1	30,2	16,3	
6. Januar 1903	60,5	59,0	12,7	11,1	53,5	50,0	11,8	9,7	
28. Februar 1903	78,0	58,6	14,5	11,5	73,0	50,8	14,1	10,4	

Im allgemeinen hatte das Wasser der Aller bei Langlingen und Celle eine ähnliche Beschaffenheit wie bei Müden. Für eine wesentliche Verminderung des Chlors und Magnesiums sprechen die geringen Zahlenunterschiede am 6. Januar und 28. Februar 1903 nicht, an welchen Tagen die Untersuchung in Langlingen und Celle ausgeführt wurde.

Aus den angeführten Untersuchungen des Allerwassers wird ersichtlich, daß durch die Abwässer aus den Fabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Beendorf eine Vermehrung des Chlors und Magnesiums in der Aller hervorgerufen wird. Bei der größeren Wassermenge der Aller ist naturgemäß die Verunreinigung geringer als in der Oker und Schunter.

IV. Die zu erwartenden Veränderungen der Beschaffenheit des Flußwassers nach Steigerung der Fabrikbetriebe und Eröffnung der Fabrik Einigkeit in Ehmén.

Die Veränderungen, welche das Flußwasser bei der Erweiterung und Neueinrichtung der Betriebe in den fraglichen Chlorkaliumfabriken erfährt, lassen sich einschätzen nach den Mengen von Salzen, welche durch die Abwässer zugeführt werden. Dabei sind allerdings die Voraussetzungen gemacht, daß die Abwässer gleichmäßig innerhalb 24 Stunden abfließen, daß sie sich nahe unterhalb der Einlaufstelle vollkommen mit dem Flußwasser vermischen, und daß außer durch Verdünnung infolge einer Vermehrung des Flußwassers durch den Zutritt von Zuflüssen und Grundwasser eine Selbstreinigung durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge nicht stattfindet. Es ist durchführbar, einen gleichmäßigen Abfluß der Abwässer und ihre vollkommene Vermischung mit dem Flußwasser zu erreichen. Auch wird der Grad der eingetretenen Verdünnung durch den Zutritt nicht verunreinigten Wassers berücksichtigt werden. Dagegen wird sich nicht bemessen lassen, welche Stoffe der Abwässer und in welchen Mengen diese auf anderen Wegen durch Selbstreinigung des Flußwassers vermindert werden; die hierauf gerichteten Untersuchungen haben

¹⁾ Entnahme bei Altencelle an der Brücke.

²⁾ Entnahme an der Stadtbrücke in Celle.

kein klares Bild gegeben. Der Grad der Selbstreinigung wird auch nicht allein in dem einen Flusse so groß sein wie in dem andern, sondern er wird auch in dem gleichen Flusse innerhalb einzelner Stromstrecken je nach den Veränderungen der Bodenbeschaffenheit im Flußbett, dem Zufluß reinen oder (durch andere Industrieabwässer z. B. aus Zuckerfabriken) verunreinigten Wassers und auch je nach den Jahreszeiten wechseln. Soweit ein Einblick in die Größe der Selbstreinigung gewonnen werden konnte, wird man sie nicht so bedeutend erachten müssen, daß durch ihre Vernachlässigung das Bild der berechneten Einschätzung der Flußverunreinigung sich wesentlich anders gestaltet; im Verhältnis zu den beträchtlichen Mengen der den Flüssen zuzuführenden Salze ist die Größe der Selbstreinigung jedenfalls klein.

Eine solche Schätzung der Flußverunreinigung wurde in einem Gutachten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, betreffend die Verunreinigung der Innerste¹⁾, auf Grund der Mengen von Abfallsalzen angestellt, welche bei der Verarbeitung von Carnallit auf Chlorkalium entstehen. Es ist dort eine Mittelzahl benutzt worden, die aus Angaben von Kraut, Otto, Beckurts, Pfeiffer und Krause errechnet ist.

Die bei der Verarbeitung von 1000 dz Carnallit in dem Abwasser befindlichen Salze würden hiernach enthalten

Chlor	16 470 kg
Schwefelsäure (SO ₄)	1 560 „
Magnesium	5 708 „

Erfahrungsgemäß entstehen bei der Verarbeitung von 1000 dz Carnallit 50 cbm Endlaugen; hiernach würde 1 Liter Endlauge

Chlor	329,4 g
Schwefelsäure (SO ₄)	31,2 „
Magnesium	114,2 „ enthalten.

Diese Zahlen liegen den Maximalwerten nahe, welche durch Untersuchung einer Reihe von Proben der Endlaugen aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse gewonnen worden sind (vergl. die Tabellen 2, 3 und 4).

Zur Übersicht sollen die Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der hauptsächlich in Frage kommenden Endlaugenbestandteile mitgeteilt werden.

Tabelle 37. Grenzzahlen der Zusammensetzung der Endlaugen aus den Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse.

(Untersuchungen im Kaiserl. Gesundheitsamte ausgeführt.)

Bestandteile	1 l Endlauge enthielt g		
	im Minimum	im Maximum	im Mittel
Chlorkaliumfabrik Thiederhall.			
Chlor	294,5	317,9	306,1
Schwefelsäure (SO ₄)	24,52	28,90	27,02
Magnesium	111,9	118,1	115,5

¹⁾ Vergl. Ergänzungsgutachten, betreffend die Verunreinigung der Innerste. A. a. d. K. G. A. Bd. XVIII, S. 197.

Bestandteile	1 l Endlaug e enthielt g		
	im Minimum	im Maximum	im Mittel
Chlorkaliumfabrik Beienrode.			
Chlor	288,8	314,6	304,1
Schwefelsäure (SO ₄) . .	19,95	31,10	25,60
Magnesium	106,6	118,8	113,9
Chlorkaliumfabrik Asse.			
Chlor	256,3	267,5	263,6
Schwefelsäure (SO ₄) . .	24,68	37,03	32,16
Magnesium	81,55	97,68	93,41

Bemerkenswert sind die Unterschiede zwischen den berechneten Zahlen und den durch die Untersuchung der Endlaugen gefundenen Maximalwerten bei der Chlorkaliumfabrik Asse; letztere sind hier für Chlor und Magnesium niedriger, für Schwefelsäure höher. Vielleicht ist dies darauf zurückzuführen, daß in der Fabrik Asse außer Carnallit vorübergehend auch andere Rohsalze verarbeitet werden (vergl. die Fußnote zu Tabelle 3). Sicher wird man die zu erwartende Verunreinigung der Flüsse nicht zu hoch einschätzen, wenn den späteren Berechnungen die Mittelzahlen zugrunde gelegt werden, welche aus den Untersuchungen der Endlaugen der betreffenden Fabriken gewonnen worden sind. Bei den Fabriken Beendorf und Einigkeit waren zur Zeit der Ausführung der Untersuchungen noch keine Endlaugen erhältlich. Es werden daher hier die Mittelzahlen aus sämtlichen Endlaugenproben der Fabriken Thiederhall, Beienrode und Asse benutzt.

Die Mittelzahlen aus sämtlichen Endlaugenproben der drei Fabriken Thiederhall, Beienrode und Asse sind für

Chlor	290,3 g im Liter
Schwefelsäure	28,34 „ „ „
Magnesium	107,7 „ „ „

Leider ist es nicht möglich bei der Schätzung der Flußverunreinigung die Salze des Kieseritwaschwassers mit einzubeziehen, welche vorwiegend aus Chlornatrium bestehen, weil die Darstellung von Blockkieserit in den Fabriken nicht regelmäßig, sondern nach Bedarf geschieht. Für die Zeiten der Blockkieseritfabrikation wird sonach der berechnete Chlorgehalt der Flußwässer etwas zu niedrig ausfallen. Indes muß betont werden, daß die Kieseritgewinnung an Menge weit unter der Carnallitverarbeitung steht. Zudem sind die hierbei entstehenden Abwässer je nach der Menge des zur Verfügung stehenden Waschwassers in ihrer Konzentration sehr verschieden und, wie die nachfolgende Tabelle 38 zeigt, stets ärmer an Chlor und insbesondere an Magnesium.

Nachdem der Antrag der Gewerkschaft Hedwigsburg auf eine tägliche Verarbeitung von 2500 dz Carnallit und Ableitung der Endlaugen in die Wabe, Schunter oder Oker, sowie der Antrag der Gewerkschaft Thiederhall auf eine Vermehrung der täglich zu verarbeitenden Carnallitmenge von 2500 auf 4000 dz inzwischen durch die

Tabelle 38. Grenzzahlen der Zusammensetzung des Kieseritwassers aus den Chorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse. (Untersuchungen im Kaiserl. Gesundheitsamte ausgeführt.)

Bestandteile	1 l Kieseritwaschwasser enthielt g		
	im Minimum	im Maximum	im Mittel
Chlorkaliumfabrik Thiederhall.			
Chlor	29,10	93,20	60,45
Schwefelsäure (SO ₄)	3,50	32,36	11,90
Magnesium	2,10	9,47	5,24
Chlorkaliumfabrik Beienrode.			
Chlor	7,50	53,57	30,54
Schwefelsäure (SO ₄)	12,89	13,58	13,24
Magnesium	3,97	4,39	4,18
Chlorkaliumfabrik Asse.			
Chlor	11,60	25,13	18,18
Schwefelsäure (SO ₄)	0,88	13,45	5,13
Magnesium	0,70	7,70	3,98

Verfügung der Herzoglich Braunschweigischen Kreisdirektion vom 3. November 1903 abschlägig beschieden worden sind (vergl. S. 5 und 3), kamen in den fraglichen Flußgebieten für eine Erweiterung des Fabrikbetriebes in Betracht die Mehrverarbeitung von täglich 1500 dz Carnallit in der Fabrik Asse, wobei die hierbei entstehenden Endlaugen unter gewissen Bedingungen bei Veltenhof in die Oker geleitet werden sollen, und die tägliche Verarbeitung von 1000 dz Carnallit in der Fabrik Beendorf, um Endlaugen zur Darstellung von Brom zu gewinnen. Die Ableitung der letzteren ist mit den Abwässern aus der Sylvinitverarbeitung nach der Aller bei Groß-Bartensleben beabsichtigt.

Als neuer Betrieb kommt hinzu die inzwischen eröffnete Chlorkaliumfabrik Einigkeit in Ehmen bei Fallersleben, in welcher täglich 3500 dz Carnallit verarbeitet werden; die Endlaugen werden bei Weyhausen dem Allerkanal zugeführt und ergießen sich mit diesem bei Brennekenbrück in die Aller.

Es sollen nunmehr die rechnerisch ermittelten Veränderungen geschildert werden, welche das Wasser der Schunter, Oker und Aller durch die wichtigeren Bestandteile der Endlaugen künftig erfahren wird. Die nachstehenden Berechnungen sind für das am meisten interessierende Niedrig- und Mittelwasser ausgeführt.

1. Die Schunter.

An der Schunter wird sich der gegenwärtige Zustand nicht ändern. Nach wie vor werden zu diesem Flusse aus der Fabrik Beienrode die Abwässer einer täglichen Verarbeitung von 2000 dz Carnallit, aus der Fabrik Asse die einer solchen von 1000 dz abfließen. Wie oben bereits ausgeführt wurde, ist aber der Abfluß der Abwässer aus diesen Fabriken kein gleichmäßiger und die Mengen des verarbeiteten Carnallits waren oft größer, als es die Konzessionsbedingung erlaubte. Es ist daher

von besonderem Interesse, zu ermitteln, wie sich die durch die chemische Untersuchung ermittelte Verunreinigung des Flusses zu der durch Berechnung gefundenen verhält.

a) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen aus der Chlorkaliumfabrik Beienrode.

Die Wasserführung der Schunter ist für eine Stelle bei dem Orte Beienrode angegeben. Die Berechnungen zeigen sonach die Veränderungen des Flußwassers dicht unterhalb der Einmündung der Abwässer, ehe der Fluß einen Nebenfluß aufgenommen hat.

Tabelle 39. Verunreinigungen der Schunter durch die tägliche Verarbeitung von 2000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beienrode.

Wasserführung der Schunter bei Beienrode		Durch das Abwasser würden zu 1 l Schunterwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sekunde	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	0,25—0,4	1410—880	119—74	12—7,4	20—12	607—329	51—30	2370—1290	140—76
16	0,4—0,45	880—782	74—66	7,4—6,6	12—11	329—293	30—28	1290—1150	76—67
42	0,45—0,6	782—587	66—49	6,6—4,9	11—8	293—220	28—20	1150—860	67—51
44	0,6—0,8	587—440	49—37	4,9—3,7	8—6	220—165	20—15	860—645	51—38
44	0,8—1,0	440—352	37—30	3,7—3,0	6—4,9	165—132	15—12	645—516	38—30
37	1,0—1,15	352—306	30—26	3,0—2,6	4,9—4,3	132—115	12—11	516—450	30—26
29	1,15—1,3	306—271	26—23	2,6—2,3	4,3—3,8	115—101	11—10	450—395	26—23

An 21 Tagen im Jahre führt die Schunter Niedrigwasser, an 196 Mittelwasser und an 148 über Mittelwasser.

Durch den Zutritt der Endlaugensalze würde 1 Liter Schunterwasser angereichert werden

	an 21 Tagen	an 196 Tagen
um mg Chlor	1410—782	782—271
„ „ Schwefelsäure	119— 66	66— 23
„ „ Kalium	12— 6,6	6,6— 2,3
„ „ Natrium	20— 11	11— 3,8
„ „ Magnesium	607— 293	293—101

Bei Niedrigwasser würde die Anreicherung des Flußwassers insbesondere an Chlor und Magnesium sehr stark, bei Mittelwasser noch beträchtlich sein; aber immer noch nicht so hoch, als sie tatsächlich gefunden wurde. Es muß betont werden, daß die durch die Analysen ermittelten Zahlen etwas höher sein müssen als die errechneten, weil bei letzteren das Abwasser aus der Kieseritwäsche nicht berücksichtigt ist. Am 16. und 20. Juli 1901 ermittelte Beckurts (vergl. Tabelle 11) unterhalb Beienrode 4400 und 5200 mg Chlor, 1235 und 1470 mg Magnesium bei einer Wassermenge von 0,52 und 0,64 sek/cbm, gemessen unterhalb der Mündung der

Mittelriede. Die Wassermenge der Schunter ist sonach für die Stelle bei Beienrode zu hoch gegriffen, da der Fluß unterhalb der Einmündung der Beienroder Abwässer noch Seitenbäche, insbesondere die Wabe und Mittelriede aufnimmt. Zieht man von diesen Befunden die oberhalb Beienrode ermittelten Bestandteile des Flußwassers ab (53 und 44 mg Chlor, 22 und 24 mg Magnesium), so sind die tatsächlich ermittelten Werte immer noch bedeutend höher als die errechneten. Nach den Untersuchungen von Beckurts hatte die von den Beienroder Abwässern herrührende Verunreinigung der Schunter betragen

am 16. Juli 1901.

für das Chlor . . . 4400—53 = 4347 mg für 1 l Schunterwasser

„ „ Magnesium 1235—22 = 1213 „ „ „ „

am 20. Juli 1901.

für das Chlor . . . 5200—44 = 5156 „ „ „ „

„ „ Magnesium 1470—24 = 1446 „ „ „ „

Aber selbst bei dem niedrigsten Niedrigwasser von 0,25 Sek. cbm errechnet sich die Verunreinigung der Schunter bei Beienrode

für das Chlor nur zu 1410 mg für 1 l Schunterwasser

„ „ Magnesium zu 607 „ „ „ „

Auch in diesen Untersuchungen von Beckurts bestätigt sich die von ihm ausgesprochene (vergl. S. 37) Behauptung, daß in der Beienroder Fabrik zeitweise größere Carnallitmengen täglich verarbeitet worden sind, als konzessionsmäßig zulässig waren.

Die Berechnungen der Wasserführung der Schunter (vergl. S. 22) lassen erkennen, daß der Fluß seine Wassermenge auf dem Wege von Beienrode bis zur Mündung etwa verdoppelt; annähernd wird dies schon bei Thune der Fall sein, da unterhalb dieses Dorfes keine Seitenbäche mehr zufließen. Am 12. November 1902 wurde die Schunter vom Kaiserlichen Gesundheitsamt untersucht (vergl. Tabelle 14). Die Wassermenge, am 10. November 1902 gemessen, betrug 1,86 sek/cbm bei Thune, sie wird sonach bei Beienrode etwa 0,93 sek/cbm betragen haben. Nach dem Zufluß der Abwässer aus der Beienroder Fabrik wurden unterhalb der Mühle in Ochsendorf, wo eine gründliche Vermischung des Abwassers mit dem Flußwasser stattgefunden hatte, 597,1 mg Chlor und 150,4 mg Magnesium im Liter Schunterwasser gefunden.

Abzüglich der oberhalb der Einmündung des Fabrikabwassers ermittelten 71,0 mg Chlor und 25,4 mg Magnesium waren somit 526,1 mg Chlor und 125,0 mg Magnesium auf den Zutritt der Abwassersalze zu beziehen. Nun berechnet sich aber aus der Menge der zu 1 Liter Flußwasser gelangenden Endlaugensalze bei der Wasserführung von 1,0 sek/cbm zu 352 mg Chlor und 132 mg Magnesium.

Die gefundene und die ermittelte Magnesiumzahl zeigen eine große Annäherung (125 gegen 132); dagegen fiel die gefundene Chlorzahl viel höher aus als die berechnete (526,1 gegen 352); ob man die Erhöhung der ersteren auf die Beimengung von Kieseritwaschwasser zu den Endlaugen beziehen darf, erscheint zweifelhaft. Immerhin waren die Unterschiede zwischen Berechnung und Analyse nicht so groß, als sie durch die Untersuchungen von Beckurts am 16. und 20. Juli 1901 festgestellt wurden.

b) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen aus den Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse.

Zu einer Schätzung der Verunreinigung der Schunter durch die Endlaugen aus diesen beiden Fabriken ist die Wasserführung der Schunter an ihrer Mündung zugrunde gelegt.

Tabelle 40. Verunreinigung der Schunter durch die tägliche Verarbeitung von 2000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beienrode und 1000 dz in der Chlorkaliumfabrik Asse.

Wasserführung der Schunter an ihrer Mündung		Durch das Abwasser der beiden Fabriken würden zu 1 Liter Schunterwasser hinzukommen					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sekunde	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	0,5—1,0	1010—504	97—48	20—10	20—10	372—186	51—25	1450—727	86—43
16	1,0—1,2	504—420	48—40	10—8,2	10—8,3	186—155	25—21	727—606	43—36
42	1,2—1,5	420—336	40—32	8,2—6,6	8,3—6,7	155—124	21—17	606—485	36—28,5
44	1,5—1,8	336—280	32—27	6,6—5,5	6,7—5,5	124—103	17—14	485—403	28,5—24
44	1,8—2,2	280—229	27—22	5,5—4,5	5,5—4,5	103—84	14—11	403—330	24—19
37	2,2—2,5	229—202	22—19	4,5—3,9	4,5—4,0	84—74	11—10	330—290	19—17
29	2,5—2,8	202—180	19—17	3,9—3,5	4,0—3,6	74—66	10—9,1	290—260	17—15

Die Wassermengen der Schunter sind naturgemäß an der Mündung größer als bei Beienrode und zwar war der Zuwachs an Wasser so bedeutend, daß die Verunreinigung des Flußwassers trotz des Hinzukommens der Endlaugen aus der Fabrik Asse rechnerisch sich niedriger stellt als bei Beienrode. Es bewegen sich die zu 1 Liter Flußwasser tretenden Endlaugenbestandteile im Laufe des Jahres

		an 21 Tagen	an 196 Tagen
für Chlor	zwischen	1010—420 mg	420—180 mg
„ Schwefelsäure		97—40	40—17
„ Kalium		20—8,2	8,2—3,5
„ Natrium		20—8,3	8,3—3,6
„ Magnesium		372—155	155—66

Die Verunreinigung muß bei Niedrig- und Mittelwasser noch als beträchtlich bezeichnet werden.

Für die Fabrik Beienrode ist es wahrscheinlich, daß die täglich zulässige Carnallitmenge bei der Verarbeitung zeitweise überschritten worden ist; für die Fabrik Asse ist dies durch die Buchführung erwiesen (vergl. S. 37). Es ist daher von besonderem Interesse, nachzusehen, wie sich an der Schuntermündung die tatsächlich gefundene Verunreinigung des Flusses zu der errechneten stellt.

Zu einem solchen Vergleich dient die Untersuchung, welche das Kaiserliche Gesundheitsamt am 13. November 1902 oberhalb Walle bei einer Wasserführung von 1,60 sek/cbm ausgeführt hat (vergl. Tabelle 14). Die Wassermengen, welche die Schunter an ihrer Mündung abführt, sind der an dieser Stelle gleich zu erachten.

Es wurden 1044 mg Chlor und 320,0 mg Magnesium im Liter Flußwasser ermittelt, wovon nach Abzug der betreffenden Bestandteile im unbeeinflussten Schunterwasser (oberhalb Beienrode 71,0 mg Chlor und 25,4 mg Magnesium) auf die Verunreinigung durch Endlaugensalze 973 mg Chlor und 294,6 Magnesium zu beziehen sind.

Die Berechnung gibt aber für

die Wasserführung zwischen 1,5—1,8 sek/cbm 336—280 mg Chlor und 124—103 mg Magnesium.

Dieser Vergleich zeigt deutlich, daß der Schunter mehr Endlaugensalze überantwortet worden sind, als zulässig war.

2. Die Oker.

Die Oker nimmt bekanntlich die Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall und mit dem Zufluß der Schunter diejenigen aus den Fabriken Beienrode und Asse auf. Neu hinzukommen sollen künftig die Abwässer einer täglichen Verarbeitung von 1500 dz Carnallit in Asse, deren Einleitung bei Veltenhof beabsichtigt ist. Ebenso wie bei der Schunter soll auch bei der Oker versucht werden, auf rechnerischem Wege zu ermitteln, in welchem Maße die einzelnen Fabriken an der Flußverunreinigung sich beteiligen. Auch diesen Berechnungen darf nur der Wert einer annähernden Schätzung beigelegt werden.

a) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen der Fabrik Thiederhall.

Die Chlorkaliumfabrik Thiederhall leitet ihre Abwässer dicht unterhalb der Stadtgrenze Braunschweigs zur Oker. Die Wasserführung der Oker ist oberhalb der Schuntermündung gemessen. Die nachstehenden Berechnungen (Tabelle 41) geben daher Aufschluß über die durch die Thiederhaller Abwässer möglichen Veränderungen des Flußwassers auf der Strecke zwischen Braunschweig und der Schuntermündung.

Tabelle 41. Verunreinigung der Oker durch die tägliche Verarbeitung von 2500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall.

Wasserführung der Oker oberhalb der Schuntermündung		Durch das Abwasser würden zu 1 Liter Okerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
		Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
an Tagen	cbm in der Sek.								
5	0,9—1,8	492—246	43—22	3,5—1,7	5,4—2,7	186—93	13,7—6,9	727—360	43—21
16	1,8—2,7	246—164	22—14	1,7—1,2	2,7—1,8	93—62	6,9—4,6	360—240	21—14
42	2,7—4,4	164—101	14—8,9	1,2—0,7	1,8—1,0	62—38	4,6—2,5	240—150	14—8,7
44	4,4—6,05	101—73	8,9—6,5	0,7—0,5	1,0—0,8	38—28	2,5—2,0	150—110	8,7—6,4
44	6,05—7,6	73—58	6,5—5,1	0,5—0,4	0,8—0,6	28—22	2,0—1,5	110—86	6,4—5,1
37	7,6—8,6	58—51	5,1—4,5	0,4—0,4	0,6—0,6	22—19	1,5—1,5	86—74	5,1—4,4
29	8,6—9,4	51—47	4,5—4,2	0,4—0,3	0,6—0,5	19—18	1,5—1,3	74—70	4,4—4,1

Infolge der größeren Wassermenge der Oker erscheinen hier die Veränderungen des Flußwassers geringer als bei der Schunter. Zu 1 Liter Okerwasser gelangen

	an 21 Tagen	an 196 Tagen
mg Chlor	zwischen 492—164	164—47
„ Schwefelsäure	„ 43—14	14—4,2
„ Kalium	„ 3,5—1,2	1,2—0,3
„ Natrium	„ 5,4—1,8	1,8—0,5
„ Magnesium	„ 186—62	62—18

Bei Mittelwasser ist die Verunreinigung so mäßig, daß wesentliche Störungen hierdurch nicht eintreten werden. Dies trifft zu für den Fall, daß für einen gleichmäßigen Abfluß der Endlaugen innerhalb der Tagesstunden gesorgt ist, und daß die Höhe der täglich zu verarbeitenden Carnallitmenge eingehalten wird. Zu einem Vergleich bezüglich der Übereinstimmung der errechneten Zahlen und der Analysenergebnisse würden sich die in den Tabellen 19, 23 und 26 niedergelegten Untersuchungen eignen. Im Gegensatz zu den bei der Schunter stets aufgetretenen Beobachtungen ergibt sich am 9., 12. und 14. September 1892 (Tabelle 19) für die Untersuchungsstelle zwischen Oelper und Watenbüttel und am 4. Juni 1903 (Tabelle 23) für die Untersuchungsstelle bei Veltenhof, daß die Analysenergebnisse kleiner ausfallen als die berechneten Zahlen.

Dagegen wurden am 20. Juni 1904 (Tabelle 26) bei Veltenhof (abzüglich der entsprechenden Bestandteile, welche vor Einmündung des Thiederhaller Abwassers am Richmondpark ermittelt worden sind) gefunden

	bei 4,5 sek/cbm	mg Chlor	141,5	Magnesium	39,5
Die Berechnung ergibt	4,4	„	„	„	38

Bei dem Magnesium besteht eine gute Übereinstimmung, das Mehr an Chlor kann auf die Zugabe von Kieseritwaschwasser zu den Endlaugen bezogen werden. Nach 9 Untersuchungen enthält das Kieseritwaschwasser der Fabrik Thiederhall im Liter 60,45 g Chlor (vergl. Tabelle 9).

Diese Befunde führen zu der Vermutung, daß aus der Thiederhaller Fabrik an den früheren Untersuchungstagen eine geringere Abwassermenge abgeflossen ist, oder daß in jenen Zeiten die Carnallitverarbeitung eingeschränkt worden ist¹⁾, daß aber am 20. Juni 1904 bezüglich der Ableitung der Abwässer normale Verhältnisse bestanden. Tatsächlich hatte auch an diesem Tage die zuständige Behörde auf eine gleichmäßige Ableitung der Abwässer hingewirkt (vergl. S. 47).

b) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen aus den Fabriken Thiederhall und Asse.

Die Fabrik Asse beabsichtigt ihren Betrieb zu erweitern und unter Belassung der Abflußmenge der Abwässer nach der Schunter die bei der täglichen Verarbeitung von 1500 dz entstehenden Endlaugen bei Veltenhof in die Oker zu leiten. Die Tabelle 42 gibt Anhaltspunkte über die im Okerwasser bis zu der Grenze der Schuntermündung eintretenden Veränderungen, welche diese Abwässer zusammen mit denen aus Thiederhall verursachen würden.

¹⁾ Die Buchführung der Fabrik könnte hierüber Aufschluß geben.

Tabelle 42. Verunreinigung der Oker durch die tägliche Verarbeitung von 2500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall und 1500 dz in der Chlorkaliumfabrik Asse.

Wasserführung der Oker oberhalb der Schuntermündung		Durch das Abwasser der beiden Fabriken würden zu 1 Liter Okerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	0,9—1,8	746—373	74—37	15—7,5	14—6,9	276—138	36—18	1080—540	63—32
16	1,8—2,7	373—249	37—25	7,5—5,0	6,9—4,6	138—92	18—12	540—360	32—21
42	2,7—4,4	249—153	25—15	5,0—3,0	4,6—2,8	92—56	12—7,1	360—220	21—13
44	4,4—6,05	153—111	15—12	3,0—2,2	2,8—2,0	56—41	7,1—5,1	220—160	13—9,4
44	6,05—7,6	111—88	12—8,8	2,2—1,8	2,0—1,6	41—33	5,1—4,1	160—130	9,4—7,6
37	7,6—8,6	88—78	8,8—7,8	1,8—1,6	1,6—1,4	33—29	4,1—3,6	130—110	7,6—6,7
29	8,6—9,4	78—71	7,8—7,1	1,6—1,4	1,4—1,3	29—26	3,6—3,3	110—100	6,7—6,0

Es ist eine Steigerung für 1 Liter Okerwasser zu erwarten.

	an 21 Tagen	an 196 Tagen des Jahres
bei Chlor	von 746—249 mg	249—71 mg
„ Schwefelsäure	„ 74—25 „	25—7,1 „
„ Kalium	„ 15—5,0 „	5,0—1,4 „
„ Natrium	„ 14—4,6 „	4,6—1,3 „
„ Magnesium	„ 276—92 „	92—26 „

c) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen aus den Fabriken Thiederhall, Asse und Beienrode.

Mit dem Zufluß der Schunter nimmt die Oker noch die Abwässer der Fabrik Beienrode und diejenigen von Asse auf, welche aus einer täglichen Verarbeitung von 1000 dz Carnallit entstehen und unterhalb Beienrode in die Schunter einfließen. Allerdings wird die Wassermenge der Oker durch den Zutritt der Schunter vergrößert. Die Wasserführung der Oker ist für eine Stelle dicht unterhalb der Schuntermündung angegeben.

Tabelle 43. Verunreinigung der Oker unterhalb der Mündung der Schunter durch die tägliche Verarbeitung von 2500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall, 2500 dz in der Chlorkaliumfabrik Asse und 2000 dz in der Chlorkaliumfabrik Beienrode.

Wasserführung der Oker unterhalb der Schuntermündung		Durch das Abwasser der drei Fabriken würden zu 1 Liter Okerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	1,4—2,8	840—420	82—41	17—8,5	16—8,0	310—155	41—20	1210—606	71—36
16	2,8—3,9	420—302	41—30	8,5—6,0	8,0—5,7	155—111	20—14	606—434	36—25
42	3,9—5,9	302—199	30—19	6,0—4,0	5,7—3,8	111—74	14—9,7	434—290	25—17
44	5,9—7,85	199—150	19—15	4,0—3,0	3,8—2,9	74—55	9,7—7,4	290—220	17—13
44	7,85—9,8	150—120	15—12	3,0—2,3	2,9—2,3	55—44	7,4—5,8	220—170	13—10
37	9,8—11,1	120—106	12—10	2,3—2,1	2,3—2,0	44—39	5,8—5,1	170—150	10—9,0
29	11,1—12,2	106—96	10—9,4	2,1—1,9	2,0—1,8	39—36	5,1—4,6	150—140	9,0—8,3

Durch Abwässer aus den gesamten Fabriken würde ein Liter Okerwasser belastet

	an 21 Tagen	an 196 Tagen des Jahres
mit mg Chlor	840—302	302—96
Schwefelsäure	82—30	30—9,4
Kalium	17—6,0	6,0—1,9
Natrium	16—5,7	5,7—1,8
Magnesium	310—111	111—36

Trotz der Vermehrung der Wassermenge durch die Einmündung der Schunter würde sich die Verunreinigung der Oker größer gestalten als oberhalb des Zuflusses der Schunter, weil dieser Nebenfluß große Mengen Abwassersalze aus den Fabriken Beienrode und Asse mitbringt (vergl. die Tabellen 39 u. 40). Sie würde bei Niedrigwasser und niedrigem Mittelwasser beträchtlich sein; etwa bei 5,9 sek/cbm Wasserführung würde sie sich auf ein annehmbares Maß einschränken mit einem Zuwachs von 199 mg Chlor und 74 mg Magnesium für 1 Liter Oberwasser.

d) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen aus den Fabriken Thiederhall, Asse und Beienrode an der Okermündung.

Die Oker nimmt auf ihrem Laufe unterhalb der Schuntermündung keine bemerkenswerten Zuflüsse auf. Indessen haben die Wassermessungen am 4. Juni 1903 (vergl. Tabelle 23) und am 20. Juni 1904 (vergl. Tabelle 26) einen Zuwachs von Wasser ergeben, der vorwiegend auf den Zufluß von Grundwasser zu beziehen ist. Dieses Grundwasser wirkt verdünnend auf die Abwassersalze aus den Chlorkaliumfabriken ein. Um einzuschätzen, in welchem Maße dies der Fall ist, wurde die Wasserführung der Oker an ihrer Mündung bestimmt und die zu erwartende Verunreinigung berechnet.

Tabelle 44. Verunreinigung der Oker an ihrer Mündung durch die tägliche Verarbeitung von 2500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall, 2500 dz in der Chlorkaliumfabrik Asse und 2000 dz in der Chlorkaliumfabrik Beienrode.

Wasserführung der Oker an ihrer Mündung		Durch das Abwasser der drei Fabriken würden zu 1 Liter Okerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	1,6—3,5	735—336	72—33	15—6,7	14—6,4	271—124	36—16	1060—485	62—28
16	3,5—5,1	336—231	33—23	6,7—4,6	6,4—4,4	124—85	16—11	485—330	28—20
42	5,1—6,8	231—173	23—17	4,6—3,5	4,4—3,3	85—64	11—8,4	330—250	20—15
44	6,8—8,8	173—134	17—13	3,5—2,7	3,3—2,5	64—49	8,4—6,4	250—190	15—11
44	8,8—10,6	134—111	13—11	2,7—2,2	2,5—2,1	49—41	6,4—5,3	190—160	11—9,4
37	10,6—12,0	111—98	11—9,6	2,2—1,9	2,1—1,9	41—36	5,3—4,8	160—140	9,4—8,3
29	12,0—13,0	98—90	9,6—8,9	1,9—1,8	1,9—1,7	36—33	4,8—4,3	140—130	8,3—7,6

Hiernach müßte an der Okermündung 1 Liter Flußwasser noch aufnehmen

	an 21 Tagen	an 196 Tagen des Jahres
mg Chlor	735—231	231—90
„ Schwefelsäure	72—23	23—8,9
„ Kalium	15—4,6	4,6—1,8
„ Natrium	14—4,4	4,4—1,7
» Magnesium	271—85	85—33.

Ein Vergleich mit Tabelle 43 zeigt, daß die Flußverunreinigung durch den Zutritt von Grundwasser geringer geworden ist, wenngleich sie noch bei Niedrigwasser und niedrigem Mittelwasser bis zu 5,9 sek/cbm als beträchtlich bezeichnet werden muß.

3. Die Aller.

Oberhalb der Okermündung nimmt die Aller die Abwässer der Fabriken Beendorf und Einigkeit, unterhalb derselben durch den Zufluß der Oker diejenigen der Fabriken Thiederhall, Asse und Beienrode auf. Die Wasserführung der Aller ist bestimmt worden dicht unterhalb des Einflusses der Beendorfer Abwässer bei Groß-Bartensleben, ober- und unterhalb der Okermündung und bei Celle. Diese Ergebnisse bilden mit den durchschnittlichen Werten der Analysen der Endlaugen die Unterlagen zur Berechnung der Verunreinigung der Aller. Dabei ist zu bemerken, daß für die Fabriken Einigkeit und Beendorf, welche noch keine Endlaugen lieferten, der Durchschnittswert aus sämtlichen Endlaugenuntersuchungen der Fabriken Thiederhall, Beienrode und Asse zur Berechnung benutzt wird.

a) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch das Abwasser der Chlorkaliumfabrik Beendorf.

Die Verunreinigung der Aller durch die Abwässer der Fabrik Beendorf erfolgt vornehmlich durch das aus der Verarbeitung von Sylvinit entstehende Abwasser, welches jetzt schon unter gewissen Bedingungen (vergl. S. 5) nach dem Fluß abgelaßen wird. Hinzu sollen noch die Endlaugen einer täglichen Verarbeitung von 1000 dz Carnallit kommen. Rechnerisch dürfte sich die Verunreinigung des Flusses in folgender Weise gestalten.

Tabelle 45. Verunreinigung der Aller bei Groß-Bartensleben durch die tägliche Verarbeitung von 3000 dz Sylvinit und 1000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beendorf.

Wasserführung der Aller bei Groß-Bartensleben		Durch das Abwasser würden zu 1 Liter Allerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	0,07—0,09	2880—2240	267—207	82—63	323—252	885—689	820—640	3460—2690	204—158
16	0,09—0,10	2240—2010	207—187	63—57	252—226	689—620	640—574	2690—2420	158—142
42	0,10—0,15	2010—1340	187—124	57—38	226—151	620—413	574—384	2420—1610	142—95
44	0,15—0,20	1340—1010	124—93	38—29	151—113	413—310	384—287	1610—1210	95—71
44	0,20—0,25	1010—805	93—75	29—23	113—91	310—248	287—230	1210—970	71—57
37	0,25—0,30	805—671	75—62	23—19	91—75	248—207	230—190	970—810	57—48
29	0,30—0,35	671—575	62—53	19—16	75—65	207—177	190—165	810—690	48—41

Es würden sonach zu 1 Liter Allerwasser noch hinzutreten

	an 21 Tagen	an 196 Tagen im Jahre
mg Chlor	2880—2010	2010—575
„ Schwefelsäure	267—187	187—53
„ Kalium	82—57	57—16
„ Natrium	323—226	226—65
„ Magnesium	885—620	620—177.

Da die Aller bei Groß-Bartensleben wenig Wasser führt, so wird dieses sehr stark mit Abwassersalzen beladen. Auch bei hohem Mittelwasser von 0,35 sek/cbm ist die Verunreinigung noch groß. Gegenüber den bisher behandelten Fabrikabwässern muß die Anreicherung des Flußwassers mit Natrium auffallen, welche auf die Verarbeitung von Sylvinit zurückzuführen ist. Zwischen Groß-Bartensleben und Gifhorn, an welchem letzterem Orte die Ise mündet, nimmt die Aller zwar mehrere aber nur kleine Seitenbäche auf (vergl. S. 51). Die Verdünnung der Abwassersalze durch Oberflächenwasser kann daher auf dieser Strecke nicht bedeutend sein; inwieweit sie durch den Zutritt von Grundwasser erfolgt, läßt sich nicht einschätzen. Die Wassermessungen an der Aller, oberhalb der Oker lassen allerdings eine ganz beträchtliche Vermehrung der Wassermenge erkennen (siehe die folgende Tabelle 46); indessen muß man doch annehmen, daß das Allerwasser auf der Strecke Groß-Bartensleben bis Gifhorn so stark verunreinigt ist, daß es für manche Zwecke nicht mehr zu gebrauchen ist.

b) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen der Fabriken Einigkeit, und die Abwässer der Fabrik Beendorf.

Das Abwasser der Fabrik Einigkeit fließt durch den Allerkanal der Aller bei Brenneckenbrück zu. Die Berechnung der Verunreinigung der Aller durch die Endlaugen beider Fabriken (einschließlich der Abwässer aus der Sylvinitverarbeitung in Beendorf) ist auf die Wasserführung des Flusses oberhalb der Okermündung bezogen. Die Wassermenge ist gegenüber der Stelle bei Groß-Bartensleben bedeutend angewachsen;

Tabelle 46. Verunreinigung der Aller oberhalb der Okermündung durch die tägliche Verarbeitung von 3000 dz Sylvinit und 1000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beendorf und 3500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Einigkeit in Ehmén.

Wasserführung der Aller oberhalb der Okermündung		Durch das Abwasser der beiden Fabriken würden zu 1 Liter Allerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	2,0—2,2	395—359	38—35	8,7—7,9	16—15	139—127	41—38	544—497	32—29
16	2,2—2,9	359—272	35—26	7,9—6,0	15—12	127—96	38—30	497—375	29—22
42	2,9—3,5	272—226	26—22	6,0—5,0	12—9,7	96—80	30—25	375—310	22—18
44	3,5—4,0	226—197	22—19	5,0—4,4	9,7—8,5	80—70	25—22	310—270	18—16
44	4,0—4,6	197—172	19—17	4,4—4,2	8,5—7,4	70—61	22—19	270—240	16—14
37	4,6—5,6	172—141	17—14	4,2—3,1	7,4—6,0	61—50	19—15	240—200	14—11,5
29	5,6—6,7	141—118	14—11	3,1—2,6	6,0—5,1	50—42	15—13	200—160	11,5—9,7

es stehen sich für niedrigstes Niederwasser die Zahlen 0,07—0,09 und 2,0—2,2 sek/cbm, für hohes Mittelwasser 0,30—0,35 und 5,6—6,7 sek/cbm gegenüber. Dieser Befund läßt trotz des Hinzukommens der Endlaugen aus der Fabrik Einigkeit eine geringere Verunreinigung des Flußwassers als bei Groß-Bartensleben erwarten.

Oberhalb der Okermündung hätte sonach 1 Liter Allerwasser aufzunehmen
an 21 Tagen an 196 Tagen des Jahres

mg Chlor	395—272	272—118
„ Schwefelsäure	38—26	26—11
„ Kalium	8,7—6,0	6,0—2,6
„ Natrium	16—12	12—5,1
„ Magnesium	139—96	96—42

Allerdings hat die Verunreinigung gegenüber der Stelle bei Groß-Bartensleben abgenommen; aber sie ist bei Niedrigwasser noch groß und erreicht erst bei 4,0 sek/cbm ein leidliches Maß.

c) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers durch die Endlaugen der Fabriken Thiederhall, Beienrode, Asse und Einigkeit und der Abwässer der Fabrik Beendorf.

Durch die Einmündung der Oker gewinnt die Aller zwar bedeutend an Wasser, jedoch bringt dieser Nebenfluß die Abwässer aus den drei Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse schon mit. Es wird nun nachzusehen sein, ob mit der Vereinigung der Flüsse und der hierdurch entstehenden größeren Wassermasse trotzdem noch eine Verdünnung der aus sämtlichen Fabriken abgehenden Salze erzielt werden kann.

Tabelle 47. Verunreinigung der Aller unterhalb der Okermündung durch die tägliche Verarbeitung von 3000 dz Sylvinit und 1000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beendorf, 3500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Einigkeit in Ehmen, 2000 dz in der Chlorkaliumfabrik Beienrode, 2500 dz in der Chlorkaliumfabrik Asse, 2500 dz in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall.

Wasserführung der Aller unterhalb der Okermündung		Durch das Abwasser der fünf Fabriken würden zu 1 l Abwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	2,6—6,0	756—328	74—32	16—6,8	22—9,4	274—119	56—24	1070—465	63—27
16	6,0—8,0	328—246	32—24	6,8—5,1	9,4—7,0	119—89	24—18	465—350	27—20
42	8,0—10,3	246—191	24—19	5,1—4,0	7,0—5,5	89—69	18—14	350—270	20—16
44	10,3—12,8	191—154	19—15	4,0—3,2	5,5—4,4	69—56	14—11	270—220	16—13
44	12,8—15,2	154—129	15—13	3,2—2,7	4,4—3,7	56—47	11—9,4	220—180	13—11
37	15,2—17,6	129—112	13—11	2,7—2,3	3,7—3,2	47—41	9,4—8,1	180—160	11—9,4
29	17,6—19,7	112—100	11—9,7	2,3—2,1	3,2—2,9	41—36	8,1—7,4	160—140	9,4—8,3

Hiernach würde 1 Liter Allerwasser noch aufzunehmen haben

	an 21 Tagen	an 196 Tagen des Jahres
mg Chlor	756—246	246—100
„ Schwefelsäure	74—24	24—9,7
„ Kalium	16—5,1	5,1—2,1
„ Natrium	22—7,0	7,0—2,9
„ Magnesium	274—89	89—36

Bei Niedrigwasser wächst die Verunreinigung im Vergleich zu der oberhalb der Okermündung an; aber bei Mittelwasser vermag die Oker noch eine verdünnende Wirkung zu entfalten. Es berechnen sich bei Mittelwasser

	oberhalb	unterhalb der Okermündung
für Chlor mg	272—118	246—100
für Magnesium mg	96—42	89—36

Die Zahlen oberhalb und unterhalb der Okermündung sind annähernd gleich hoch. Da die Oker selbst die Endlaugen aus drei Fabriken mitbringt, so müssen selbst so geringe Zahlenunterschiede als Ausdruck einer verdünnenden Wirkung aufgefaßt werden.

d) Die zu erwartenden Veränderungen des Flußwassers unterhalb Celle.

Schon unterhalb Celle wird die Wasserführung der Aller wesentlich größer und demgemäß wird die Verunreinigung geringer.

Tabelle 48. Verunreinigung der Aller unterhalb Celle durch die tägliche Verarbeitung von 3000 dz Sylvinit und 1000 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Beendorf, 3500 dz Carnallit in der Chlorkaliumfabrik Einigkeit in Ehmen, 2000 dz in der Chlorkaliumfabrik Beienrode, 2500 dz in der ChlorkaliumfabrikASSE und 2500 dz in der Chlorkaliumfabrik Thiederhall.

Wasserführung der Aller unterhalb Celle		Durch das Abwasser der fünf Fabriken würden zu 1 l Allerwasser hinzukommen mg					Na entspricht	Mg entspricht	Mg entspricht
an Tagen	cbm in der Sek.	Cl	SO ₄	K	Na	Mg	Na Cl	Mg Cl ₂	Härtegrade
5	3,2—7,5	614—262	60—26	13—5,4	18—7,5	223—95	46—19	872—370	51—22
16	7,5—10,0	262—197	26—19	5,4—4,1	7,5—5,6	95—71	19—14	370—280	22—16
42	10,0—13,0	197—151	19—15	4,1—3,1	5,6—4,3	71—55	14—11	280—220	16—13
44	13,0—16,0	151—123	15—12	3,1—2,5	4,3—3,5	55—45	11—8,9	220—180	13—10
44	16,0—19,0	123—103	12—10	2,5—2,1	3,5—3,0	45—38	8,9—7,6	180—150	10—8,7
37	19,0—22,0	103—89	10—8,7	2,1—1,9	3,0—2,6	38—32	7,6—6,6	150—125	8,7—7,4
29	22,0—24,7	89—79	8,7—7,8	1,9—1,7	2,6—2,3	32—29	6,6—5,8	125—110	7,4—6,7

Unterhalb Celle wären auf die Verunreinigung durch die Abwässer der sämtlichen Chlorkaliumfabriken zu beziehen:

	an 21 Tagen	an 196 Tagen des Jahres
mg Chlor	614—197	197—79
„ Schwefelsäure	60—19	19—7,8
„ Kalium	13—4,1	4,1—1,7
„ Natrium	18—5,6	5,6—2,3
„ Magnesium	223—71	71—29

Schon bei dem niedrigsten Niederwasser sind die Zahlen kleiner als an der Stelle unterhalb der Okermündung. Die Berechnung ergibt:

	unterhalb der Okermündung	unterhalb Celle
für Chlor	756—328	614—262
für Magnesium	274—119	223—95

Mit der aufsteigenden Entwicklung der Kaliindustrie ist die Frage der unschädlichen Beseitigung der Endlaugen zu einer brennenden geworden. Eine Lösung ist auf verschiedene Weise versucht worden. Auf der einen Seite hat man ein gänzlich Verbot der Endlaugeneinleitung in die Flüsse befürworten zu müssen geglaubt, wodurch allerdings allen Ansprüchen seitens der an der Reinhaltung der Flüsse interessierten Kreise voll und ganz entsprochen worden wäre. Auf der anderen Seite hat die Rücksichtnahme auf die Interessen der zu großer Blüte entwickelten Kaliindustrie und deren hohe wirtschaftliche Bedeutung dazu geführt, die Flußläufe, deren Wasser ohnehin schon wegen der bestehenden Verunreinigungen für Trinkzwecke nicht in Frage kam, — unter Vorbehalt des Widerrufs — für die Einleitung eines beschränkten Teils der Endlaugen freizugeben und nur dafür Sorge zu tragen, daß die äußersten Falls zugestandene Verunreinigung sich innerhalb der Grenzen hält, die eine nachteilige Beeinflussung der Brunnen und eine Schädigung der gewerblichen, landwirtschaftlichen und fischereilichen Interessen ausschließen. Zu dem Zwecke war es erforderlich, bestimmte Grenzen für die Höchstmenge der zulässigen Verunreinigung festzusetzen.

Es kam für den vorliegenden Fall und mit Rücksicht darauf, daß der Reichsgesundheitsrat zum ersten Male zu dieser bedeutsamen Frage Stellung zu nehmen hatte, in Erwägung, ob nicht eine für alle Fälle zutreffende Entscheidung sich treffen ließe und allgemein gültige Grundsätze und Grenzwerte aufgestellt werden könnten. Hiervon mußte indessen Abstand genommen werden.

Eine solche allgemein gültige Festsetzung müßte zunächst zur Voraussetzung haben, daß die natürliche Beschaffenheit der Flußläufe überall die gleiche ist. Diese Voraussetzung trifft schon deshalb nicht zu, weil die nicht in allen Fällen gleiche geologische Formation von bestimmendem Einfluß auf die Eigenschaften des Flußwassers ist. Flüsse aus Kalksteingebirgen haben z. B. hohe Härten. Zieht man die Härte allein als Maßstab für die Verwendbarkeit des Wassers in Betracht und will man die Verunreinigungen bis zu einem bestimmten Härtegrad zulassen, so ergibt sich, daß hier Flußläufe mit hoher natürlicher Härte gegenüber solchen mit weichem Wasser eine gesonderte Beurteilung und Behandlung verlangen.

Ähnlich verhält es sich hinsichtlich der gleichfalls von den geologischen Verhältnissen mitbestimmten Beeinflussung des Grundwassers und damit der Brunnen

durch das Flußwasser. In dem hier in Frage kommenden Flußgebiet ist eine solche Beeinflussung nicht nachgewiesen, für andere Gebiete kommt sie indessen in Frage. Es können somit für diese beiden verschiedenen Fälle gleiche Grenzwerte nicht festgelegt werden. Doch nicht allein die Verschiedenartigkeit der natürlichen Verhältnisse stehen einer allgemein gültigen Regelung der Frage im Wege, sondern auch die Besonderheit der an den Flußläufen in ganz verschiedener Verteilung zur Entwicklung gelangten Anlagen gewerblicher Natur, fernerhin die verschieden starke Nutzung des Wassers zur Fischzucht und für landwirtschaftliche Zwecke. Hier möge nur daran erinnert werden, daß an das Wasser von Flüssen, an deren Ufern zahlreiche gewerbliche Betriebe angelegt sind, wegen der Verwendung des Wassers als Kessel- und Speisewasser wesentlich andere Anforderungen gestellt werden müssen, als an solche Flüsse, die ihren Lauf vorwiegend durch landwirtschaftlich genutzte Gebiete nehmen. Es kann somit eine Entscheidung jeweils nur von Fall zu Fall und nur für ein bestimmtes umgrenztes Flußgebiet getroffen werden. Legt man die Härte als Maßstab der Verunreinigung zugrunde und wollte man einen Normalgrenzwert, der für alle Flußläufe Gültigkeit haben soll, festlegen, so ergibt sich noch eine weitere Schwierigkeit. Die Härte kann bedingt sein sowohl durch Magnesium- als durch Calciumsalze. Ein Wasser, dessen Härte nur durch Magnesiumsalze bedingt ist, erheischt aber eine ganz andere Beurteilung als ein gleich hartes Wasser, dessen Härte nur durch Calciumsalze bedingt ist.

Unter Würdigung all dieser Umstände hat der Reichs-Gesundheitsrat davon Abstand nehmen müssen, allgemein anwendbare Grenzwerte aufzustellen, und hat den Gültigkeitsbereich der in Vorschlag gebrachten Grenzwerte nur auf das der Begutachtung unterliegende umgrenzte Flußgebiet der drei Flüsse, und zwar der Schunter, Oker und des Oberlaufs der Aller bis zur Einmündung der Oker in die Aller bei Müden beschränken müssen.

In ähnlicher Weise ist bisher die Königlich Preußische Regierung vorgegangen. So ist z. B. preußischerseits bestimmt worden, daß die Zuleitung von Endlaugen zur Innerste einzuschränken und erforderlichenfalls einzustellen ist, wenn die Härte des Innerstewassers über 30° steigt¹⁾. Auch für die Leine ist die gleiche Grenze festgesetzt worden, dagegen ist für die Unstrut der Grenzwert auf $37,5^{\circ}$ und für die Wipper, sowie auch für die Aller — für letztere jedoch nur bei der Einleitungsstelle der Beendorfer Endlaugen — mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse auf 45° erhöht werden.

Von dem Herzoglich Braunschweigischen Obersanitätskollegium ist eine Festlegung der Grenze der zulässigen Flußverunreinigung durch Einleitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auch noch nach der Richtung befürwortet worden, daß ein bestimmter Chlorgehalt im Flußwasser nicht überschritten werden soll. In seinem Gutachten vom 7. Januar 1902, betreffend die Gesuche der Gewerkschaften Asse und

¹⁾ Vergleiche auch Rubner, Schmidtman, Gutachten der Königl. wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen über die Einwirkung der Kaliindustrie auf die Flüsse. Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen. 3. Folge XXI Bd. Supplementheft, Jahrgang 1901 Supplement S. 2.

Hedwigsburg sowie der Aktiengesellschaft Thiederhall um Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken, hat es nämlich gefordert, daß neben der zulässigen Erhöhung der Härte auf 30° der Chlorgehalt auf etwa 250 mg in 1 Liter Flußwasser beschränkt werde müsse.

Es erscheint indessen nicht zweckmäßig, für die Härte einen gleichmäßigen Wert als äußerste zulässige Grenze festzusetzen, weil das Wasser der drei Flüsse bei Ausschluß von Verunreinigungen durch Fabrikabwässer eine verschiedene natürliche Härte besitzt. Diese natürliche Härte, die durch den Gehalt an kohlensauen und schwefelsauen Salzen, hauptsächlich des Calciums, weniger des Magnesiums, bedingt und für die meisten Verwendungsarten des Wassers belanglos ist, beträgt nach den vorliegenden Analysen im Durchschnitt bei der Schunter rund 20°, bei der Oker und Aller rund 10°. Um einer übermäßigen Verunreinigung der Flüsse durch Chlormagnesium vorzubeugen, müßte festgesetzt werden, um wieviel diese natürliche Härte durch Zulauf von Abwässern erhöht werden darf. Von den Berichterstatlern dieses Gutachtens wurde eine Erhöhung der Härte um 30 bis 35° als geeignete Grenze anerkannt, weil — bei der ohnedies schon vorhandenen Versalzung der drei Flüsse — nach den bisherigen Erfahrungen ein entsprechender Chlormagnesiumgehalt des Wassers insbesondere für das Fischleben ohne Nachteil ist, über die etwaige Unbedenklichkeit noch höherer Salzgehalte aber keine hinreichende Erfahrung vorliegt. Bei Annahme dieser Grenze dürfte also die Gesamthärte in der Schunter höchstens 50 bis 55°, in der Oker und in der Aller höchstens 40 bis 45° erreichen. Bei der Beschlußfassung des Reichs-Gesundheitsrats stimmte die Mehrheit den von den Berichterstatlern in Vorschlag gebrachten Grenzzahlen für die obengenannte Härteerhöhung zu; eine Minderheit von über ein Drittel Stimmen trat für eine Erniedrigung der Werte auf 20 bis 25° ein.

Die Festlegung einer Grenze auch für den Chlorgehalt ist angezeigt, da nur durch eine solche die Abwässer aus der Kieseritfabrikation und der Sylvinitverarbeitung getroffen werden, die eine Erhöhung der Härte des Flußwassers nicht bedingen, weil ihr wesentlicher Bestandteil Chlornatrium, nicht Chlormagnesium ist. Nach den vorliegenden Analysen der chlormagnesiumhaltigen Abwässer entsprechen in diesen durchschnittlich

30° Härte 351 mg Chlor in 1 Liter

35° „ 409 „ „ „ „

so daß also neben einer Erhöhung der natürlichen Härte um 30 bis 35° eine Erhöhung des natürlichen Chlorgehaltes um rund 350 bis 400 mg Chlor zuzulassen wäre. Da der natürliche Chlorgehalt der drei Flüsse im Durchschnitt rund 50 mg beträgt, so dürfte also der Gesamt-Chlorgehalt höchstens 400 bis 450 mg in 1 Liter erreichen.

Es läßt sich nunmehr, unter Berücksichtigung der wechselnden Wasserführung der Flüsse, abschätzen, an wieviel Tagen im Jahre durchschnittlich die natürliche Härte um mehr als 30 bis 35°, der natürliche Chlorgehalt um mehr als 350 bis 400 mg erhöht werden würden, wenn die Verarbeitung von Rohsalzen in dem beantragten Umfange zugelassen würde. Dies würde der Fall sein:

A) in der Schunter

1. bei Beienrode: an 152 bis 121 Tagen;
2. an ihrer Mündung. an 53 bis 26 Tagen;

B) in der Oker

3. oberhalb der Schuntermündung: an 7 bis 4 Tagen;
4. unterhalb „ „ : „ 12 „ 6 „
5. an ihrer Mündung: „ 3 „ 2 „

C) in der Aller

6. bei Groß-Bartensleben: an mehr als 217 Tagen, nämlich an allen Tagen mit Niedrig- und Mittelwasser und mindestens einem Teile der Hochwassertage;
7. oberhalb der Okermündung. an 6 bis 3 Tagen,
8. unterhalb „ „ : „ 4 „ 2 „
9. unterhalb Celle : „ 1 Tage.

V. Die aus der Verunreinigung der Schunter, Oker und Aller entstehenden Nachteile.

Gegen die Absicht, das Wasser der genannten Flüsse mit weiteren Salzmengen der Abwässer aus Chlorkaliumfabriken zu beladen, sind Einsprüche erhoben worden, welche betonen, daß die Flußwässer hiernach für manche Zwecke nicht mehr brauchbar sein würden. Zur Beurteilung, inwieweit die herbeigeführten Veränderungen die Verwendbarkeit der Flußwässer beschränken, dienen die in den Tabellen 39 bis 48 errechneten Möglichkeiten der Verunreinigung der Flüsse bei verschiedenen Wasserständen, soweit diese in Frage kommen (Niedrig- und Mittelwasser). In diesen Tabellen sind die Härtegrade berechnet, welche die Magnesiumsalze im Flußwasser erzeugen können. Von den Abwasserbestandteilen erscheinen hinsichtlich der Benachteiligung des Flußwassers Chlor, Magnesium und Natrium am wichtigsten. Die sonst gestellte Frage, in welcher Bindungsform diese Stoffe im Wasser enthalten sind, hat nach den jetzigen Anschauungen keine Berechtigung, da bei den in betracht kommenden Verdünnungen die Salze zum größten Teil in ihre Ionen dissoziiert, die geringen ungespaltenen Mengen aber in allen denkbaren Salzkombinationen angenommen werden müssen.

1. Die Nachteile der Flußverunreinigung hinsichtlich der Benutzung des Flußwassers zum Hausgebrauch und zum Genuß.

Bei der Benutzung der verunreinigten Flußwässer zum Hausgebrauch ist im wesentlichen die Vermehrung der Härte nachteilig. Das Wasser wird hierdurch ungeeigneter zum Waschen, der Verbrauch an Seife wird größer. Mit Recht betont Rubner¹⁾, daß ein zu hartes Wasser die Reinigung der Haut erschwert. Die Rein-

¹⁾ Rubner, die hygienische Beurteilung der anorganischen Bestandteile des Trink- und Nutzwassers. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliche San.-Wesen 3. Folge XXIV Bd. Suppl.-Heft Jahrgang 1902. Suppl. II S. 66 u. ff.

haltung unseres Körpers ist aber ein nicht zu unterschätzendes hygienisches Moment. Es ist nicht zu leugnen, daß die Zugabe von Magnesiumsalzen in dieser Hinsicht eine unwillkommene Veränderung des Flußwassers bedeutet, um so mehr als die hierdurch bedingte Erhöhung der Härte keine temporäre ist, die sich durch Kochen beseitigen läßt. Aber man wird den Schaden nicht zu hoch anschlagen dürfen, im Verhältnis zu den Vorteilen wirtschaftlicher Art, welche die Entwicklung einer so bedeutsamen Industrie, wie die der Chlorkaliumfabrikation mit sich bringt.

Die Königlich Preußische Technische Deputation für Gewerbe hat für eine Reihe von Flüssen, in welche Chlorkaliumendlaugen eingeleitet werden, bestimmte Grenzen festgesetzt, über welche hinaus die Härte des Flußwassers nicht gesteigert werden darf. Diese höchsten Härtegrenzen sind aber für die einzelnen Flußläufe unter Berücksichtigung ihrer verschiedenen großen natürlichen Härte und unter Abwägung der Schädigungen, welche die Verunreinigung des Flußwassers durch Chlorkaliumendlaugen in den einzelnen Flußgebieten in hygienischer und wirtschaftlicher Hinsicht herbeizuführen geeignet ist, verschieden bestimmt, z. B. wie oben bereits erwähnt, für die Innerste und die Leine auf 30° , für die Unstrut auf $37\frac{1}{2}^{\circ}$, für zwei Nebenflüsse der Unstrut, die Wipper und die Helme, auf 45° . Diese in Preußen befolgte Praxis beruht auf der zutreffenden Erwägung, daß man, besonders vom hygienischen Standpunkt aus, nicht nur mit dem allgemeinen Begriff „Härte“ rechnen, sondern den Ursachen nachgehen muß, welche diese Härte erzeugen.

Es ist bekannt, daß natürliche Wässer von 50 und mehr Härtegraden von den daran gewöhnten Konsumenten ohne Nachteil genossen werden. Doch ist hier die Härte vorwiegend durch Kalksalze bedingt; anders stellt sich die Sache, wenn die Magnesiumsalze als härtegebende Bestandteile des Genußwassers im Übergewicht sind. Der Kalk ist ein unentbehrlicher Bestandteil unserer Ernährung, in weit geringerem Grade trifft dies für das Magnesium zu, die erforderlichen Mengen sind uns in ausreichender Weise in den verschiedensten Nahrungsmitteln zugänglich. Andererseits ist an die schädigende Wirkung der mit den Abwässern zum Genußwasser gelangenden Magnesiumsalze zu denken. Wenn dieselben auch in einer Verdünnung vorhanden sind, daß beim Genuß solchen Wassers eine medikamentöse (purgierende) Wirkung noch nicht eintritt, so ist doch keineswegs erwiesen, ob nicht und in welchem Maße die Ausnutzung der Nahrung beeinträchtigt wird, in welcher Weise die physiologischen Vorgänge der Ernährung beeinflußt werden. Eine wichtige und unumstrittene Tatsache ist es aber, daß durch diese Abwassersalze, speziell durch die Magnesiumsalze, der Geschmack des Wassers verändert wird. Nicht im wesentlichen in der Vermehrung der Härte, sondern in diesem Umstand liegt die Beeinträchtigung des Wassers zu Genußzwecken.

Auch in den natürlichen Wässern finden sich stets Magnesiumsalze, Chlornatrium und dergleichen, überhaupt die gleichen Verbindungen, welche in den Abwässern vertreten sind, aber nicht in solchen Mengen, daß sie sich durch einen fremdartigen Geschmack verraten. Die Beurteilung, bei welcher Verdünnung der Abwasserbestandteile die Grenze der fremdartigen Geschmacksempfindung liegt, ist eine schwierige Aufgabe.

Zunächst ist die Empfindlichkeit des Geschmacksorgans bei den einzelnen Personen verschieden; sie kann auch durch Übung verfeinert werden. Wenn man den Wein durch Kosten proben will, so wird man nicht beliebige Personen hierzu benutzen, sondern man wird sachverständige Kenner heranziehen. Diese haben durch Übung das Geschmacksorgan derart verfeinert, daß sie aus dem Gesamteindruck der Geschmacksempfindung auch die einzelnen Komponenten herausschmecken und hieraus die Güte des Weines abschätzen können. Aus naheliegenden Gründen ist eine solche Übung bei dem Wasser weniger ausgebildet; hier unterscheidet man für gewöhnlich nur in groben Zügen; das Wasser schmeckt gut, oder schlecht oder ungewöhnlich fremdartig.

Eine weitere Schwierigkeit, einen bestimmten Geschmack zu deuten, liegt darin, daß die Empfindung keine einheitliche ist, indem an der Spitze, den Rändern und dem Grund der Zunge andere Empfindungen ausgelöst werden und selbst diese zeitlich verschieden auftreten. Es kann die zeitliche Verschiebung auch eine qualitative Veränderung des Geschmackes bedingen, so daß wir von einem „Nachgeschmack“ sprechen; selbst Stoffe, die zunächst als geschmacklos bezeichnet werden, können einen Nachgeschmack hervorrufen.

Selbst bei einfachen Salzlösungen ist das Zustandekommen der Geschmacksempfindung sehr verwickelter Natur. Eine Änderung der Konzentration bewirkt nicht immer eine Intensitätsveränderung der Geschmacksempfindung allein, sondern erzeugt nach Umständen auch eine Qualitätsverschiebung; manche Salze schmecken in großer Verdünnung laugig, in geringerer salzig oder bitter. Die einzelnen Ionen der Salze, möglicherweise auch die geringen Mengen ungespaltener Salze in Lösungen, rufen verschiedene Geschmacksempfindungen hervor. Diese addieren sich nicht, sondern es tritt eine Wechselwirkung der Geschmacksempfindung auf, die zur Schwächung oder zur qualitativen Veränderung, unter Umständen zur Aufhebung einzelner Geschmackswahrnehmungen führen kann.

Es leuchtet ein, daß bei diesen komplizierten Verhältnissen eine Kostprobe mit Wasser, ausgeführt von verschiedenen unkundigen Personen, zu keinem zutreffenden Urteil führen kann; noch mehr bei dem Wasser als bei dem Wein ist eine Einübung nötig, wenn man solche Versuche einwandfrei ausführen will.

Auch ist für den Geschmack die Temperatur der Lösung von Belang; vergleichbare Resultate wird man nur bei Einhaltung einer gleichen Temperatur erzielen und bei wässerigen Lösungen hat sich die Temperatur von 20—25° am besten bewährt.

Rubner¹⁾ macht darauf aufmerksam, daß es darauf ankommt, in welcher Weise die Kostprobe ausgeführt wird, ob man das Wasser im Munde herumbewegt oder nicht, ob man es schluckt oder wieder ausspuckt. Er bewegte 50—60 ccm im Munde herum und schluckte sie dann herunter. Auch die Menge der Flüssigkeit und das augenblickliche subjektive Empfinden sind von Einfluß. Rubner hat daher die zu prüfenden Wassersorten, außer den besonderen Kostproben tagsüber entsprechend seinem Trinkbedürfnis getrunken. Selbstverständlich darf das Geschmacks-

¹⁾ A. a. O. S. 77.

organ kurz vor dem Versuche durch andere Reize wie Speisen, Getränke, Rauchen nicht beeinflusst sein. Auch wird es einen Unterschied machen, ob man nach der Kostprobe den Mund ausspült oder das vollständige Verschwinden der Geschmacksempfindung abwartet.

Kahlenberg und Richards¹⁾ fanden, daß die Wasserstoffionen den sauren Geschmack herbeiführen. Hoeber und Kiesow²⁾ erkannten, daß die Anionen die salzige Geschmacksempfindung verursachen, und daß „neben dem Salzgeschmack stets noch eine Reihe anderer Geschmacksarten auftreten, die sie auf die Anwesenheit der Kationen und der undissoziierten Moleküle zurückzuführen geneigt sind“; „sie glauben gefunden zu haben, daß die Magnesium- und Baryum-Ionen eine bittere, die Natrium- und Kalium-Ionen keine deutliche Empfindung verursachen.“ Ihre Resultate der Geschmacksanalyse von Salzlösungen werden dahin zusammengefaßt, „daß sich der Geschmack eines jeden Salzes additiv zusammensetzt aus dem Geschmack der Ionen, vielleicht auch der elektrisch neutralen Moleküle desselben.“

Da die Salzlösung, wie oben bereits angedeutet, eine ganze Reihe von Geschmacksempfindungen auslöst, so beschränken sich Hoeber und Kiesow darauf, nur eine einzige, nämlich den salzigen Geschmack, festzustellen. Dabei fanden sie als Grenze der Geschmacksempfindung für

NaCl	die molekulare Konzentration	0,024	=	1424	mg im Liter,
MgCl ₂	„	„	„	0,0175	= 1662 „ „ „

Weit schwieriger ist das Auffinden der bei wesentlich geringeren Konzentrationen liegenden Geschmacksgrenze, wenn man die gesamte Geschmacksempfindung berücksichtigt. Dieser Umstand sowie die Verschiedenheit der Versuchsanordnung lassen erklärlich erscheinen, daß die Versuchsergebnisse einiger Autoren von denen anderer erheblich abweichen.

Landolt³⁾ gibt an, daß in verdünnteren Lösungen als die Bitterwässer von Friedrichshall und Püllna der bittere Geschmack der Magnesiumsalze bald abnimmt; das MgCl₂ konnte er bei 1500—1600 mg im Liter nicht mehr schmecken.

Kraut⁴⁾ löste 1 g kristallisiertes Chlormagnesium in 1 Liter des hannoverschen Leitungswassers auf; der Gehalt an wasserfreiem Chlormagnesium betrug sonach 465 mg. Diese Lösung „wurde von 10 Personen, darunter Ärzten, Chemikern, Damen, einem Rheinweinproduzenten und -Händlern, für geschmacklos erklärt, von vier anderen, die etwas zu schmecken glaubten, bezeichnete die eine den Geschmack als unangenehm säuerlich, eine andere, die den Nachgeschmack einmal als laugenhaft bezeichnete, nahm die Angabe am nächsten Tag bei wiederholtem Kosten zurück, zwei Personen wußten ihn überhaupt nicht zu charakterisieren.“

¹⁾ Vergl. Hamburger, Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medizinischen Wissenschaften, Bd. III, S. 169.

²⁾ Hoeber und Kiesow, Über den Geschmack von Salzen und Laugen. Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. XXVII, S. 601.

³⁾ Vergl. Kraut, Cum grano salis, S. 32.

⁴⁾ Cum grano salis, S. 35.

Nach de Chaumont soll man erst 710—790 mg $MgCl_2$ im Liter Wasser schmecken¹⁾.

Pfeiffer²⁾ bezeichnet den Geschmack einer Lösung von 231,6 mg kristallisierten Chlormagnesiums in 1 Liter Wasser unverkennbar bitter und adstringierend; der spezifische Nachgeschmack soll durch gleichzeitige Anwesenheit anderer Salze nicht verdeckt werden.

Ferd. Fischer³⁾ stellte seine Versuche mit Chlormagnesiumlösungen mittels destillierten Wassers und Göttinger Leitungswassers an. Kam destilliertes Wasser zur Verwendung, so trat die Grenze der Geschmacksempfindung bei stärkeren Verdünnungen ein, als wenn Göttinger Leitungswasser zur Lösung des $Mg Cl_2$ benutzt wurde. Es wurden folgende Geschmacksempfindungen festgestellt:

mg Chlormagnesium gelöst in 1 Liter	
destillierten Wassers	Göttinger Leitungswassers
90 schwach salzig mit bitterem Nachgeschmack	nichts
180 deutlich	zweifelhaft
280 salzig bitter	sehr schwach
470 stark salzig-bitter	salzig-bitter

Die Tatsache, daß $Mg Cl_2$ in seinem Geschmack durch die Gegenwart anderer Salze beeinflußt wird, ist bekannt und erklärlich. Gaffky konnte sie bei Schmeckversuchen, die er anlässlich dieses Gutachtens ausführte, ebenfalls feststellen. Er fand bei 13—15° C

mg $Mg Cl_2$ gelöst in 1 Liter	
destillierten Wassers	Gießener Leitungswassers
100 Geschmack nicht mehr wahrzunehmen	—
200 überaus schwacher Geschmack	Geschmack nicht mehr wahrzunehmen
250 —	ganz schwacher Geschmack, oder nicht mehr wahrzunehmen
333 —	ganz schwacher Geschmack
500 schwacher Geschmack	schwacher Geschmack.

In dem Gutachten des Herzoglich Braunschweigischen Obersanitätskollegiums vom 7. Januar 1902, betreffend die Gesuche der Gewerkschaften Asse und Hedwigsburg sowie der Aktiengesellschaft Thiederhall auf Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken, wird mitgeteilt, daß bei 300 mg $Mg Cl_2$ in 1 Liter Braunschweigischen Leitungswassers ein Geschmack nicht festgestellt werden konnte.

Eine befriedigende Übereinstimmung zeigen die Versuche von Rubner⁴⁾ und Ferd. Fischer. Vergleichbar sind nur die Versuche, die mit destilliertem Wasser angestellt sind.

¹⁾ Mitgeteilt bei Rubner, die hygienische Beurteilung der anorganischen Bestandteile des Trink- und Nutzwassers, S. 82.

²⁾ Mitgeteilt bei Kraut, Cum grano salis, S. 34.

³⁾ Ebenda, S. 33.

⁴⁾ Rubner, a. a. O., S. 84.

	Rubner	mg Mg Cl ₂ im Liter	Fischer
940	stark bitter		—
470	—	stark bitter, salzig	
280	—	salzig bitter	
220	deutlich bitter		—
180	—	deutlich salzig, bitterer Nachgeschmack	
110	Salzgeschmack unmittelbar fast nicht wahrnehmbar, aber Nachgeschmack		—
90	—	schwach salzig mit bitterem Nachgeschmack	
60	nur etwas Nachgeschmack		—
30	„ „ „		—

Die Geschmacksgrenze liegt bei beiden Untersuchern zwischen 90—110 mg Mg Cl₂. Es mag eingewendet werden, daß diese Versuche nicht der Wirklichkeit entsprechen, weil sie mit destilliertem Wasser ausgeführt sind. Wenn aber Fischer bei einer Lösung von 180 mg Mg Cl₂ im Liter Göttinger Leitungswasser die Geschmacksempfindung als zweifelhaft bezeichnet, so muß man annehmen, daß die Grenzzahlen 90—110 mg Mg Cl₂ der Wirklichkeit nicht zu fern liegen. Dabei ist zu betonen, daß die Veränderungen des Geschmackes des Trinkwassers auch bei dem geringsten Grade, auch wenn sie nur als Nachgeschmack wahrnehmbar sind, hygienisch zu verurteilen sind.

Größere Übereinstimmung wurde bei Schmeckversuchen mit Chlornatrium erzielt; als Grenze der Geschmacksempfindung wurde ermittelt von

Camerer	400 mg im Liter destillierten Wassers
F. Fischer	400 „ „ „ „ „
Rubner	350 „ „ „ „ „

Wenn Göttinger Leitungswasser zur Lösung benutzt wurde, so fand F. Fischer den Geschmack bei 500 mg Na Cl zweifelhaft, bei 900 mg schwach salzig.

Wie erwähnt, verschiebt sich die Geschmacksgrenze bei Gegenwart verschiedener Salze. Zur Orientierung wurden Schmeckversuche von Gaffky sowie von C. Fraenkel mit Endlaugen angestellt. Die Verdünnungen geschahen mit destilliertem Wasser, mit Gießener und Hallenser Leitungswasser. Gaffky fand die Geschmacksgrenze zwischen 1000 und 2000facher Verdünnung. C. Fraenkel hatte folgende Ergebnisse:

Kostprobe vom 13. Juni 1903. Wassertemperatur 20° C. Gehalt an Endlauge: 0—1‰.

Namen	A. Leitungswasser					
	Leitungswasser	0,1 ‰	0,25 ‰	0,5 ‰	0,75 ‰	1 ‰
Prof. F.	—	geschmacklos	etwas bitter	—	—	—
Dr. G.	geschmacklos	—	geschmacklos	—	—	—
Dr. E.	—	schmeckt fade	—	alkalisch	—	etwas alkalisch
Frl. Wn.	—	—	bitter	weich	—	geschmacklos
Dr. B.	—	schmeckt fade	—	—	fade	schwach laugig
Dr. K.	—	—	salzig	—	—	—
Frl. Wt.	—	geschmacklos	geschmacklos	—	—	geschmacklos

Namen	B. Destilliertes Wasser					
	destilliertes Wasser	0,1 ‰	0,25 ‰	0,5 ‰	0,75 ‰	1 ‰
Prof. F.	—	etwas bitter	—	—	geschmacklos	—
Dr. G.	—	—	schwach säuerlich	geschmacklos	—	—
Dr. E.	—	säuerlich	säuerlich	—	—	—
Frl. Wn.	—	—	—	—	geschmacklos	geschmacklos
Dr. B.	bitter	—	laugig	bitterlich	—	—
Dr. K.	nichts	—	schwach bitter	geschmacklos	—	geschmacklos
Frl. Wt.	—	metallisch	säuerlich	—	schmeckt eigenartig	fade

Kostprobe vom 15. Juni 1903. Wassertemperatur 32° C. Gehalt an Endlaugen: 0—1 ‰.

Namen	A. Leitungswasser					
	Leitungswasser	0,1 ‰	0,25 ‰	0,5 ‰	0,75 ‰	1,0 ‰
Frl. Wn.	geschmacklos	—	—	laugig	—	—
Dr. Gl.	—	—	—	geschmacklos	geschmacklos	geschmacklos
Dr. B.	fade	—	—	fade	—	—
Dr. E.	—	—	etwas sauer	—	—	leicht alkalisch
Dr. G.	geschmacklos	geschmacklos	—	—	—	—
Dr. K.	—	—	—	—	—	schwach bitter
Frl. Wt.	säuerlich	—	—	schmeckt schlecht	schmeckt metallisch	fade

Namen	B. Destilliertes Wasser					
	destilliertes Wasser	0,1 ‰	0,25 ‰	0,5 ‰	0,75 ‰	1,0 ‰
Prof. F.	—	—	geschmacklos	geschmacklos	bitter	geschmacklos
Dr. Gl.	—	—	„	—	—	„
Frl. Wn.	schmeckt alkalisch	zusammenziehend	—	—	—	„
Dr. B.	bitter, metallisch	—	laugig	—	bitter, metallisch	bitter
Dr. E.	süßlich	—	—	leicht sauer	—	geschmacklos
Dr. G.	geschmacklos	—	—	geschmacklos	geschmacklos	—
Frl. Wt.	säuerlich	—	bitter	—	bitter	schwach bitter

Kostprobe vom 16. Juni 1903. Wassertemperatur 23° C. Gehalt an Endlaugen: 1—2 ‰.

Namen	A. Leitungswasser					
	Leitungswasser	1 ‰	1,25 ‰	1,5 ‰	1,75 ‰	2 ‰
Dr. Gl.	—	geschmacklos	geschmacklos	—	wie Leitungswasser	—
Frl. Wn.	—	geschmacklos	destill. Wasser	laugig	—	—
Prof. F.	schmeckt eine Idee	—	—	—	—	geschmacklos
Dr. G.	geschmacklos	geschmacklos	—	—	—	—
Dr. B.	—	—	fade	—	—	bitter
Dr. E.	—	—	„	—	—	alkalisch
Dr. K.	—	schwach bitter	geschmacklos	geschmacklos	bitter	—
Frl. Wt.	—	geschmacklos	etwas laugig	—	—	geschmacklos

Namen	B. Destilliertes Wasser					
	destilliertes Wasser	1 ‰	1,25 ‰	1,5 ‰	1,75 ‰	2 ‰
Dr. Gl.	—	schwach laugig	schwach laugig	—	—	schwach laugig
Frl. Wn.	—	schwach alkalisch	—	—	—	geschmacklos
Prof. F.	—	—	geschmacklos	geschmacklos	—	—
Dr. G.	—	schmeckt sonderbar	—	Andeutung v. Geschmack	bitter	—
Dr. B.	laugig	bitter	bitter	stark bitter	—	—
Dr. E.	—	alkalisch	geschmacklos	bitter	—	—
Dr. K.	bitter	—	geschmacklos	—	—	geschmacklos
Frl. Wt.	schwach metallisch	metallisch	—	—	—	etwas bitter

Kostprobe vom 22. Juni 1903. Wassertemperatur 18° C. Gehalt an Endlaug: 1,5–2,5 ‰.

Namen	A. Leitungswasser					
	Leitungswasser	1,5 ‰	1,75 ‰	2 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰
Frl. Wn.	geschmacklos	geschmacklos	—	geschmacklos	—	geschmacklos
Dr. Gl.	„	„	—	„	—	„
Dr. K.	„	—	stark bitter	stark bitter	stark bitter	schwach bitter
Dr. B.	—	schwach laugig	—	bitter	schwach laugig	—
Dr. E.	—	geschmacklos	—	geschmacklos	—	—
Dr. G.	—	„	—	„	—	—
Frl. Wt.	—	„	etwas bitter	„	geschmacklos	—

Namen	B. Destilliertes Wasser					
	destilliertes Wasser	1,5 ‰	1,75 ‰	2 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰
Prof. F.	—	—	bitter	—	—	—
Frl. Wn.	schmeckt sehr stark	schmeckt	—	geschmacklos	—	stark bitter
Dr. Gl.	sehr bitter	—	—	—	bitter	schwach bitter
Dr. K.	—	schwach bitter	geschmacklos	bitter	stark bitter	—
Dr. B.	schwach bitter	—	bitter	bitter	bitter	bitter
Dr. E.	sauer	—	—	—	geschmacklos	alkalisch
Dr. G.	—	—	schmeckt etwas	geschmacklos	—	stark bitter
Frl. Wt.	süßlich	laugig	—	herbe	—	laugig

Ein Gehalt von 2–2,5 ‰ Endlaug in destilliertem Wasser ist von jedem sofort geschmeckt worden.

Kostprobe vom 6. Juli 1903. Wassertemperatur 21° C. Gehalt an Endlaug 2–3 ‰.

Namen	A. Leitungswasser					
	Leitungswasser	2 ‰	2,25 ‰	2,5 ‰	2,75 ‰	3 ‰
Dr. G.	geschmacklos	leicht bitter	geschmacklos	geschmacklos	bitter	deutlich bitter
Dr. Gl.	schwach bitter	geschmacklos	Leitungswasser	Leitungswasser	schwach bitter	bitter
Dr. E.	—	fade	geschmacklos	—	alkalisch	stark alkalisch
Frl. Wn.	—	geschmacklos	—	süß	zusammenziehend	laugig
Dr. B.	Leitungswasser	bitter	stark bitter	bitter	bitter	bitter
Frl. Wt.	geschmacklos	—	—	schmeckt schlecht	laugig	laugig

Ein Gehalt von 2,5–3 ‰ Endlaug in Leitungswasser (17–18 Härtegrade) ist von jedem sofort geschmeckt worden.

Vogel¹⁾ hat Geschmacksproben mit Verdünnungen von Endlaugen mit mehreren Personen während mehrerer Wochen ausgeführt und kommt zu dem Ergebnis, „daß die Endlaugen in einer Verdünnung 1 : 2000 noch deutlich durch den Geschmack wahrnehmbar waren. In einer Verdünnung von 1 : 4000 bis 1 : 5000 konnte zwar die Endlauge nicht mehr bestimmt am Geschmack, wohl aber noch am Nachgeschmack erkannt werden. Die Endlauge enthielt 30,12 % Chlormagnesium, d. h. in einer Verdünnung von 1 : 2000 waren enthalten rund 150 mg Chlormagnesium“. Er schließt aus seinen Versuchen, „daß ein Wasser, welches zu Trinkzwecken benutzt werden soll, Endlauge in unverändertem Zustande in nicht stärkerer Konzentration als 1:4000 bis 1:5000 (entsprechend 87 bzw. 70 mg Mg Cl₂ in 1 Liter) enthalten darf.“

Dieses Ergebnis stimmt mit der Abgrenzung der Geschmacksempfindung durch die Versuche von Rubner und Ferd. Fischer (90—110 mg Mg Cl₂) gut überein.

Es wäre nicht richtig, ein Trinkwasser erst dann zu verurteilen, wenn alle Konsumenten dessen Geschmack als fremdartig bezeichnen; wenn dies von einzelnen Personen geschieht, so hat es eben schon seinen Ruf als gutes Trinkwasser eingebüßt. Nimmt man als Grenze der Geschmacksempfindung 110 mg Mg Cl₂ im Liter an, so wäre nach den Tabellen 39—48 das Wasser der Schunter bei Beienrode und an der Mündung nicht mehr als Trinkwasser zu bezeichnen (Tabellen 39—40). Das Wasser der Oker würde oberhalb der Schuntermündung eine Geschmacksempfindung bei einer Wasserführung von 4,4 sek/cbm (bei 150 mg MgCl₂) auslösen (vergl. Tabelle 41). Wenn zu den Abwässern aus Thiederhall noch diejenigen einer Verarbeitung von täglich 1500 dz Carnallit inASSE hinzutreten, so würde oberhalb der Schuntermündung die fremdartige Geschmacksempfindung bei einer Wasserführung von 7,6 sek/cbm (bei 130 mg MgCl₂) eintreten (vergl. Tabelle 42). Unterhalb der Schuntermündung wäre im Okerwasser bis zu seiner Mündung in die Aller der Geschmack des Chlormagnesiums bei Niedrig-Mittelwasser bemerkbar (Tabelle 43 und 44). Das Wasser der Aller würde auf der Flußstrecke von Groß-Bartensleben bis unterhalb der Okermündung als Trinkwasser zu gewissen Zeiten sich nicht mehr eignen (vergl. die Tabellen 45, 46 und 47); jedoch würde eine Geschmacksempfindung unterhalb Celle bei einer Wasserführung von 24,7 sek/cbm (bei 110 mg Mg Cl₂) eben nicht mehr eintreten (vergl. Tabelle 48).

Sieht man nach, an wieviel Tagen im Laufe des Jahres eine Geschmacksempfindung bei den Flußwässern infolge ihres Chlormagnesiumgehaltes sich bemerkbar macht, so ergibt sich

A) für die Schunter

1. bei Beienrode an mehr als 217 Tagen (nämlich an sämtlichen Tagen mit Niedrig- und Mittelwasser und mindestens einem Teil der Hochwassertage).
2. an ihrer Mündung an mehr als 217 Tagen (wie bei 1).

¹⁾ Vogel, Gutachten, betreffend die Abwässerung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Einigkeit“ in Ehmen bei Fallersleben, vom 4. November 1902, S. 26.

B) für die Oker

3. oberhalb der Schuntermündung durch die Abwässer von Thiederhall an 63 Tagen,
4. oberhalb der Schuntermündung durch die Abwässer von Thiederhall und Asse an 151 Tagen,
5. unterhalb der Schuntermündung an mehr als 217 Tagen (wie bei 1),
6. an ihrer Mündung an mehr als 217 Tagen (wie bei 1).

C) für die Aller

7. bei Groß-Bartensleben an mehr als 217 Tagen (wie bei 1),
8. oberhalb der Okerermündung an mehr als 217 Tagen (wie bei 1),
9. unterhalb der Okermündung an mehr als 217 Tagen (wie bei 1),
10. unterhalb Celle an 188 Tagen.

Dagegen würde sich das aus den Fabrikwässern stammende Chlornatrium durch den Geschmack nur im Allerwasser bei Groß-Bartensleben bis zu einer Wasserführung von 0,1 sek/cm (bei 574 mg Na Cl) an 63 Tagen bemerkbar machen. Diese Erscheinung ist auf die Verarbeitung von Sylvinit in der Beendorfer Fabrik zurückzuführen. Wenn sonach diese Flußwässer an mehreren Tagen des Jahres namentlich durch ihren Chlormagnesiumgehalt zum Trinken nicht mehr geeignet sind, so werden sie an einer noch größeren Anzahl von Tagen für die Zubereitung von Speisen nicht zu gebrauchen sein. Denn hierbei tritt immer ein Verdampfen von Wasser ein und die Konzentration wird erhöht. Nach den Untersuchungen von Rubner¹⁾ und Richter²⁾ werden Getränke (Tee, Kaffee) und Speisen (Leguminosen, Kleber) bei Gegenwart von Endlaugen in Kochwasser nicht allein in ihrem Geschmack wesentlich beeinträchtigt, auch die Ausnutzung wird vermindert, indem endlaugenhaltiges Wasser eine geringere Lösung der Stoffe (Tee, Kaffee) herbeiführt oder indem sich bei Leguminosen eine hornartige, harte Verbindung des Legumins mit dem Magnesium bildet. Richter hat für Erbsen durch einen Selbstversuch nachgewiesen, daß hierdurch die Ausnutzung im Verdauungskanal vermindert wird.

Das Wasser der Schunter, Oker und Aller wird sonach zu gewissen Zeiten durch die Einleitung der Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken als Wasser zum Trinken und Kochen nicht mehr zu gebrauchen sein. Es wird aber zu überlegen sein, ob diese Flußwässer auch ohne diese Verunreinigung für den Genuß und zum Kochen geeignet sind. Diese drei Flüsse nehmen auf ihren Lauf allenthalben in den Ortschaften Abwässer aus den Haushaltungen und Viehställen, auch Fäkalien auf. Dadurch wird ihr Wasser nicht allein unappetitlich, sondern dadurch ist auch die Möglichkeit der Übertragung von Krankheitserregern (Typhus) gegeben. Es ist sonach das Wasser dieser drei Flüsse auch in seinem natürlichen Zustande als Trink- und Kochwasser aus hygienischen und ästhetischen Gesichtspunkten zu beanstanden. Die Bevölkerung in jener Gegend ist auch nicht auf das Flußwasser angewiesen. Die Beobachtung, daß in jedem Dorfe Brunnen sich befinden, lehrt, daß allenthalben das

¹⁾ A. a. O. S. 53 und ff.

²⁾ P. F. Richter, Über die Ausnutzung von Erbsen im Verdauungskanal des Menschen bei weichem und hartem Wasser. Archiv für Hygiene, 46. Bd., S. 264.

Grundwasser zugänglich gemacht werden kann. Wenn sonach das Wasser dieser Flüsse schon aus allgemeinen hygienischen Gründen vom Genuß auszuschließen ist, so wird noch zu prüfen sein, ob das Brunnenwasser durch den Übertritt von Flußwasser, welches die Abwässer von Chlorkaliumfabriken aufgenommen hat, nicht geschädigt wird.

Die Beeinflussung des Brunnenwassers durch das Flußwasser.

Im allgemeinen darf man es wohl als die Regel bezeichnen, daß das Grundwasser das Gefälle zu den benachbarten Flußauen hat, daß es im Alluvium des betreffenden Flusses sich weiter bewegt und diesen mit Wasser versorgt. Inwieweit sich dieser Vorgang abspielt, hängt von den jeweils vorliegenden geologischen und hydrologischen Verhältnissen ab. Diese und ihre Beziehungen zueinander sind sehr mannigfaltig; es darf nur beispielsweise darauf hingewiesen werden, daß der Übertritt des Grundwassers zum Flusse erschwert wird, wenn dessen Gefälle gering ist und ein feinkörniger Boden infolge seiner engen Poren einen bedeutenden Reibungswiderstand entgegensetzt. Der jeweilige Pegelstand des Flusses ist hierbei ebenfalls von Bedeutung. Es dürfte kaum durchzuführen sein, alle Möglichkeiten, die den Abfluß des Grundwassers zum Oberflächenwasser beeinflussen, erschöpfend darzustellen; sie können begünstigend oder hindernd auf den Abfluß des Grundwassers einwirken, sie können ihn aber auch nicht allein abschließen, in manchen Fällen werden sie sogar die Veranlassung sein, daß die Wasserbewegung in umgekehrter, als der besagten Richtung erfolgt, so daß das Flußwasser zum Grundwasser übertritt. Zu den natürlichen Bedingungen für die Bewegungsrichtung des Grundwassers kommt noch die künstliche Senkung des Grundwasserspiegels, welche bei geeigneten Bodenverhältnissen den Übertritt von Flußwasser begünstigt. Beispiele beider Arten sind in der Literatur mitgeteilt worden. Das Grundwasser, welches die Stadt Bernburg zur Versorgung benutzt, wird von der Saale her beeinflusst¹⁾. Beyschlag²⁾ kommt auf Grund einer geologischen Untersuchung des Innerstetales bei Ringelheim zu der Überzeugung, daß eine dauernde Verbindung zwischen Grundwasser und Flußwasser besteht. Die Stuttgarter Trinkwasseranlage bezieht zeitweise ein Wasser, in welchem das Flußwasser bis zu 42% vertreten ist³⁾. K. B. Lehmann³⁾ beobachtete, daß im Wasserwerk der Stadt Würzburg bei Hochwasser des Mains bis zu 79% Flußwasser angepumpt werden können. Hammerl³⁾ wies den Zusammenhang des Grazer Wasserwerks mit dem Wasser der Mur nach. E. Cramer⁸⁾ fand einen Heidelberger Tiefbrunnen durch Neckarwasser beeinflusst. Schill und Renk³⁾ haben dargetan, daß zu Zeiten das Wasserwerk der Stadt Dresden Elbwasser aufnimmt. Kruse³⁾

¹⁾ Vergl. das Gutachten, betr. das Leitungswasser der Stadt Bernburg. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. VIII, S. 578 und ff.

²⁾ Vergl. Gutachten, betr. die Verunreinigung von Quellen im Innerstetale und der Innerste. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. XVIII, S. 182.

³⁾ Mitgeteilt in der Abhandlung von Rubner „Die hygienische Beurteilung der anorganischen Bestandteile des Trink- und Nutzwassers“. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Med. u. öff. San.-Wesen. 3. Folge, XXIV. Bd, Suppl.-Heft, Jahrg. 1902, Supplement II, S. 104 u. ff.

konstatierte den Zusammenhang des Grundwassers mit dem Flußwasser in Ruhr- und Saartal. Steuer und Sonne¹⁾ konnten durch geologische und chemische Untersuchungen nachweisen, daß bei Rüsselsheim zu gewissen Zeiten das Grundwasser nicht nach dem Main abfließen kann, daß anderseits das Mainwasser bei hohem Pegelstande landeinwärts drängt und zum Grundwasser gelangt.

Diese Beispiele mögen genügen. Zur Prüfung, ob in den Flußgebieten der Schunter, Oker und Aller ein Übertritt von Flußwasser zum Grundwasser statt hat, sollen die Untersuchungen von Brunnenwässern aus verschiedenen Ortschaften verwertet werden, indem sie mit den Analysen des Wassers des betreffenden Flusses verglichen werden.

Bei dem oft hohen Chlorgehalt im Wasser der Schunter, Oker und Aller wäre es naheliegend, diesen mit dem der Brunnenwässer zu vergleichen; indes würde hierdurch kein Einblick gewonnen werden, ob der betreffende Brunnen teilweise mit Flußwasser versorgt wird. Die Höhe des Chlorgehalts der Brunnenwässer, welche ab und zu beträchtlich war, stammt zumeist von Bodenverunreinigungen. Die Brunnen in den Dörfern sind mit wenigen Ausnahmen unzweckmäßig gebaut und oft in der Nähe von Dunggruben, Aborten, Viehställen oder verschmutzten Straßengräben angelegt, so daß sich Abwässer des Haushaltes und der Landwirtschaft oft direkt in sie ergießen. Der Harn der Menschen und Tiere, zum Teil auch die Haushaltungsabwässer, sind aber reich an Chloriden und Sulfaten; daraus erklärt sich, daß Chlor und Schwefelsäure in den Brunnenwässern oft sehr hoch vertreten waren.

Wenn man von dem Gedanken ausgeht, daß im natürlichen Wasser (abgesehen von den natürlichen Mineralwässern), im Grund- wie im Oberflächenwasser das Calcium gegenüber dem Magnesium im Übergewicht vorhanden ist, und fernerhin erwägt, daß die Verunreinigung des Flußwassers durch Abwässer aus Chlorkaliumfabriken das Verhältnis von Calcium zum Magnesium geradezu umkehrt, so muß sich die Beeinflussung eines Brunnenwassers durch ein solches Flußwasser durch Veränderung des Verhältnisses von Calcium zu Magnesium geltend machen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sollen die Analysen der Dorfbrunnenwässer in den Gebieten, in welchen die Flüsse Schunter, Oker und Aller Abwässer aus Chlorkaliumfabriken führen, betrachtet und mit dem Flußwasser verglichen werden.

Vorher soll aber gezeigt werden, wie sich das Verhältnis von Ca : Mg stellt einerseits bei solchen Brunnen, die von verunreinigtem Flußwasser nicht beeinflusst sein können, andererseits in dem Wasser der Flüsse, bevor es Abwässer aus Chlorkaliumfabriken aufgenommen hatte. Solche Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 49 zusammengestellt.

¹⁾ Steuer und Sonne, Hydrologische Untersuchungen von Trink- und Flußwasser. Gesundheit, XXX. Jahrgang, S. 293.

Tabelle 49. Von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken nicht beeinflusstes Wasser von Brunnen und von der Schunter, Oker und Aller.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Zeit der Entnahme	1 l Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
		Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Gutshof Riddagshausen	1903	84,0	186,8	157,3	20,8	26,9	1 : 0,13	Beckurts
Försterei Riddagshausen		60,0	308,4	235,9	41,0	42,5	1 : 0,17	"
Mitte des Dorfes Riddagshausen		167,0	362,1	195,9	43,7	37,5	1 : 0,22	"
Palk, Richmondpark bei Braunschweig	4. VI. 03	50,4	90,5	183,0	9,5	27,8	1 : 0,05	Kaiserliches Gesundheitsamt
Palk, Richmondpark bei Braunschweig	20. IV. 04	54,0	94,4	191,1	11,0	29,3	1 : 0,06	"
Schunter, oberhalb Beienrode	12. XI. 02	71,0	233,5	120,6	25,4	22,7	1 : 0,21	"
Oker am Richmondpark	4. VI. 03	48,8	69,8	66,3	15,4	12,8	1 : 0,23	"
Oker am Richmondpark	20. VI. 04	55,5	66,2	54,7	14,4	11,0	1 : 0,26	"
Aller bei Celle	4. X. 87	39,1	82,8	64,2	8,5	7,8	1 : 0,13	Brandmüller

Die Brunnenwässer sind in ihrer Beschaffenheit untereinander sehr verschieden und dem Wasser der nicht verunreinigten Flüsse wenig ähnlich. Chlor- und Schwefelsäuregehalt sind bei den Brunnen meist höher als bei den Flüssen (nur die Schunter oberhalb Beienrode macht bei der Schwefelsäure eine Ausnahme). Dies spricht für die Verunreinigung des Bodens in der Umgebung der Brunnen. Auch die Erdalkalimetalle sind bei den Brunnen stets stärker vertreten, wie dies in der Natur der Sache liegt: Grundwässer aus kalkhaltigem Boden sind daher immer härter als das Flußwasser. Indes ist bei beiden Wasserarten das Verhältnis von Ca : Mg immer so, daß das Magnesium in weit geringerem Maße als das Calcium vorhanden ist.

Bei der folgenden Betrachtung sind die Ortschaften, in welchen Brunnen untersucht wurden, nach Flußgebieten eingeteilt und entsprechend ihrer Lage, dem Flußlauf folgend, geordnet. Es werden immer Analysen von Brunnenwässern in Vergleich gestellt mit solchen des Flußwassers, welche aus der nächsten Entnahmestelle des Flusses und vom gleichen Tage stammen.

1. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen im Gebiete der Schunter.

a) Brunnen in Querum.

In Querum wurden 2 Brunnen von Vogel zweimal untersucht.

Tabelle 50. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Querum im Vergleich mit der des Wassers der Schunter bei Querum.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Fluß m	Tag der Probe-entnahme	1 l Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Restaurant zum Wiesental . . .	9,5	29. VI. 03	75,0	70,1	14,5	11,5	1 : 0,21	Vogel
Berking, Haus Nr. 32	100		110,0	70,1	18,1	14,0	1 : 0,26	"
Schunter bei Querum			937,0	114,4	215,0	65,8	1 : 1,88	"
Restaurant zum Wiesental . . .	9,5	28. VIII. 03	68,0	66,5	14,5	12,7	1 : 0,22	"
Berking, Haus Nr. 32	100		123,0	132,3	19,3	23,0	1 : 0,15	"
Schunter bei Querum			639,0	113,0	140,6	48,4	1 : 1,24	"

Der eine Brunnen (Berking, Haus Nr. 32) erweckt durch seinen hohen Chlorgehalt den Verdacht, daß er von der Schunter beeinflusst sein könnte. Daß dies nicht der Fall ist, zeigen die Verhältniszahlen Ca : Mg; diese sind bei beiden Brunnen weit niedriger als bei der Schunter.

b) Brunnen in Wenden.

Die gleiche Beobachtung konnte bei zwei Brunnen in Wenden gemacht werden.

Tabelle 51. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Wenden im Vergleich mit der des Wassers der Schunter bei Wenden.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung der Brunnen vom Flusse m	Tag der Probe-entnahme	1 l Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Mühlbrunnen .	15	13. XI. 02	56,1	176,5	133,0	24,8	24,3	1 : 0,19	Kaiserl. Gesundheitsamt
Rühling, Haus Nr. 13 . . .	40		155,5	917,3	388,6	62,1	68,8	1 : 0,16	
Schunter bei Wenden . .			972,7	298,3	109,7	297,3	84,3	1 : 2,71	

Der Brunnen von Rühling, Haus Nr. 13, muß wegen seines hohen Chlorgehaltes als verunreinigt angesehen werden. Von der Schunter ist er ebensowenig beeinflusst wie der andere (Mühlbrunnen); bei letzterem wäre dies infolge seiner näheren Lage am Flusse noch eher zu erwarten gewesen. In beiden ist das Magnesium verhältnismäßig weit weniger vertreten als im Flußwasser.

c) Brunnen bei Thune.

In Thune sind zwei Brunnen zweimal untersucht worden.

Tabelle 52. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Thune im Vergleich mit der des Wassers der Schunter bei Thune.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung der Brunnen vom Flusse m	Tag der Probe- entnahme	1 l Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Schulbrunnen . .	23	29. VI. 03	28,0	203,8	15,7	32,5	1 : 0,08	Vogel
Hennings bei Thune	70		224,0	138,0	23,5	24,8	1 : 0,17	"
Schunter an der Oberfläche am			909,0	114,4	248,1	73,5	1 : 2,17	"
Grund			930,0	118,0	249,9	74,5	1 : 2,12	"
Schulbrunnen . .	23	28. VIII. 03	25,0	193,0	15,7	31,0	1 : 0,08	"
Hennings . . .	70		227,0	128,7	22,9	24,7	1 : 0,18	"
Schunter an der Oberfläche am			651,0	116,5	148,5	34,4	1 : 1,27	"
Grund			651,0	116,5	149,7	34,7	1 : 1,28	"

Beide Brunnen unterscheiden sich wieder wesentlich durch ihren Chlorgehalt, der bei dem einen (Hennings) sehr hoch ist, und wieder ist es zufällig derjenige, welcher von der Schunter weiter entfernt ist. Bei beiden ist das Magnesium geringer als im Flusse vertreten.

d) Brunnen in Walle.

Bei zwei Brunnen in Walle wurde die gleiche Wahrnehmung gemacht.

Tabelle 53. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Walle im Vergleich mit der des Wassers der Schunter bei Walle.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung der Brunnen vom Flusse m	Tag der Probe- entnahme	1 l Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Brandes, Haus Nr. 22	120	13. XI. 02	113,6	138,8	132,6	31,9	26,0	1 : 0,24	Kaiserliches Gesundheits- amt
Schultze, Haus Nr. 50	84		56,8	96,8	79,9	15,9	14,9	1 : 0,20	
Schunter bei Walle			1043,7	305,5	111,5	320,0	89,8	1 : 2,87	

Trotzdem der eine Brunnen (Schultze, Haus Nr. 50) ärmer an Calcium ist als die Schunter, ist doch das Verhältnis Ca : Mg niedriger als im Flußwasser.

Im Gebiete der Schunter kommt außer den Brunnen in den Dörfern auch die Wasserversorgungsanlage der Stadt Braunschweig für eine etwaige Beeinflussung von der Schunter her in Betracht. Die Stadt Braunschweig entnimmt durch eine Galerie von 18 m tiefen Rohrbrunnen das Grundwasser nördlich der Stadt in der Nähe vom Dovesee. Zuerst wurde eine Galerie von 30 Brunnen angelegt (Fassung I), diese wurde bei dem steigenden Bedarf durch weitere 30 Brunnen erweitert (Fassung II). Das Wasser ist eisenhaltig und wird enteisenet, bevor es in das Leitungsrohr gelangt.

Die Entnahmestelle (vergl. Fig. 7) grenzt mit der II. Fassung dicht an die Mittelriede, mit der I. Fassung an den Dovesee; von der Schunter sind die Brunnen 600—700 m entfernt.

*Lageplan der Entnahmestelle des Wasserwerkes
der Stadt Braunschweig.*

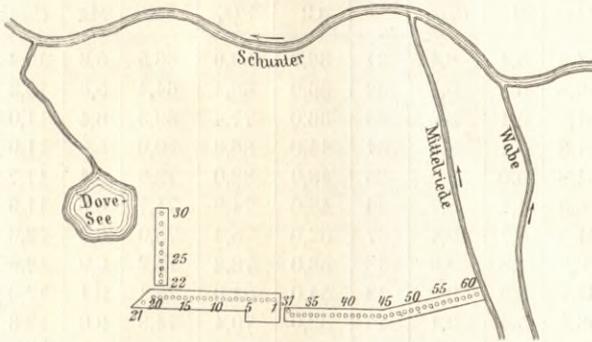


Fig. 7.

Das städtische Wasserwerk am Dovesee hat seinen Betrieb am 27. März 1902 aufgenommen. Nach den Untersuchungen von Beckurts hat sich die Zusammensetzung des Wassers im Laufe des ersten Jahres geändert. Der Gehalt an Chlor ist von 19 auf 38 mg im l, die Härte von 9 auf 11 deutsche Grade angestiegen. Infolge einer im Jahre 1903 in der Stadt Braunschweig ausgebrochenen Typhusepidemie ist auf Veranlassung des Landes-Medizinalkollegiums eine ständige Kontrolle des Leitungswassers durch das Herzogliche Staatsministerium angeordnet, welche ergeben hat, daß der Gehalt an Chlor und die Härte in dem Wasser ständig ansteigen. Der Gehalt an Chlor beträgt jetzt 71 mg im l, die Härte 14 Grade. Durch Untersuchungen von Beckurts am 5. November 1903 ist nachgewiesen, daß der Gehalt an Chlor bei einigen Brunnen und zwar immer bei den gleichen ansteigt. Untersuchungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts vom 11. Februar 1904, sowie von Beckurts vom 22. März 1904, die auf Veranlassung des Kaiserlichen Gesundheitsamts ausgeführt sind, haben dies bestätigt. Es hat sich ergeben, daß das Grundwasser in dem Bezirke, wo die Brunnen Nr. 8—5 niedergebracht sind, einen auffallend höheren Chlorgehalt hatte; er ist auch stets im allgemeinen höher gewesen bei den Brunnen der Fassung II als bei denen der Fassung I mit Ausschluß der genannten Brunnen. Diese Beobachtungen werden durch die Untersuchungsergebnisse in der umstehenden Tabelle 54 beleuchtet.

Zunächst mußte an eine Beeinflussung des Brunnens Nr. 60 von der Mittelriede her wegen seiner großen Nähe an diesem Bache gedacht werden. Eine Untersuchung des Wassers der Mittelriede am gleichen Tage ermöglicht einen Vergleich. Es enthielt am 22. März 1904 das Wasser im Liter Milligramme

	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Härtegrade
der Mittelriede	54,0	139,1	112,8	18,5	19,9
des Brunnens Nr. 60	40,0	61,8	60,6	5,8	9,7

Tabelle 54. Beschaffenheit des Wassers aus den Brunnen des Wasserwerkes der Stadt Braunschweig am 22. März 1904.

(Analysen von Beckurts.)

Brunnen Nr.	Brunnen-Fassung I					Brunnen Nr.	Brunnen Fassung II					Bemerkungen
	1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade		1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	
	Cl	SO ₄	Ca	Mg			Cl	SO ₄	Ca	Mg		
30	18,0	30,5	51,6	5,4	8,4	31	36,0	58,9	66,5	5,6	10,4	
29	19,0	33,1	49,8	5,3	8,1	32	36,0	66,4	64,4	5,3	10,2	
28	19,0	28,8	51,0	5,1	8,2	33	36,0	77,4	69,3	6,4	11,0	
27	18,0	37,1	51,8	5,4	8,4	34	44,0	86,9	70,0	5,3	11,0	
26	18,0	37,4	51,8	5,0	8,3	35	48,0	82,0	73,9	6,4	11,7	
25	18,0	41,6	56,3	4,2	8,7	36	48,0	74,9	74,7	6,6	11,9	
24	17,0	37,4	61,3	4,1	9,4	37	52,0	75,4	75,0	6,6	12,0	
23	19,0	54,7	60,9	4,8	9,6	38	53,0	78,2	75,2	6,9	12,0	
22	20,0	48,8	62,7	5,5	9,9	39	54,0	84,0	73,1	8,1	12,0	
21	18,0	51,0	56,9	5,4	9,1	40	52,0	70,4	74,9	9,8	12,6	
20	20,0	43,7	60,3	5,4	9,5	41	44,0	79,4	66,9	7,9	11,3	
19	22,0	49,4	51,5	5,1	9,3	42	49,0	73,0	71,3	7,7	11,6	
18	20,0	54,0	60,3	5,2	9,7	43	65,0	76,4	75,2	8,5	12,4	
17	19,0	52,7	60,1	4,5	9,4	44	58,0	90,6	81,7	8,4	13,3	
16	19,0	44,4	59,1	4,7	9,2	45	62,0	89,7	78,3	7,7	12,6	
15	19,0	40,3	56,7	4,2	8,8	46	58,0	84,0	76,1	7,7	12,3	
14	19,0	49,8	57,9	4,1	9,1	47	50,0	72,1	71,2	7,8	11,7	
13	24,0	47,5	61,1	4,1	9,4	48	48,0	75,4	77,3	7,1	12,4	Brunnen Nr. 48 am
12	34,0	63,2	71,0	2,9	10,5	49	42,0	46,5	64,8	4,8	10,1	21. März 1904 untersucht.
10	43,0	72,8	77,3	6,1	12,2	50	38,0	55,6	61,3	4,9	9,6	Brunnen Nr. 11 war
9	74,0	114,1	67,1	12,0	12,0	51	58,0	71,3	73,9	6,0	11,7	wegen Reparatur nicht
8	102,0	147,4	97,5	9,4	15,7	52	46,0	76,5	78,5	6,8	12,4	in Betrieb.
7	72,0	104,6	65,3	8,7	11,1	53	65,0	88,5	74,3	6,7	11,8	Brunnen Nr. 54 desgl.
6	200,0	261,5	116,2	14,8	19,6	55	54,0	83,6	77,1	6,6	12,2	Brunnen Nr. 56 desgl.
5	149,0	194,8	110,0	12,0	18,0	57	58,0	79,1	72,5	6,8	11,6	
4	72,0	92,6	82,3	9,4	13,6	58	54,0	82,8	64,9	6,9	10,5	
3	55,0	75,3	77,5	9,8	14,7	59	36,0	60,1	57,3	6,4	9,4	
2	42,0	72,0	68,7	6,6	11,0	60	40,0	61,8	60,6	5,8	9,7	
1	43,0	65,2	69,5	5,7	11,0							

Die beiden Wässer sind namentlich hinsichtlich der Schwefelsäure, des Calciums und Magnesiums so verschieden voneinander, daß an eine Beeinflussung des Grundwassers durch das Bachwasser nicht gedacht werden kann.

Die nächste Möglichkeit eines Übertritts von Oberflächenwasser zum Grundwassers war bei dem Brunnen Nr. 30 durch die Nähe des Dovesees gegeben. Auch hier gaben Untersuchungen von Beckurts Aufklärung. Es wurden ermittelt in dem Wasser (mg im Liter)

	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Härtegrade
des Dovesees am 28. X. 03	15,9	46,1	32,7	6,8	6,1
des Brunnens Nr. 30	15,0	55,7	50,0	5,0	8,3
eines Rohrbrunnens am Dove- seegrundstück am 5. XI. 03	13,1	87,8	65,7	5,1	10,3

Das Grundwasser ist bei beiden Brunnen reicher an Calcium und Schwefelsäure als das vom Dovesee. Ein Übertritt von Seewasser scheint nicht zu bestehen; allerdings fallen die Untersuchungen zeitlich nicht zusammen. Wenn man die Untersuchungsergebnisse vom 22. März 1904 (vergl. Tabelle 54) näher betrachtet, so gewinnt man nicht den Eindruck, als ob der höhere Salzgehalt bei einigen und zwar immer den gleichen Brunnen durch ein Eindringen von Schunterwasser in den Boden erzeugt worden wäre. Wenn dies der Fall wäre, so hätten alle Brunnen ziemlich gleichmäßig beeinflusst werden müssen. Denn die Bodenverhältnisse sind in jenem Gelände sehr gleichmäßig; über dem Geschiebemergel, der sich zwischen den Brunnen Nr. 32 und 57 zu einer Bank erhebt, lagert ein gleichmäßiger Sandboden. Da der Grundwasserspiegel durch die Wasserentnahme aus den Brunnen nach diesem stark abfällt, so müßte eingedrungenes Schunterwasser auf alle Brunnen sich verteilen. Das ganze Analysenbild drängt vielmehr zu der Ansicht, daß zu dem zuerst erschlossenen Grundwasserstrom nach dessen stärkerer Beanspruchung ein zweiter Grundwasserstrom angezogen worden ist, der salzreicher ist. Dieser letztere Grundwasserstrom hat seine hauptsächlichste Strömungsrichtung nach den Brunnen 8, 7, 6 und 5 hin, beeinflusst aber auch, wenn auch in weit geringerem Grade, die Brunnen Nr. 4 bis 1 und diejenigen der Fassung II; die übrigen Brunnen sind von ihm noch nicht berührt. Nach Ansicht des Mitgliedes des Reichs-Gesundheitsrats Geheimen Ober-Bergrat Professor Dr. Beyschlag können von dem durch Gebirgsspalten begrenzten, nordöstlich von Braunschweig belegenen Nußberg, der aus Buntsandstein, also dem unmittelbaren Deckgebirge der Salzablagerungen besteht, auf Ausläufern solcher Spalten leicht Salzwässer in das Grundwasser des Diluviums gelangen.

Mit der Verunreinigung der Schunter durch die Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse hat die Zunahme des Salzgehaltes bei einigen Brunnen des Braunschweiger Wasserwerkes nichts zu tun.

2. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen im Gebiete der Oker.

a) Brunnen in Ölper.

Von den Brunnen in Ölper liegen 3 Analysen vor.

Tabelle 55. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Ölper im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Ölper.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probe- entnahme	1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Ca	SO ₄	Ca	Mg			
Sonnenberg, Haus Nr. 35 (im Garten)	31	15.VII.01	378,0	453,5	195,2	42,2	37,1	1 : 0,22	Beckurts.
Sonnenberg, Haus Nr. 35 (im Hof)	75		204,0	282,0	140,8	29,6	26,5	1 : 0,21	"
Bosse	?		197,0	285,6	157,6	31,4	29,2	1 : 0,20	"
Oker bei Ölper	—		370,0	96,0	49,3	91,2	28,0	1 : 1,86	"

Bei diesen Brunnen sind die Werte für Chlor und Schwefelsäure ausnehmend hoch. Jedoch ist in ihrem Wasser stets verhältnismäßig weniger Magnesium als im Flußwasser. Der Gehalt an Calcium ist höher bei dem Wasser der Brunnen als dem des Flusses.

b) Brunnen in Veltenhof.

In Veltenhof sind drei Brunnen, und besonders der eine (Ding, Haus Nr. 14) mehrmals untersucht worden.

Tabelle 56.

Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Veltenhof im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Veltenhof.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probe- entnahme	1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Ding, Haus Nr. 14	52—60	4. VI. 03	109,6	114,3	87,6	13,7	15,4	1 : 0,15	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof			118,0	76,8	70,8	23,8	15,4	1 : 0,33	
Ding, Haus Nr. 14	52—60	12. III. 04	152,0	537,0	210,2	49,4	40,8	1 : 0,23	Beckurts.
Oker bei Veltenhof			98,0	100,8	81,3	27,9	17,9	1 : 0,34	
Ding, Haus Nr. 14	52—60	28. III. 04	130,0	450,0	163,0	42,4	32,6	1 : 0,26	"
Oker bei Veltenhof			56,0	72,1	65,2	14,1	12,4	1 : 0,21	
Ding, Haus Nr. 14	52—60	20. VI. 04	84,0	331,2	113,3	22,7	21,0	1 : 0,20	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	
Ding, Haus Nr. 14	52—60	8. VI. 04	122,0	255,6	—	32,2	—	—	Beckurts.
Oker bei Veltenhof			154	73,8	80,8	27,0	17,5	1 : 0,33	
Horning, Haus Nr. 1	106—135	20. VI. 04	300,0	637,0	273,7	43,7	48,4	1 : 0,16	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	
Öffentlich. Brunnen bei Haus Nr. 8	33	20. VI. 04	132,0	249,8	122,7	22,0	22,3	1 : 0,18	"
Oker bei Veltenhof			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	

Der Brunnen von Ding fiel durch seinen hohen Gehalt an Chlor und Magnesium auf, der am 12. und 28. März 1904 höher als in der Oker war. Man konnte sich vorstellen, daß Okerwasser zu Zeiten eines höheren Salzgehaltes im Flusse in den Boden eingedrungen ist und bei einem späteren höheren Wasserstande der Oker nach dem Brunnen herübergedrückt worden ist. Die Vermutung einer Beeinflussung dieses Brunnens durch die Oker lag vor, da hier das Verhältnis Ca : Mg für die Beurteilung im Stich ließ; am 28. März 1904 war das Magnesium im Flußwasser sogar verhältnismäßig geringer vertreten als im Wasser dieses Brunnens.

Da die Vermutung einer Beeinflussung des Grundwassers in Veltenhof durch die Oker bestand, wurde am 24. Juni 1904 seitens der Herzoglich braunschweigischen Wasser- und Straßenbauinspektion ein Nivellement von den Wasserspiegeln der Oker und einigen Brunnen gefertigt. Es ergab sich, daß gegenüber dem Wasserspiegel der Oker tiefer lagen um Zentimeter

	Die Brunnen- sohle	Der Wasserspiegel des Brunnens	Die Entfernung des Brunnens von der Oker beträgt
bei dem Brunnen von Ding	103	3	60 Meter
bei dem öffentlichen Brunnen	108	6	33 „
bei dem Brunnen von Horning, Haus Nr. 1	125	5	135 „

Es ist auffallend, daß der „öffentliche Brunnen“, dessen Wasserspiegel gegenüber der Oker am tiefsten liegt, dessen Entfernung von der Oker zugleich die kleinste ist, nicht die Beschaffenheit des Flußwassers teilt, obwohl er nach seiner Lage mehr als die andern Brunnen bezüglich einer Beeinflussung von der Oker gefährdet erscheint. Bei dem „öffentlichen Brunnen“ war am 20. Juni 1904 das Verhältnis von Ca : Mg wie 1 : 0,18, bei der Oker wie 1 : 0,69.

Betrachtet man die Beschaffenheit des Wassers der drei Brunnen in Veltenhof an einem Tage, nämlich am 20. Juni 1904, so zeigen sich große Verschiedenheiten.

Es enthielt das Wasser im Liter mg

	Cl	SO ₄	Ca	Mg
bei dem Brunnen von Ding	84,0	381,2	113,3	22,7
bei dem öffentlichen Brunnen	132,0	249,8	122,7	22,0
bei dem Brunnen von Horning	300	637,0	273,7	43,7
dagegen in der Oker	197,0	103,0	77,6	53,8

Chlor, Schwefelsäure und Calcium (bei dem Brunnen von Horning auch das Magnesium) zeigen an ein und demselben Tage bei den drei Brunnen große Unterschiede. Wäre das Grundwasser in Veltenhof von der Oker beeinflusst, so müßte sich doch einigermaßen eine Übereinstimmung in den Analysen der Brunnenwässer ergeben haben trotz der Verunreinigungen der Brunnen, die in ihrer nächsten Umgebung erfolgt sein können. Dies war aber keineswegs der Fall.

Daß bei dem Brunnen von Ding am 28. März 1904 sich das Verhältnis von Ca : Mg höher gestaltete als in der Oker (1 : 0,26 gegen 1 : 0,21), ist nur auf eine ausnahmsweise gute Beschaffenheit des Okerwassers an diesem Tage zurückzuführen. An den anderen Tagen, an welchen die Oker gleichzeitig mit dem Brunnen untersucht wurde, war ihr Wasser bedeutend salzreicher. Ein solcher Befund kann nur durch eine ungleichmäßige Ableitung der Abwässer aus der Fabrik Thiederhall erklärt werden.

c) Brunnen in Watenbüttel.

Die Analysen der Brunnen in Watenbüttel sind mit der Beschaffenheit des Wassers der Oker in Veltenhof verglichen. Dies ist zulässig, weil die Entfernung zwischen Veltenhof und Watenbüttel gering ist und die Oker auf dieser Strecke keinen Zufluß aufnimmt.

Tabelle 57. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Watenbüttel im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Veltenhof.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probe- entnahme	1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
			Hilgendag, Haus Nr. 24	50	4. VI. 03	101,2			
Oker bei Veltenhof .			118,0	76,8	70,8	23,8	15,4	1 : 0,33	"
Hilgendag, Haus Nr. 24	50	12. III. 04	104,0	183,1	108,7	19,6	19,7	1 : 0,18	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			98,0	100,8	81,3	27,9	17,9	1 : 0,34	"
Hilgendag, Haus Nr. 24	50	28. III. 04	108,0	236,2	130,9	24,1	23,9	1 : 0,18	"
Oker bei Veltenhof .			56,0	72,1	65,2	14,1	12,4	1 : 0,21	"
Hilgendag, Haus Nr. 24	50	20. VI. 04	62,0	96,1	70,8	16,6	13,7	1 : 0,22	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Hilgendag, Haus Nr. 24	50	8. VI. 04	78,0	140,4	127,3	13,0	20,8	1 : 0,10	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			154,0	73,8	80,8	27,0	17,5	1 : 0,33	"
Raulfs Haus Nr. 23 .	42	4. VI. 03	118,0	213,8	105,5	24,0	20,2	1 : 0,23	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			118,0	76,8	70,8	23,8	15,4	1 : 0,33	"
Raulfs Haus Nr. 23 .	42	12. III. 04	118,0	208,8	118,7	23,6	22,1	1 : 0,20	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			98,0	100,8	81,3	27,9	17,9	1 : 0,34	"
Raulfs Haus Nr. 23 .	42	28. III. 04	318,0	402,9	237,7	43,4	43,3	1 : 0,18	"
Oker bei Veltenhof .			56,0	72,1	65,2	14,1	12,4	1 : 0,21	"
Raulfs Haus Nr. 23 .	42	20. VI. 04	132,0	236,1	110,8	25,3	21,4	1 : 0,23	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Raulfs Haus Nr. 23 .	42	8. VI. 04	140,0	247,2	126,5	35,4	25,9	1 : 0,28	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			154,0	73,8	80,8	27,0	17,5	1 : 0,33	"
Schulbrunnen . . .	170	4. VI. 03	264,8	344,5	155,5	35,3	29,9	1 : 0,23	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			118,0	76,8	70,8	23,8	15,4	1 : 0,33	"
Schulbrunnen . . .	170	12. III. 04	254,0	457,4	205,2	41,5	38,3	1 : 0,20	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			98,0	100,8	81,3	27,9	17,9	1 : 0,34	"
Schulbrunnen . . .	170	28. III. 04	132,0	240,2	131,6	26,4	24,5	1 : 0,20	"
Oker bei Veltenhof .			56,0	72,1	65,2	14,1	12,4	1 : 0,21	"
Schulbrunnen . . .	170	20. VI. 04	320,0	422,2	181,6	39,8	34,6	1 : 0,21	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Schulbrunnen . . .	170	4. VI. 04	298,0	362,4	169,4	22,3	28,9	1 : 0,13	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			154,0	73,8	80,8	27,0	17,5	1 : 0,33	"
Denecke	285	4. VI. 03	94,8	183,7	139,4	17,0	23,4	1 : 0,12	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			118,0	76,8	70,8	23,8	15,4	1 : 0,34	"
Denecke	285	12. III. 04	174,0	380,7	184,4	39,3	34,9	1 : 0,21	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			98,0	100,8	81,3	27,9	17,9	1 : 0,34	"
Denecke	285	28. III. 04	182,0	389,7	201,6	40,4	37,6	1 : 0,20	"
Oker bei Veltenhof .			56,0	72,1	65,2	14,1	12,4	1 : 0,21	"
Denecke	285	20. VI. 04	116,0	164,2	153,4	17,7	25,6	1 : 0,11	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Denecke	285	8. VI. 04	88,0	161,6	134,4	19,9	23,4	1 : 0,14	Beckurts.
Oker bei Veltenhof .			154,0	73,8	80,8	27,0	17,5	1 : 0,33	"
Lüneburg, Haus Nr. 40	102	20. VI. 04	96,0	155,5	141,6	22,4	25,0	1 : 0,15	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Scheppelmann, Haus- brunnen	460	20. VI. 04	96,0	137,7	68,4	15,5	13,2	1 : 0,23	"
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"
Scheppelmann, Fabrik- brunnen	450	20. VI. 04	40,0	58,7	56,6	9,3	10,1	1 : 0,16	"
Oker bei Veltenhof .			197,0	103,0	77,6	53,8	23,3	1 : 0,69	"

Bei allen Brunnen ist das Magnesium verhältnismäßig geringer vertreten als in der Oker. Allerdings waren mitunter die Unterschiede gering. Aber selbst, wenn man hierauf Wert legen will, so spricht doch der fast durchwegs höhere Gehalt der Brunnenwässer an Schwefelsäure und Calcium dafür, daß keine Beeinflussung des Grundwassers in Watenbüttel von der Oker her stattgefunden hat. Wenn dies der Fall wäre, so hätte sich auch hier eine gleichmäßigere Beschaffenheit der Brunnenwässer zeigen müssen.

d) Ein Brunnen in Rothenmühle.

Dieser Brunnen ließ wegen seiner Nähe an der Oker, von der er nur 6 m entfernt ist, am ehesten das Eindringen von Okerwasser vermuten.

Tabelle 58. Die Beschaffenheit des Wassers eines Brunnens in Rothenmühle im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Rothenmühle.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeentnahme	1 Liter Wasser enthält mg				Die Härte betrug Grade	Ca: Mg = 1: x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	12. III. 04	28,0	72,0	50,0	10,5	9,4	1: 0,21	Beckurts.
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	28. III. 04	106,0	98,7	75,8	29,7	17,5	1: 0,39	"
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	28. III. 04	26,0	65,3	50,5	11,4	9,7	1: 0,23	"
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	20. VI. 04	60,0	74,5	68,6	14,4	12,9	1: 0,21	"
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	20. VI. 04	28,0	39,6	42,5	8,9	8,0	1: 0,21	Kais. Gesundheitsamt.
Brunnen hinter der Mühle Oker bei Rothenmühle	6	20. VI. 04	184,0	88,3	80,2	48,7	22,5	1: 0,60	"

Die Beschaffenheit dieses Brunnenwassers schließt eine Beeinflussung von der Oker her aus. Eine solche war auch nicht möglich, da der Wasserspiegel im Brunnen etwa 1 m höher als in der Oker stand. Auch hier macht sich die günstige Beschaffenheit des Okerwassers am 28. März 1904 geltend, indem an diesem Tage das Verhältnis von Ca: Mg im Wasser des Brunnens und der Oker nahezu gleich war.

e) Ein Brunnen in Hillerse.

Der Brunnen von Brennecke wurde an 4 Tagen untersucht.

Tabelle 59. Die Beschaffenheit des Wassers eines Brunnens in Hillerse im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Hillerse.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeentnahme	1 Liter Wasser enthält mg				Die Härte betrug Grade	Ca: Mg = 1: x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	4. VI. 03	82,0	124,9	72,9	10,8	12,7	1: 0,15	Kais. Gesundheitsamt.
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	12. III. 04	211,0	103,2	80,8	61,0	25,5	1: 0,75	"
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	28. III. 04	80,0	137,9	62,9	11,8	11,5	1: 0,19	Beckurts.
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	28. III. 04	126,0	125,5	84,4	40,2	21,1	1: 0,48	"
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	28. III. 04	68,0	122,4	72,2	8,4	12,1	1: 0,11	"
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	20. VI. 04	136,0	97,2	76,9	35,6	18,9	1: 0,46	"
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	20. VI. 04	70,0	118,5	70,8	9,6	12,1	1: 0,14	Kais. Gesundheitsamt.
Brennecke, Haus Nr. 13 Oker bei Hillerse	50	20. VI. 04	372,5	168,1	84,8	101,9	35,4	1: 1,20	"

Stets war in der Oker das Magnesium verhältnismäßig höher als das Calcium.

f) Brunnen in Seershausen.

In Seershausen wurden mehrere Brunnen, einer an verschiedenen Tagen untersucht.

Tabelle 60. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Seershausen im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Seershausen.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg				Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	SO ₄	Ca	Mg			
Gastwirt Hacke . . .	sehr weit	4. VI. 03	78,0	65,0	61,1	11,2	11,1	1 : 0,18	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Seershausen .			200,0	102,3	74,4	53,8	22,9	1 : 0,72	
Meyer	40	28. VIII. 03	28,0		37,9	3,0	6,0	1 : 0,08	Vogel.
Voges	240		99,0		55,8	11,5	10,5	1 : 0,21	"
Niebuhr	345		78,0		50,0	9,0	9,1	1 : 0,18	"
Oker bei Seershausen .	—		312,0		67,9	70,0	25,7	1 : 1,03	"
Gastwirt Hacke . . .	—	12. III. 04	86,0	63,8	74,4	12,2	13,2	1 : 0,16	Beckurts.
Oker bei Seershausen .	—		148,0	118,3	84,4	45,7	22,4	1 : 0,54	
Gastwirt Hacke . . .	—	28. III. 04	88,0	52,7	70,4	9,9	12,1	1 : 0,14	"
Oker bei Seershausen .	—		136,0	106,3	79,5	36,0	19,5	1 : 0,45	
Gastwirt Hacke . . .	—	20. VI. 04	78,0	47,9	61,3	10,0	10,9	1 : 0,16	Kais. Gesundheitsamt.
Oker bei Seershausen .	—		256,0	119,5	84,0	70,3	28,0	1 : 0,84	

Eine Beeinflussung der Brunnen von der Oker kann aus diesen Analysen nicht geschlossen werden.

g) Brunnen in Meinersen.

Tabelle 61. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Meinersen im Vergleich mit der des Wassers der Oker bei Meinersen.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Amtsgericht (alter Brunnen)	56	28. VI. 03	209,0	138,7	25,3	25,2	1 : 0,18	Vogel.
Graf	25		60	57,2	8,4	10,0	1 : 0,15	"
Oker bei Meinersen			355,0	91,5	69,4	28,9	1 : 0,76	"
Amtsgericht (alter Brunnen)	56	28. VIII. 03	202,0	138,0	24,7	25,0	1 : 0,18	"
(Neuer Brunnen)			156,0	105,8	24,7	20,5	1 : 0,23	
Graf	25		57,0	67,9	9,7	11,7	1 : 0,14	
Oker bei Meinersen			298,0	66,5	61,6	23,6	1 : 0,93	"

Die Beschaffenheit des Wassers in allen Brunnen des Amtsgerichts hat sich an den beiden Untersuchungstagen fast nicht geändert. Obwohl die Oker am 28. August 1903 einen hohen Chlor- und Magnesiumgehalt aufwies, blieben diese Werte bei dem Brunnen von Graf niedrig. Auch diese Brunnen werden von der Oker nicht beeinflusst.

3. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen im Gebiete der Aller.

Bei der Schunter und Oker hat sich der Unterschied des Wassers der Flüsse gegenüber dem der Brunnen im wesentlichen durch das stärkere Auftreten des Magnesiums ergeben. Letzteres stammt aus den Carnallit verarbeitenden Chlorkaliumfabriken, welche ein an Chlormagnesium reiches Abwasser nach den beiden Flüssen ableiten. Anders liegt die Sache bei der Aller, bevor sie die Oker und damit solche Abwässer aufgenommen hat. Oberhalb der Einmündung der Oker nimmt die Aller zurzeit nur die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Beendorf auf, dort wird aber das Chlorkalium nicht aus Carnallit, sondern aus Sylvinit dargestellt, wobei ein Abwasser entsteht, bei welchem nicht das Chlormagnesium, sondern das Chlornatrium vorherrscht.

Man kann daher nicht erwarten, daß bei den an der Aller oberhalb der Oker-mündung gelegenen Brunnen das Verhältnis von Ca : Mg so große Unterschiede aufweist wie bei den Brunnen an der Schunter und Oker; in jener Gegend kann das Magnesium im Allerwasser sogar in verhältnismäßig geringerem Grade vertreten sein als in den Brunnenabwässern.

a) Brunnen in Brenneckenbrück.

Tabelle 62. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Brenneckenbrück im Vergleich mit der des Wassers der Aller bei Brenneckenbrück.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Dralle	27	} 28. VI. 03	25	27,2	1,2	4,1	1 : 0,04	Vogel.
Heumann	214		50,0	35,7	0,6	5,1	1 : 0,02	"
Aller bei Brenneckenbrück			71,0	35,7	5,4	6,3	1 : 0,15	"
Heumann	214	} 27. VIII. 03	32,0	35,0	0,6	5,0	1 : 0,02	"
Aller bei Brenneckenbrück			64,0	42,9	9,0	8,1	1 : 0,21	"

Chlor- und Magnesiumgehalt sind bei diesen Brunnen an beiden Untersuchungstagen geringer gewesen als in der Aller; diese Befunde sprechen gegen eine Beeinflussung durch Flußwasser. Eine solche war auch schon deshalb nicht gut möglich, weil der Wasserspiegel des Brunnens von Dralle um 0,345, der des Brunnens von Heumann um 1,399 m höher lag als derjenige der Aller.

b) Ein Brunnen in Ettenbüttel.

Tabelle 63. Die Beschaffenheit des Wassers eines Brunnens in Ettenbüttel im Vergleich mit der des Wassers der Aller in Ettenbüttel.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Ramme	625	} 28. VI. 03	192,0	48,6	13,9	10,0	1 : 0,29	Vogel.
Aller bei Ettenbüttel . .			75,0	39,3	7,2	6,5	1 : 0,18	"
Ramme	625	} 27. VIII. 03	114,0	47,2	13,3	9,8	1 : 0,28	"
Aller bei Ettenbüttel . .			57,0	42,9	10,9	8,5	1 : 0,25	"

Bei diesem Brunnen war das Verhältnis von Mg:Ca immer größer als in der Aller. Zudem ist eine Beeinflussung durch seine weite Entfernung vom Flusse (625 m) und seinen höher gelegenen Wasserspiegel (um 1,295 m) ausgeschlossen.

c) Brunnen in Gerstenbüttel.

Tabelle 64. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Gerstenbüttel im Vergleich mit der des Wassers der Aller bei Gerstenbüttel.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Gehrke	380	28. VI. 03	234,0	42,9	18,7	10,3	1 : 0,44	Vogel.
Klingenspor			135,0	57,2	10,2	10,4	1 : 0,18	"
Aller bei Gerstenbüttel (sog. tauber Arm) . . .	380	27. VIII. 03	28,0	32,2	3,0	5,2	1 : 0,09	"
Gehrke			163,0	39,3	17,5	9,6	1 : 0,44	"
Aller bei Gerstenbüttel (sog. tauber Arm) . . .			14,0	32,9	3,6	5,4	1 : 0,11	"

Bei diesen beiden Brunnen war der Befund hinsichtlich des Verhältnisses von Ca:Mg der gleiche wie bei den Brunnen in Ettenbüttel.

d) Ein Brunnen in Dieckhorst.

Tabelle 65. Die Beschaffenheit des Wassers eines Brunnens in Dieckhorst im Vergleich mit der des Wassers der Aller bei Dieckhorst.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens vom Flusse m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Herbst	19	28. VI. 03	103,0	55,8	7,2	9,5	1 : 0,13	Vogel.
Aller bei Dieckhorst . . .			75,0	37,9	9,6	7,5	1 : 0,25	"
Herbst	19	27. VIII. 03	85,0	54,3	7,2	9,3	1 : 0,13	"
Aller bei Dieckhorst . . .			57,0	39,3	9,0	7,6	1 : 0,23	"

Bei diesem Brunnen trifft nicht zu, daß das Verhältnis von Ca : Mg größer als in der Aller ist. Jedoch ist die Beschaffenheit seines Wassers eine ganz andere als die der Aller. An beiden Untersuchungstagen waren Chlor und Magnesium höher, Calcium niedriger als im Flußwasser.

e) Brunnen in Müden.

Die untersuchten Brunnen liegen alle unterhalb der Vereinigungsstelle der Oker und Aller. Ein Bewässerungsgraben, welcher von der Oker vor ihrer Mündung abzweigt und unter der Aller hindurchgeführt ist, bringt Okerwasser nahe an die Brunnen von Müden. Es ist sonach eine Beeinflussung der Brunnen durch das vereinigte Wasser der Aller und Oker, wie auch durch das der Oker allein denkbar.

Tabelle 66. Die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen in Müden im Vergleich mit der des Wassers der Oker und Aller bei Müden.

Bezeichnung des Brunnens oder Flusses	Ungefähre Entfernung des Brunnens von der Aller m	Tag der Probeent- nahme	1 Liter Wasser enthielt mg			Die Härte betrug Grade	Ca : Mg = 1 : x	Untersucher
			Cl	Ca	Mg			
Schulbrunnen	50	28. II. 03	192,0	65,8	13,9	12,4	1 : 0,21	Vogel.
Schmale	75		92,0	52,9	16,3	11,2	1 : 0,31	"
Otte	60		128,0	57,2	11,5	10,7	1 : 0,20	"
Herbst	50		99,0	47,2	12,7	9,6	1 : 0,27	"
Aller bei Müden	—		57,0	47,8	7,2	8,3	1 : 0,15	"
Oker bei Müden	—	107,0	70,1	25,4	15,7	1 : 0,36	"	
Schulbrunnen	50	28. VI. 03	206,0	60,8	14,5	11,9	1 : 0,24	"
Schmale	75		128,0	46,5	12,1	9,3	1 : 0,26	"
Otte	60		170,0	55,7	12,1	10,6	1 : 0,22	"
Herbst	50		131,0	50,0	15,7	10,6	1 : 0,31	"
Schacht	30		135,0	67,9	16,9	13,4	1 : 0,25	"
Aller bei Müden	—	75,0	39,3	7,8	7,3	1 : 0,20	"	
Oker bei Müden	—	341,0	84,4	71,2	28,3	1 : 0,82	"	
Schulbrunnen	50	27. VII. 03	170,0	60,8	16,3	12,3	1 : 0,27	"
Schmale	75		117,0	48,6	10,3	9,2	1 : 0,21	"
Otte	60		99,0	53,6	11,5	10,2	1 : 0,21	"
Herbst	50		117,0	47,9	13,9	9,9	1 : 0,29	"
Schacht	30		128,0	70,1	16,9	13,7	1 : 0,24	"
Aller bei Müden	—	57,0	46,5	11,5	9,2	1 : 0,25	"	
Oker bei Müden	—	206,0	66,5	47,1	20,2	1 : 0,71	"	

Die Analysen der mit der Oker vereinigten Aller einerseits und der Oker allein andererseits lassen in den Chlor- und Magnesiumzahlen eine bedeutende Verdünnung des Wassers der Oker durch das der Aller erkennen, so daß nach der Vereinigung der beiden Flüsse die charakteristische Beschaffenheit des Allerwassers, bestehend in einem niedrigeren Magnesiumgehalt, gewahrt bleibt. Es ist nun interessant nachzusehen, wie sich das Verhältnis von Ca : Mg bei den Brunnen und bei den beiden Flußwässern stellt. Stets ist verhältnismäßig das Magnesium in der Aller geringer, in der Oker dagegen höher vertreten als in den Brunnenwässern.

An diesem Beispiel kann überzeugend bewiesen werden, daß man berechtigt ist, das Verhältnis von Ca : Mg zu einer Beurteilung der Beeinflussung von Brunnen durch Flußwasser in diesen drei Flußgebieten zu benutzen; Ausnahmen von dieser Regel sind nur in vereinzelten Fällen eingetreten und waren dann durch andere Umstände bedingt.

Aus den Untersuchungen der Brunnen und Flüsse geht hervor, daß eine Beeinflussung der untersuchten Brunnen durch das Flußwasser im Gebiete der Schunter, Oker und Aller nicht stattfindet.

Da die Analysen in den Ortschaften, welche nach Lage der örtlichen Verhältnisse am meisten gefährdet erscheinen, zahlreich waren, so wird man auch im allgemeinen annehmen dürfen, daß in jenen Gegenden die Grundwasserströme nach den Flüssen hin abfließen und nicht umgekehrt Flußwasser in dieselben zurücktritt,

so daß eine Verunreinigung des Grundwassers vom Flusse her nicht zu erwarten ist. Daß zur Oker auf ihrem Lauf von Veltenhof bis Seershausen, auf welchem sie keinen nennenswerten Zufluß aufnimmt, Grundwasser in beträchtlicher Menge abfließt, haben Wassermessungen ergeben.

Es betrug die sekundliche Wassermenge der Oker

	am 4. Juni 1903	am 20. Juni 1904
bei Veltenhof	5,7 cbm	4,5 cbm
bei Groß-Schwülper		7,5 „
bei Hillerse	7,6 „	8,4 „
bei Seershausen	7,7 „	9,5 „

Sie bedeutete auf der Strecke von Veltenhof bis Seershausen an dem ersten Tage eine Zunahme der Wassermenge von 35 % und sogar von 111 % am anderen Tage.

2. Die Nachteile der Flußverunreinigung für gewerbliche Betriebe.

Bei den Einsprüchen gegen die Erweiterung in den Betrieben der Chlorkaliumfabriken ist auch geltend gemacht worden, daß durch die stärkere Verunreinigung des Flußwassers andere Fabrik- und Gewerbetriebe Schaden erleiden würden. Außer den in künftiger Zeit sich entwickelnden Betrieben kämen jetzt schon Zuckerfabriken, Gerbereien, Wäschereien, Bleichereien, Färbereien, eine Papierfabrik und Brauereien in Betracht.

Die Entstehung neuer Betriebe ist an bestimmte äußere Verhältnisse gebunden. Es ist nicht anzunehmen, daß Betriebe, welche auf ein salzarmes Wasser angewiesen sind, sich im Bereiche der verunreinigten Schunter, Oker und Aller niederlassen werden, da jetzt schon das Flußwasser durch den derzeitigen Betrieb der Chlorkaliumfabriken derart mit Salzen angereichert ist, daß es für gewisse Fabrikationszweige ungünstig ist.

Daß manche der bestehenden Gewerbebetriebe unter der gegenwärtigen Verunreinigung dieser drei Flüsse jetzt schon leiden, und daß mit der Erweiterung der Chlorkaliumfabrikation die Verhältnisse für sie noch ungünstiger werden, ist nicht von der Hand zu weisen. Die hygienischen Sachverständigen sind nicht befugt, ein Urteil abzugeben, in welchem Maße solche Schädigungen jetzt schon bestehen und inwieweit sie später sich vergrößern werden; es kann vielmehr nur an der Hand der technischen Literatur darauf hingewiesen werden, in welcher Richtung solche bei den einzelnen Gewerbebetrieben zu erwarten sind.

Die Zuckerfabriken verlangen ein möglichst salzarmes Wasser. Nach Stohmann¹⁾ erfolgt das Auskristallisieren des Zuckers aus den Säften um so vollständiger, je reiner das Wasser ist. Insbesondere wird Chlormagnesium als Melassebildner gefürchtet. Neben der geringeren Ausbeute wird bei Verwendung salzreichen Wassers der Zucker minderwertiger, indem Salze mit eingeschlossen werden. Der Salzgehalt wird als Nichtzucker fünffach von der Polarisation abgezogen²⁾.

¹⁾ Stohmann, Handbuch der Zuckerfabrikation S. 49.

²⁾ Vgl. F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Abwässer und der Flußverunreinigung. 3. Auflage. S. 29.

Zum Gerben ist hartes Wasser und insbesondere solches, welches reich ist an Chlorverbindungen, wenig geeignet¹⁾. Für Wäschereien ist das chlormagnesiumreiche Flußwasser nachteilig, weil es einen größeren Seifenverbrauch bedingt. Wäschereien suchen daher stets möglichst weiches Wasser auf, oder machen dieses durch entsprechende Behandlung weich. Es ist möglich, das verunreinigte Wasser dieser Flüsse durch Beseitigung der Magnesiumsalze weich zu machen, indessen würden hierdurch Kosten entstehen. Bei dem Bleichen der Wäsche, sofern es sich um die Rasenbleiche handelt, dürften die Abwassersalze, im besonderen das Chlormagnesium, nicht störend wirken.

Die Fettsäuren der Seife bilden mit dem Magnesium unlösliche Verbindungen und diese lagern sich zwischen den Gespinnstfasern der Tuchstoffe ab. Werden solche Stoffe gefärbt, so tritt Fleckenbildung auf. Außerdem ist aber ein so salzreiches Wasser in Färbereien nicht zu gebrauchen, da manche Farben durch die Gegenwart der Salze ihren Ton verändern.

Die Papierfabrikation braucht ebenfalls salzarmes Wasser, besonders das Chlormagnesium erschwert das Leimen des Papiers.

Brauereien legen auf die Beschaffenheit des Wassers großen Wert. Im allgemeinen wird weiches Wasser bevorzugt, da es das Quellen der Gerste begünstigt; nach Lintner²⁾ wirken 0,5% Chlornatrium, namentlich aber Chlormagnesium und Chlorcalcium ungünstig auf den Quellvorgang. Auch ist weiches Wasser für die Ausbeute an Extrakt bei dem Sudprozeß vorteilhafter.

Das Wasser dieser drei Flüsse ist bei seiner gegenwärtigen Beschaffenheit zur Bierbereitung wegen seines Salzgehaltes nicht geeignet; die Geschmacksempfindungen, welche beim Genuß des Wassers auftreten, werden sich nach dem Eindampfen im Biere um so stärker störend bemerkbar machen. Aber selbst wenn man von der Verunreinigung durch Chlorkaliumfabriken absieht, so ist die Verwendung eines solchen Flußwassers, zu welchem die unappetitlichen Abgänge aus Haushaltungen und Viehställen hinzutreten, zu der Darstellung eines Nahrungs- und Genußmittels, wie es das Bier ist, zu beanstanden.

Von großer Bedeutung für die gewerblichen Betriebe überhaupt ist die Verwendung des Flußwassers zum Kesselspeisen. Die Ansichten, ob die Chloride, insbesondere das Chlormagnesium, zerstörend auf die Kesselwandungen wirken, sind geteilt; die Mehrzahl neigt aber dazu, daß dies der Fall sei. Auch wird der Vorgang des Angriffes der Kesselbleche verschieden erklärt.

Precht³⁾ gibt seine in Neu-Staßfurt gesammelte Erfahrung dahin kund, daß die Kessel eines an Chlorverbindungen reichen Wassers eine vorzeitige Abnutzung selbst nach langen Jahren nicht erleiden. Eine größere Anzahl von Kesseln, welche mit Wasser von 400 mg Chlor im Liter gespeist wurden, waren 15 Jahre lang in Betrieb, ohne daß Schädigungen beobachtet wurden, obwohl sie erst abgeblasen und

¹⁾ Vgl. F. Fischer a. a. O. S. 35.

²⁾ Wagners Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie XI. Jahrg. (Neue Folge) S. 643.

³⁾ Schreiben vom 6. März 1891 (Neu-Staßfurt).

mit frischem Wasser gefüllt wurden, wenn der Chlorgehalt des Kesselwassers auf 10 000 mg im Liter angestiegen war. Wenn jedoch die Kessel undichte Stellen haben, so tritt dort ein ungleich stärkeres Rosten ein bei salzreichem als bei salzarmem Wasser. „Werden außerdem diese lecken Stellen noch von den Feuergasen bestrichen, wie z. B. Lecken an den Rund- und Längsnähten in den Seiten und Unterzügen, so können die Bleche durch Rostbildung derartig angefressen werden, daß der Kessel nach verhältnismäßig kurzer Zeit schadhafte wird und ausgebessert werden muß.“

Precht schließt auf die Unschädlichkeit des Chlormagnesiums aus der Beobachtung, daß in der Staßfurter Chlorkaliumindustrie die Chlormagnesiumlauge in schmiedeeisernen Pfannen bis zu 47—48 % Chlormagnesium eingedampft wird, ohne daß eine erhebliche Abnutzung der von der Lauge bedeckten Bleche eintritt. Eine Rostbildung tritt bei diesen Pflanzen, sowie auch bei den Kühlkästen für die Laugen, nur da auf, wo Salzlauge und Luft gleichzeitig auf das Blech einwirken können.

Precht kommt zu dem Schluß: „Die Verwendung eines Speisewassers mit einem mittleren Chlorgehalt von 466,9 bezw. 603,7 bezw. 753,3 mg Chlor im Liter würde nach den hier vorliegenden Betriebsergebnissen unter normalen Verhältnissen ein vorzeitiges Unbrauchbarwerden des Kessels nicht zur Folge haben. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der Kessel vollständig dicht hält und auch kein Wasser aus undichten Verschraubungen auf den Kessel tropft, und ferner, daß der Kessel von Zeit zu Zeit mit frischem Wasser gefüllt wird, bevor der Gehalt des Kesselwassers an Chlorverbindungen derartig sich angereichert hat, daß diese Verbindungen in fester Form zur Abscheidung gelangen und festbrennen.“

Der sächsisch-anhaltische Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln¹⁾ äußert sich, daß bei Dampfkesseln, die mit Bode- oder Elbwasser gespeist worden sind, in dem Jahre 1892 nicht der geringste Unfall oder eine Betriebsstörung bekannt geworden seien, welche sich auf die Speisung mit diesem Wasser zurückführen ließen. Selbst bei den Vereinsmitgliedern, die ihre Kessel mit peinlichster Sorgfalt überwachen lassen, und denen nicht die geringste Veränderung an ihrer Kesselanlage entgeht, seien keine Klagen über verschlechtertes Kesselspeisewasser laut geworden. Auch hätten sich bei den „inneren Revisionen“ gar keine Veränderungen an den Blechen oder Vernietungen der Dampfkessel bemerkbar gemacht. Dagegen seien zu der Zeit, als der Wasserstand in der Saale fast auf ein Minimum herabgesunken war, bei den Dampfkesseln, die mit Saalewasser oder Bernburger Leitungswasser gespeist wurden, eine nicht unbedeutende Zahl von Unfällen an Dampfkesseln zu beobachten gewesen, welche letztere jedoch stets ohne nachteilige Folgen für Menschenleben abgelaufen sind. Diese hätten größtenteils in Eindrückungen von Flammenröhren oder Feuerbüchsen, starkem Undichtwerden von Heizröhren, Zerreißen von Rohrwänden, Undichtwerden von Nähten und Nieten usw. bestanden. „Infolge dieser eingetretenen Unfälle wurden den betreffenden Vereinsmitgliedern genaue Vorschriften über die Wartung und Bedienung ihrer Kessel erteilt und bei denjenigen Vereinsmitgliedern, welche durch ihre Beamten oder Kesselheizer für strengste Be-

¹⁾ Schreiben von C. Ohbrich, vom 7. März 1893.

folgung dieser Vorschriften Sorge trugen, sind nennenswerte Störungen beim Dampfkesselbetrieb, die sich möglichenfalls auf das Speisewasser zurückführen ließen, nicht mehr eingetreten.“

Der Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb teilt in einem Flugblatt Nr. 2 betitelt „Die Wasserverunreinigungen der Saale, Bode und Elbe“, welches im Jahre 1893 erschien, mit¹⁾, daß der Salzgehalt der Flußwässer ein öfteres Abblasen der Kessel benötige, um die Ausscheidung von Salzen zu verhüten. Der hohe Salzgehalt sei belästigend, indem er im Kessel Schäumen und Spritzen bewirkte. Die Schmiere der Hähne und Ventile werde durch das Salzwasser verdorben, so daß diese undicht werden. Um eine Überlastung des Kessels mit Salzen und die dann besonders auf den Flammenröhren und Feuerplatten erfolgende Ausscheidung zu vermeiden, müsse der Salzgehalt des Kesselwassers täglich kontrolliert werden. Bei einem Salzgehalt von 6 bis 10 ‰ sei das Kesselwasser teilweise abzublasen. Es wird dann noch erwähnt, daß manche Salze die Fähigkeit haben, „bei hoher Temperatur bei Gegenwart von Eisen und bei Abwesenheit von sonstigen Alkalien saure Bestandteile an das Eisen abzugeben, also in diesen Fällen das Eisen der Kesselwandungen zu zerstören.“ Nach dieser im Sinne von Kraut gegebenen Darlegung fährt das Flugblatt Nr. 2 wörtlich fort: „Erfahrungsmäßig ist es von allen Salzen insonderheit das Chlormagnesium, welches vorstehende Eigenschaft besitzt; andere in den Wässern vorkommende Salze zeigen diese Erscheinung nicht, und wir brauchen in gedachter Hinsicht deshalb unser Augenmerk nur auf dieses Salz zu richten. Aber nehmen wir auch die Möglichkeit an, daß andere Salze in den Abwässern vorkommen, welche dieselbe und ähnliche Eigenschaften haben wie Chlormagnesium, und nehmen wir auch an, daß keine sonstigen Alkalien in dem Wasser enthalten seien, so müßten immer die dann entstehenden Zerstörungen zunächst und am stärksten an den heißesten Stellen der Kesselwandungen, das heißt an den Feuerplatten, auftreten. Alle anderen Zerstörungen der Kesselwandungen sind mit Notwendigkeit auf andere Wirkungen zurückzuführen. Nun haben wir aber jene charakteristischen Zerstörungen der Feuerplatten bei den Wässern der Bode, Saale und Elbe noch nicht beobachtet, und es folgt daraus, daß diese Wässer bis jetzt noch keine, die Kesselwandungen direkt zerstörenden Salze enthalten. Auch freie Säuren haben sich in den Wässern noch nicht nachweisen lassen.“

In einem vier Jahre später erschienenen Flugblatt Nr. 12 des gleichen Vereins, betitelt „Chlormagnesium im Speisewasser“ wird nach Kraut²⁾ mitgeteilt, „die energisch zerstörende Wirkung des Chlormagnesiums auf die im Betrieb befindlichen Dampfkessel sei jedem Kesselmeister bekannt, jeder Zweifel sei vollständig ausgeschlossen, und die durch viele Mühe und Forschungen errungene Erkenntnis von der Schädlichkeit des Chlormagnesiums dürfe man sich nicht wieder verdunkeln lassen.“

Rubner und Schmidtman³⁾ schildern einen Fall von Benachteiligung des

¹⁾ Mitgeteilt bei Kraut, Cum grano salis S. 46 u. ff.

²⁾ A. a. O. S. 47.

³⁾ Gutachten der Königl. wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen über die Einwirkung der Kaliindustriabwässer auf die Flüsse. Vierteljahresschrift für gerichtl. Med. u. öff. San. Wesen. 3. Folge XXI. Bd. Suppl. Heft Jahrgang 1901. Supplement S. 16.

Kesselspeisewassers. Als im Sommer 1898 die Tiefbaugesellschaft Salzdettfurth ihre Schachtläugen in die Lamme leitete, wurden im Wasser der Innerste 389 mg Cl, 43 mg MgO im Liter bei einer Härte von 18,3⁰ ermittelt. Im Juni 1897 war der Gehalt an Bestandteilen dreimal so groß als sonst: „Die Lokomotiven konnten keinen Dienst mehr tun, die Kessel litten unter der Veränderung des Speisewassers.“

Haage¹⁾ beschreibt eine durch chlormagnesiumhaltiges Speisewasser entstandene Beschädigung eines mit 8 Atmosphären arbeitenden Flammenrohrkessels. An den beiden Wellrohren waren nach verhältnismäßig kurzer Betriebszeit energische Verrostungen aufgetreten. Als Ursache des Angriffes bezeichnet Haage die Zerlegung des Chlormagnesium unter Bildung von Salzsäure. Da diese nur bei hoher Temperatur eintritt, so sind die Angriffe des Kesselbleches nur dort zu beobachten, wo die höchsten Temperaturen herrschen, nämlich unmittelbar über dem Roste und kurz hinter der Feuerbrücke.

L. C. Wolf²⁾ bespricht in einer Studie „über Magnesiumverbindungen im Kesselspeisewasser“ die schädliche Wirkung des Chlormagnesiums auf Dampfkesselbleche.

Auch Rothstein³⁾ und H. de la Coux⁴⁾ wie Haage und andere vertreten die Ansicht, daß Chlormagnesium im Dampfkessel unter der Wirkung der Hitze in Magnesiumhydroxyd und Salzsäure sich zerlegt. Bei hohem Druck kann auch das schwefelsaure Magnesium mit Natriumchlorid reagieren unter Bildung von Magnesiumchlorid.

Vogt⁵⁾ bezeichnet von den Chlorverbindungen des Kesselspeisewassers das Chlormagnesium als die gefährlichste; weniger gefährlich aber immerhin schädlich genug seien Chlorbaryum und Chlornatrium.

Boecking⁶⁾ schildert eine Dampfkesselexplosion, als deren Ursache das Zerschneiden einer Feuerplatte durch chlormagnesiumhaltiges Speisewasser angegeben wird.

Nach F. Fischer⁷⁾ begünstigt besonders das Chlormagnesium die Zerstörung der Kesselbleche. Koenig⁸⁾ bezeichnet unter den schädlichen Bestandteilen des Kesselspeisewassers das Chlormagnesium als besonders nachteilig. Auch Heermann⁹⁾ gibt an, daß ein stärkerer Kesselverschleiß besonders durch Chlormagnesium hervorgerufen wird, da dieses korrodierend wirkt.

Über die chemischen Vorgänge, die sich bei der Einwirkung des Chlormagnesiums

¹⁾ Haage, Gefährliches Speisewasser. Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes. Jahrg. 20. 1897. S. 95.

²⁾ Ebenda Jahrg. 20. 1897. S. 551.

³⁾ Ebenda Jahrgang 22. 1899. S. 24.

⁴⁾ Referat aus La Genie civil. Ebenda Jahrgang 23. 1900. S. 400.

⁵⁾ Zeitschrift Stahl und Eisen. Jahrgang 23. 1903. S. 1361 (Referat).

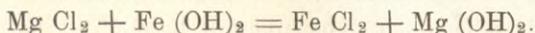
⁶⁾ Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Dampfmaschinenbetriebes. Jahrgang 25. 1902. S. 308.

⁷⁾ F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung. 3. Auflage. S. 28.

⁸⁾ Koenig, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, sowie die Reinigung von Trink- und Schmutzwasser. Bd. I. S. 95.

⁹⁾ Heermann, „Wasserreinigung und Wasserreinigersysteme“, sowie „Chemische Grundlagen der technischen Wasserreinigung“. Färber-Zeitung, Zeitschrift für Färberei, Zeugdruck und den gesamten Farbenverbrauch 1905. S. 34 und 180.

auf Eisen abspielen, sind von H. Ost¹⁾ Versuche angestellt worden. Er faßt das Ergebnis seiner Untersuchungen in seiner zweiten Abhandlung wie folgt zusammen: „Chlormagnesiumlösungen bis 10% Gehalt spalten beim Erhitzen bis 10 Atmosphären Druck keine freie Salzsäure ab. Wasser und noch mehr alle Salzlösungen greifen im Dampfkessel bei Luftabschluß das Eisen an unter Bildung von schwarzem Oxyd-oxydul und Entwicklung von Wasserstoff. Auch die Magnesiumsalze wirken so, sie lösen aber außerdem etwas Eisen als Oxydulsalz auf, was bei anderen Salzen nicht der Fall ist, und zwar Magnesiumsulfat wie auch Chlormagnesium. Die Oxydation des Eisens und die Wasserstoffentwicklung sind unabhängig von der Auflösung des Eisens, letztere erfolgt sekundär durch Umsetzung nach der Gleichung



Die eisenlösende Wirkung der Magnesiumsalze wird durch die Anwesenheit von Calciumcarbonat, mit welchem sie im Kessel Magnesia abscheiden, aufgehoben, und zwar bei 10 Atmosphären Druck schon durch $\frac{1}{4}$ Äquivalent CaCO_3 auf 1 Äquivalent MgCl_2 oder MgSO_4 “.

Das letztere Resultat ist von besonderer Wichtigkeit bei Flüssen, welche Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken aufnehmen. Ost erwähnt in dieser Hinsicht besonders die Leine und Innerste und stellt die Wirkung dieser Flußwässer mit der des Seewassers in Vergleich.

Er fährt weiter fort: „Das Hannoversche Leitungswasser enthält 121 mg CaO und 22 mg MgO als Bikarbonate = 152 mg CaO = 271 mg CaCO_3 in 1 Liter, es verträgt also eine Zumischung von 700—1000 mg MgCl_2 auf 1 Liter, ohne daß eine Lösung von Eisen zu befürchten wäre. Die Innerste, welche nach zahlreichen Analysen zwischen Derneburg und Hildesheim Bikarbonate etwa entsprechend 150 mg CaCO_3 enthält, würde ein Zuleiten von 375—600 mg Chlormagnesium auf 1 Liter vertragen, oder bei ihrem Niedrigwasser von 2,1 sek/cbm 680—1100 dz Chlormagnesium täglich, welche einer Verarbeitung von 300—480 t Rohcarnallit entsprechen. Bisher fließen nur die Abwässer der Chlorkaliumfabriken Carlsfund und Salzdetfurth in die Innerste, welchen zusammen eine Verarbeitung von 225 t Karnallit täglich gestattet ist; außerdem ist durch die Konzessionsbedingungen festgesetzt, daß die Härte des Innerstewassers höchstens 30° betragen darf, und wenn die natürliche Härte der Innerste zwischen Derneburg und Hildesheim nach früheren Analysen, ohne die Abwässer der Kaliwerke zu 15° angenommen wird, so dürften höchstens 255 mg MgCl_2 auf 1 Liter hinzugeleitet werden. Bisher können also Dampfkessel, welche mit chlormagnesiumhaltigem Innerstewasser gespeist werden, auch bei Niedrigwasser und 30° Härte, keinen Schaden durch Auflösung von Eisen erlitten haben. Auch durch andere Flüsse, welche ärmer an Bikarbonaten sind, als Innerste und Leine, erwächst den Dampfkesseln durch eingeleitete Chlormagnesiumlaugen keine nennenswerte Gefahr, selbst wenn überall ein Zuleiten dieser Laugen bis zu 30° Härte gestattet werden sollte. Das Chlormagnesium vermehrt auch den Kesselstein nicht, da statt der aus-

¹⁾ H. Ost, Das Verhalten des Chlormagnesiums im Dampfkessel. Chemikerzeitung 1902. II. Semester, Jahrg. 26, S. 819 und 1903, I. Semester, Jahrg. 27, S. 87.

fallenden Magnesia eine äquivalente Menge Calciumkarbonat in Lösung geht. Es bleibt nur die vermehrte Neigung zum Rosten durch den gelösten Sauerstoff, welche aber bei Gegenwart von Chlormagnesium und Chlorcalcium nicht stärker ist als von Chlornatrium. Anders steht es mit dem Seewasser bei seinem hohen Gehalte an Chloriden und seiner Armut an Bikarbonaten, sodaß Schiffskessel, welche mit Seewasser gespeist werden, infolge seines hohen Gehaltes an Chlornatrium und anderen Chloriden nicht nur stark zum Rosten neigen, sondern außerdem noch durch die spezifischen Wirkungen des Chlormagnesiums und Magnesiumsulfates auch bei Ausschluß von Sauerstoff durch Auflösung von Eisen angegriffen werden.“

Die Arbeiten von Ost haben eine Entgegnung erfahren von Feld, der sich ebenfalls mit dieser Angelegenheit experimentell beschäftigt hat. Feld¹⁾ meint, daß die von Ost mit Chlormagnesium und Calciumkarbonat gewonnenen Resultate nicht auf die Praxis übertragbar seien, und stellt eine Betrachtung an, aus der hervorgeht, daß die von Ost für das Calciumkarbonat festgestellte Schutzwirkung unter den (von Feld) angenommenen Bedingungen nicht zu dauernder Wirksamkeit kommen könne.

Kosmann²⁾ behandelt die Versuchsergebnisse Osts vom thermochemischen Standpunkte aus. Auch nach seinen Berechnungen muß der Angriff des Chlormagnesiums ein weit stärkerer sein, als derjenige des Magnesiumsulfates und des Calciumchlorides.

Über die Unterschiede in der Wirkung von Magnesiumchloriden und anderen Salzen sagt Ost³⁾ in einer Besprechung der oben angeführten Entgegnung Felds: „Man kann nicht schlechthin sagen, Chlormagnesium greift Eisen stärker an als Chlorcalcium oder Natriumsulfat, sondern man muß unterscheiden zwischen Angriffen durch Lösen und Angriffen durch Oxydation. Da aber den letzteren bekanntlich durch die entstehende Kruste von Eisenoxydoxydul bald ein Ziel gesetzt wird, so sind die Angriffe durch Lösen die weitaus schlimmeren.“

Daß manche Gewerbe bei Benutzung des Wassers der Schunter, Oker oder Aller zu Fabrikationszwecken benachteiligt werden, ist zweifellos. Die Mehrzahl der Autoren neigt auch zu der Ansicht, daß diese Flußwässer insbesondere wegen ihres Chlormagnesiumgehaltes bei der Verwendung als Speisewasser den Dampfkesseln und deren Armatur schädlich werden können. Es wird Sache der technischen Sachverständigen sein, abzuschätzen, in welchem Maße diese Nachteile bei der Erweiterung des Betriebes in den Chlorkaliumfabriken sich vermehren. Es ist nicht mehr als recht und billig, daß die Chlorkaliumfabriken für diese Schäden oder für die zutreffenden Maßnahmen zur Beseitigung derselben aufzukommen haben, sei es durch Verfahren, welche das Flußwasser für den betreffenden Betrieb brauchbar machen, sei es durch Beschaffung anderen Betriebswassers.

¹⁾ Feld, Über das Verhalten von Chlormagnesium im Dampfkessel. Chemikerzeitung 1902. Jahrg. 26, II. Semester, S. 1099.

²⁾ Kosmann, Das Verhalten von Chlormagnesium im Dampfkessel. Ebenda, S. 1176.

³⁾ Chemikerzeitung 1903, Jahrg. 27, I. Semester, S. 88.

3. Die Einwirkung der verunreinigten Flußwässer auf die Landwirtschaft hinsichtlich der Beeinflussung der Fruchtbarkeit des Bodens und des Pflanzenwuchses.

Bearbeitet vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Albert Orth, Berlin.

In den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts hatte ich im Auftrage des Kaiserlichen Gesundheitsamts die im Haasetale abwärts des Piesbergs bei Osnabrück durch die sehr salzreichen Abflüsse des Steinkohlenbergbaues auf den großen zugehörigen Wiesenflächen dieser Niederung entstandenen Schwierigkeiten mit Bezug auf die im Großherzogtum Oldenburg gelegenen Teile dieser Talböden gemeinsam mit den Herren Geheimer Bergrat Dr. Beyschlag und Geheimer Regierungsrat Dr. Ohlmüller einer besonderen Bearbeitung zu unterwerfen. Die Arbeit ist abgedruckt in den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt“, Band XVII, Heft 2. 1900. Der große Gehalt an Kochsalz in dem aus dem Tiefbau herausbeförderten Wasser des Bergwerkes hat hier schließlich nach langjährigen Versuchen, dieses Wasser je nach der Wasserführung des Flusses zur entsprechenden Verteilung und Verdünnung zu bringen, zu dem im allgemeinen vaterländischen Interesse beklagenswerten Ergebnisse geführt, daß das in dem Bergwerke nach Millionen steckende Kapital wegen der zunehmenden Versalzung der großen Wiesenniederung aufgegeben werden mußte, und dabei waren die Klagen über die Versalzung der Wiesen in dem über 50 km entfernten oldenburgischen Haasetale, wo bereits eine starke Verdünnung des Salzwassers eingetreten war, noch als erhebliche zu bezeichnen.

Ich erinnere an diese Tatsachen, um darauf aufmerksam zu machen, mit welcher Vorsicht diese bezüglichen Salzfragen zu beurteilen sind, wenn nicht eventuell große nationale Kapitalobjekte in Verlust gehen oder wesentlich entwertet werden sollen, mag dies nun auf technischem oder auf landwirtschaftlichem Gebiete der Fall sein. Dieses praktische Beispiel, daß ein großes blühendes Bergwerksunternehmen mit seiner wertvollen Ausbeute an vorzüglichen Anthrazitkohlen geschlossen werden mußte (Mitte Juni 1898), bedeutet eines der wichtigsten praktischen Dokumente zur Beurteilung dieser bezüglichen Fragen. Und es ist schon lange vorhergehend von diesen Tatsachen der Versalzung durch langjährige Prozeßverhandlungen in den öffentlichen Blättern die Rede gewesen und die Veröffentlichung über die bezüglichen naturgesetzlichen, hygienischen und wirtschaftlichen Tatsachen ist schon so lange erfolgt, daß niemand Unkenntnis derselben vorschützen kann.

Die Flußgebiete der Aller und Oker haben manches Analoge mit demjenigen der Haase, sodaß auch aus diesem Grunde die letztere zur Vergleichung sehr wohl herangezogen werden kann. Haben doch die beiderseitigen Flußgebiete ihren Ursprung im Berg- und Hügellande, deren steilere Gehänge mehr zur Abschwemmung lehmiger Teile, also zur Schlickführung der Wasserläufe Veranlassung geben, und gehen die Flüsse später doch in beiden Fällen in das sandig-moorige Gebiet der norddeutschen Ebene über, welches zu den ärmeren Gegenden unseres Vaterlandes gehört und deren Bewohner die durch das Flußwasser berieselten Wiesen als einen zur Futtergewinnung besonders wichtigen Faktor ihrer Landwirtschaft betrachten. Hat man doch beispielsweise das Wasser der Oker vor dem Einflusse in die Aller bei Müden durch Dücker

zum Teil unter der Aller hindurchgeleitet, um die nördlich derselben gelegenen Heidesande zu bewässern. Sind doch wegen der Ärmlichkeit des sandigen Höhenbodens die Wiesenanlagen an der Oker und Aller ähnlich wie an der Haase besonders häufig und in sehr hoher Wertschätzung. Die Einwände gegen die vermehrte Einleitung der Endlaugen der Kalifabriken sind deshalb besonders zahlreich und energisch, weil man durch übertriebene Einleitung für die Substanz der Güter, für wesentliche Wertverminderung fürchtet.

Wenn auch die in der Nähe des Piesbergs angelegten großen Aufspeicherungs- teiche im Aller-Flußgebiete fehlen und bei den Kalifabriken nur kleine Bassins dafür vorhanden sind, wenn das periodische, in längeren Zeiträumen stattfindende Einlassen des kochsalzhaltigen Wassers in die Haase in diesem Gebiete nicht vor sich geht und erhebliche Unterschiede vorhanden sind, so ist doch andererseits betreffs der Beziehungen des Salzwassers zur Vegetation so sehr viel Gleichartiges für die bezügliche Beurteilung der Aller-Oker-Schunterwiesen vorhanden, daß eine Bezugnahme auf die damaligen Untersuchungen und auf die im Druck erschienene Arbeit wohl gestattet ist.

Aus dieser Arbeit ergibt sich, daß die Bodenfrage mit Bezug auf Vegetation und Nutzung gegenüber den Einwirkungen des Salzwassers in erster Linie zu berücksichtigen ist. Vorausgeschickt werden mag indessen der Einfluß der Versalzung auf die Schlickverbreitung des Flußwassers, über dessen Abnahme infolge des Einlassens des Piesberg-Abwassers von den Landwirten der oldenburgischen Haasetal-Niederung so sehr geklagt wurde. Auf Seite 258 der genannten Druckschrift sind von mir einige experimentelle Zahlen mitgeteilt worden. Die gesteigerte Versalzung führt danach zu einer rascheren Niederschlagung der tonigen Schlickmassen, wie die salzhaltigen Brackwasser an den Mündungen der Flüsse in das Meer dies unter dem Einflusse von Ebbe und Flut seit Jahrhunderten bewirkt haben; die Versalzung führt also dahin, daß die von dem Eintritte der Salzlaugen weiter abwärts liegenden Wiesenflächen dieses natürlichen Befruchtungsmittels der Flußgebiete weniger teilhaftig werden. Da die bei starken Niederschlägen rascher zusammenfließenden Hochwässer wesentlich auch die tonigen Schlickmassen hängiger Felder aufnehmen und auf größeren Flächen talabwärts zur Ausbreitung bringen, so ist das stärkere Einleiten von Salzwasser in den oberen Regionen der Flußgebiete ein nicht geringer Eingriff in den natürlichen Verlauf der Abschwemmungs- und Anschwemmungsarbeit der Flüsse und der namentlich in den weiten Heidesand- und Moorgebieten wichtigen Schlickablagerung zu bezeichnen. Es ist dies bereits ein Hinweis, daß man betreffs des Einlassens salzhaltiger Laugen im Interesse großer Landeskulturgebiete und insbesondere der ärmeren Gegenden über gewisse mittlere Grenzen nicht hinausgehen sollte, im Interesse derjenigen Gegenden, in welchen im Vertrauen auf die Dauer dieser natürlichen geographischen Verhältnisse der Alluvionsbildungen in der Bodenkultur große Summen angelegt sind, in welchen im Vertrauen auf die Dauer dieser Verhältnisse der Fortschritt in der weiteren Entwicklung der Landeskultur dazu in der nächsten Beziehung steht.

Es mag zunächst die Natur des Grund und Bodens der Wiesen-Niederungsgebiete der Aller, Oker und Schunter einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Das Alluvialgebiet der Aller, Oker und Schunter.

I. Herbstreise 1902.

- Am 20. Oktober 1902. Besichtigung der Wiesen an der Schunter in der Umgegend von Bienrode, Harxbüttel und Walle.
- Am 21. Oktober 1902. Besichtigung der Wiesen an der Schunter in der Umgegend von Beienrode mit Unterstützung des Fabrikchemikers des Kaliwerkes Beienrode.
- Am 22. Oktober 1902. Besichtigung der großen Wiesenflächen an der Aller in der Umgegend von Celle und Wienhausen mit Unterstützung des Wiesenaufsehers Henke zu Celle.

II. Sommerreise 1903.

- Am 8. Juni 1903. Besichtigung und Probenahme auf den Wiesen an der Oker bei Richmond oberhalb Braunschweig und bei Groß-Schwülper, Meinersen und Seershausen unterhalb des Einflusses der Schunter in die Oker, ferner auf Wiesen an der Schunter bei Bienrode, Thune und Harxbüttel mit Unterstützung von Herrn Geheimen Medizinalrat Dr. Beckurts zu Braunschweig.
- Am 9. Juni 1903. Besichtigung der Wiesen an der Schunter in der Gegend von Beienrode und Ochsendorf und Probenahme von Wiesengras.
- Am 10. Juni 1903. Besuch der Kalifabrik Beendorf und der Wiesen an der Aller bei Groß-Bartensleben in Begleitung von Herrn Regierungsrat Bank aus Helmstedt und mit Unterstützung des Herrn Direktors Simon vom Kalisalzwerk Burbach zu Beendorf und des Herrn Amtsvorstehers Oberjägermeister von Veltheim zu Groß-Bartensleben.

Die Besichtigung war auf die Zeit im Juni vor dem Grasschnitt zur Heuernte verlegt, damit zahlreiche Proben von Wiesengras zur botanischen Analyse desselben entnommen werden konnten.

III. Reise im Nachsommer 1903.

- Am 2. September 1903. Besichtigung der Eimerwiesen an der Aller unterhalb Gifhorn und Entnahme von Bodenproben.
- Am 3. September 1903. Besuch der Kalifabrik Einigkeit zu Ehmten bei Fallersleben.
Besichtigung der Weyhäuser Schleuse am Allerkanal und der Wiesen an der Aller in der Umgegend von Weyhausen, Warmenau; ferner von Wolfsburg und Vorsfelde.
Besichtigung der Wiesen an der Aller bei Öbisfelde, Büstedt, Gahrendorf und Altena.
- Am 4. September 1903. Besichtigung der Wiesen an der Aller in der Umgegend von Seggerde, Weferlingen, Walbeck, Schwanefeld und Groß-Bartensleben mit Unterstützung des Herrn Rittergutsbesitzers von Davier zu Seggerde.
Entnahme von Bodenproben.

Die Beobachtungen über die Wiesen an Ort und Stelle nach Boden, Höhenlage, Grasbestand und Nutzungswert ergaben ein sehr wechselndes Bild.

Während in den oberen Regionen an der Aller und Schunter zum Teil sehr schöne Flußlehm Böden vorhanden sind (z. B. der gut gemengte kalkhaltige Lehm-

boden von Groß-Bartensleben und ähnliche Lehmböden weiter abwärts an der Aller, ferner der schöne rotbraune und auf Rötabschwemmung deutende Wiesenlehm an der Schunter in der Gegend des Einlaufs der Endlaugen von der Kalifabrik von Beienrode), während in der Gegend des Einlaufs der Asse-Endlaugen in die Schunter ein schwererer eisenschüssiger Tonboden als Wiesenboden vorkommt, so werden die Bodenarten der Wiesenniederung an der Aller und Schunter weiter abwärts im allgemeinen sandiger und durchlässiger, die höhere Wasserkapazität im Boden wird indessen an diesen Stellen vielfach durch eine größere oder geringere Beimengung von moorigen Teilen herbeigeführt, welche bekanntlich eine noch größere Aufnahmefähigkeit für Wasser als Ton und Lehm besitzen.

An der Oker sind in der Gegend von Braunschweig die sandigen Flußlehme vielfach vertreten, die weiter abwärts zum Teil sandiger vorkommen.

Wie sehr indessen lokale Einflüsse mit Bezug auf Höhenlage und künstliche Anstauung in Betracht kommen und wie dadurch gerade die physikalischen Verhältnisse des Wiesentalbodens beherrscht werden, das zeigt sich in den vielen Stauwehren und Schleusen, welche für die Benutzung des Wassers in Mühlen und für Bewässerungs- und Wassersammlungszwecke angelegt sind. Dabei zeigt sich unterhalb des künstlichen Staues meist ein tieferer Einschnitt des Wasserlaufes in das Gelände, welcher sich allmählich verflacht und oberhalb des nächsten Staues vielfach in zu weitgehende Grundnässe und Stagnation mit allen seinen zeitweise mehr, zeitweise weniger hervortretenden schädlichen Wirkungen zu großer Wasseransammlung übergeht, um unterhalb des Staues in ähnlicher Weise sich zu wiederholen. Dadurch werden auch, abgesehen von der Versalzung, sumpfige Wiesen geschaffen. Eine solche sumpfige Bruchwiese zeigt sich beispielsweise oberhalb des Gutshofes von Rittergut Beienrode an der Schunter, welche unter dem Einflusse des Staues der Mühle von Beienrode steht (oberhalb des Einlaufes der Endlaugen vom Kaliwerk Beienrode). Dieser stärkere Anstau hat auf die größere Anmoorigkeit des Bodens der genannten Bruchwiesen einen besonderen Einfluß gehabt. Der schwere Tonboden der Wiesen an der Schunter, da, wo die Asse-Endlaugen einmünden, ist schon durch den Anstau der Mühle bei Wenden physikalisch ungünstig geworden und umsomehr, als der Ton schwer durchlässig ist.

Der Wiesenboden bei Richmond oberhalb Braunschweig steht unter dem Einflusse der Stauwerke daselbst und ist dadurch größtenteils versumpft und anmoorig geworden.

Es sind aber dies zum Teil Verhältnisse, an welche große andere Interessen geknüpft sind und welche nicht oder nur mit großen Aufwendungen geändert werden können, welche Änderungen vielfach nicht möglich sind. Es handelt sich dann oft um die Frage, ob diese physikalischen Nachteile, welche zum Teil schon Jahrhunderte hindurch bestanden haben mögen und welche nicht zu ändern sind, durch die Einwirkungen der Versalzung nicht noch wesentlich vermehrt werden.

Es wird weiter darauf ankommen, die Art der Wiesen im Gebiete der Aller, Oker und Schunter einer besonderen Betrachtung zu unterziehen.

Die Bewässerungswiesen im Flußgebiete der Aller, Oker und Schunter.

Es sind zum Teil Überschwemmungswiesen mit natürlicher oder sehr wenig veränderter Bodenoberfläche und einzelnen Depressionen, zum Teil gebaute Wiesen mit künstlich veränderter Oberfläche, auf welchen der Regel nach, dem regelmäßigen Zu-
lauf entsprechend, auch für regelmäßigen Ablauf gesorgt ist oder gesorgt werden muß, auf welchen indessen mangelnde Grabenräumung bei schwierigen Ernte- und Arbeiter-
verhältnissen, die Wühlarbeit der Maulwürfe u. a. m. doch nicht selten ungenügende
Abwässerung und ein gewisses Anstauen im Gefolge haben.

Die Wiesen an der oberen Aller bis unterhalb Oebisfelde stehen größtenteils unter dem Einflusse von 14 Mühlen und Stauwehren, wodurch je oberhalb derselben der Wiesenboden häufig an überschüssiger Nässe zu leiden hat und nachteilige Stagnationen nicht selten vorkommen. Der in oberen Flußgebieten mehr Schlick führende Wasserlauf hat nicht selten auch zu einer Aufhöhung des Wiesentalbodens angrenzend am Wasserlauf Veranlassung gegeben, wodurch der weiter abstehende oft mehr tonige und anmoorige Talboden in eine tiefere und nässere Lage mit öfters stagnierendem Wasser gekommen ist, was namentlich bei lehmigem und tonigem Untergrund noch mehr hervortritt.

Abwärts von Oebisfelde wechseln an der Aller normale Überschwemmungswiesen mit an stauender Nässe leidenden derartigen Flächen, wo große Wassermassen verdunsten müssen und wo durch eine natürliche Erkältung des Bodens zugleich eine Konzentration der im Wasser gelösten mehr verdünnten Salze herbeigeführt wird. Namentlich in den abflußlosen Depressionen des Geländes mit solchen stauenden Wassermassen muß dadurch eine erhebliche Verstärkung des Salzgehaltes stattfinden können.

Das niedrigere in tieferem Niveau fließende und mehr konzentrierte Wasser anhaltender Trockenzeiten und niederer Wasserstände kann bei plötzlich eintretendem und anhaltendem Hochwasser durch hydrostatischen Druck vom Flusse aus in benachbart gelegene tiefere Wiesenstellen gedrückt werden, und so direkt mit der Wiesennarbe in Berührung kommen, ähnlich wie das Hochwasser großer Flüsse hinter den Deichen das eisenhaltige Untergrundwasser der Niederung als Druckwasser und Qualmwasser mit seinen auf die Vegetation vielfach vergiftenden Einflüssen an die Oberfläche treibt. Da dies in dem Haasetal-Gutachten weitläufig ausgeführt ist, so erübrigt es sich, darauf hier näher einzugehen. Wenn beim Haasetale durch die längere Aufspeicherung und kürzere Ablassung des Bassins etwas andere Verhältnisse zugrunde lagen, so können auch hier die längeren Dürreperioden mit sehr niedrigen Wasserständen längere Zeiten hindurch ziemlich konzentrierte salzhaltige Wasser im Gefolge haben, was in den aufgestauten Wiesenwasseransammlungen durch Verdunstung viel stärker konzentriert werden, durch Ausscheidung des Salzes in den Bodenräumen sehr nachteilige Wirkungen auf die Vegetation haben kann. Bei den bereits stark verdünnten Überschwemmungswässern an der unteren Haase in Oldenburg, welche sich sehr schädlich markierten und zu vielen Klagen Veranlassung gaben, die nach Aufhörung des Piesberg-Betriebes verstummten, habe ich für die Begründung diese Erklärungen gefunden, welche den natürlichen Verhältnissen entsprechen, während

in anderen Fällen bei durchlässigem Sanduntergrunde in höherer Lage die Salze vielleicht keinen Nachteil gebracht, unter Umständen sogar vorteilhaft gewirkt haben können.

In der näheren und weiteren Umgebung von Celle bis Müden hin sind sehr große Wiesenflächen mit stärkerer Kapitalverwendung umgebaut und zwar vielfach in sehr breiten Rücken zum Rieseln mit schwachem Gefälle. Eine starke Vermoosung zeigte hier bei der Besichtigung im Juni 1903, daß es auf diesen Wiesen nicht zugänglich ist, durch stark salzhaltige Rieselwasser die Versäuerung des vielfach anmoorigen Sandes noch zu vermehren. Wenn die nicht zu salzhaltigen Wasser bei normalem Abflusse auf Verminderung des Moooses wirken können, so kann entgegengesetzt durch ungenügende Entwässerungen und Stagnation, wie versumpfte Moordamkkulturen erweisen, das wasseranziehende und wasserhaltige Salz die Versäuerung des Bodens und die Vermoosung noch steigern, und damit diese großen Kapitalsanlagen der Heidesand-Gegenden gefährden, welche im Vertrauen auf gesicherte normale Flußwasserzustände gemacht worden sind.

Wenn vorstehend ein Überblick über die naturgesetzlichen und über die Wiesenkultur-Verhältnisse der bezüglichen Niederungsgebiete gewonnen worden ist, so sollen anschließend die in Betracht kommenden Vorteile und Nachteile des durch die Einleitung der Endlaugen beschwerten Flußwassers einer besonderen Erörterung unterworfen werden. Wegen der erwähnten eingehenden Besprechung der Salzfrage in der Haasetal-Niederung wird diese Erörterung auch hier etwas kürzer zusammengefaßt. Die angestellten analytischen Untersuchungen können dabei direkt mit verwertet werden. Die kritische Beurteilung wird sich unmittelbar daran anschließen.

I. Nützliche Wirkungen bei der Einleitung von Endlaugen in das Flußwasser.

1. Es wird angegeben, daß die Endlaugensalze Pflanzennahrungstoffe darstellen und dadurch nützlich wirken.

a) Die Kalium-Verbindungen.

Die Kalium-Verbindungen gehören zu den wichtigsten notwendigen Pflanzennahrungstoffen, sind also nützlich. Wenn dies auch richtig ist, so muß andererseits bemerkt werden, daß die Fabrikation ein Interesse daran hat, die Kaliumverbindungen zu gewinnen, also möglichst wenig davon in das Abwasser gehen zu lassen. Es sind deshalb nur geringe Mengen davon, welche bei normalem Betriebe in Betracht kommen.

b) Natrium-Verbindungen.

Die Natrium-Verbindungen werden von den Pflanzen aufgenommen und können zum Teil als Ersatz von Pflanzennahrung an Stelle der notwendigen Kaliumverbindungen dienen. Die Natriumverbindungen spielen indessen im allgemeinen für die Ernährung der Kulturpflanzen eine nebensächliche Rolle. Wenn auch ein teilweiser Ersatz des Kalis zugegeben werden kann, so ist dem doch eine wesentliche Bedeutung nicht zuzuschreiben, während sie, im Übermaß vorhanden, schaden.

c) Magnesium-Verbindungen.

Die Salze der Endlaugen bestehen bei der Carnallit-Verarbeitung größtenteils aus Magnesium-Chlorid. Die Magnesiumverbindungen gehören aber zu den unentbehrlichen Pflanzennahrungstoffen. Es ist dementsprechend also möglich, die Einleitung derselben in das Wasser als einen Gewinn für die Pflanzenernährung darzustellen.

Der bezüglichen Auffassung kann direkt begegnet werden dadurch, daß in der Praxis des Kunstdüngerhandels die unverarbeiteten Staßfurter Kaliumsalze in bestimmter Weise allein nach dem berechneten Gehalte an Kali (K_2O), dagegen nach dem Gehalte an Natrium und Magnesiumverbindungen überhaupt nicht gehandelt werden. Im Gegenteil wird bei der Verwendung im Boden in der Regel gern so disponiert, daß das Aufbringen längere Zeit vor der Vegetationsperiode stattfindet, damit die sogenannten Nebensalze sich im Boden verteilen und der oberen Krume verloren gehen.

2. Die Endlaugensalze sollen desinfizierend wirken gegenüber anderen Bestandteilen des Wassers, namentlich gegenüber den durch Zuckerfabriken hineingelangenden und stark riechenden organischen Schmutzstoffen.

Wenn man für die mehrmonatliche Herbstkampagne der Zuckerfabriken mehrfach betreffs der Einleitung der Schmutzstoffe in die Wasserläufe zu weit gegangen ist und wenn nicht überall, wie es vom Herzoglich Braunschweig-Lüneburgischen Staatsministerium verfügt und durchgeführt wird, die regelmäßige Kontrolle durch beeidigte Sachverständige hinreichend geübt wird, so sind das abnorme Verhältnisse, welche man vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege verbessern muß. Dieser Gesichtspunkt der Desinfektion wird dann von selbst hinfällig. Außerdem sind die Umsetzungen organischer Stoffe auch in salzhaltigem Wasser von erheblicher Bedeutung. Am allerwenigsten können wegen dieses vierteljährigen mit unzureichender Reinigung der Schmutzwässer durchgeführten Betriebes der Zuckerfabriken Flußläufe, wie die Aller, zu Industriegewässern erklärt werden.

3. Bei dem Abspumpen von Grubenwässern wird das fließende Wasser vermehrt. Je nach dem Maßstabe der Vermehrung kann es in trockenen Zeiträumen der Wiesenvegetation zu gute kommen und die eventuellen dynamischen Leistungen des Wassers in industriellen Betrieben steigern.

Mit der Frage der Fabrikation der Kaliumsalze und der Einleitung der Endlaugensalze in das Flußwasser hat die Sache in der Regel nichts zu tun, sie ist auch bei vielen Kalisalzbergwerken unerheblich.

4. Das Kochsalz des Flußwassers dient zur Ersparung von Viehsalzgaben bei der Fütterung der Tiere. Naturgemäß kommt dies nur bei entsprechend verdünntem Trinkwasser in Betracht, welchem bei stärkerer Konzentration weit größere Übelstände entgegenstehen.

II. Schädliche Wirkungen bei der Einleitung von Endlaugensalzen in das Flußwasser.

1. Einfluß der Versalzung auf zu große Konzentration für Zwecke der Pflanzenernährung. Bekanntlich hat König nach den von ihm angestellten

Untersuchungen 0,5‰ Kochsalz als obere Grenze der Konzentration angegeben, und während der Versalzung des Haaseflusses durch die Abwässer des Piesberg-Bergwerkes bei Osnabrück wurde von den Wiesenbau-Genossenschaften kein Wasser mit höherem Salzgehalte auf die Wiesen geleitet. Für König waren bei dieser Vorschrift mehr die Gesichtspunkte der Verschlammung und Auslaugung des Bodens als wie diejenigen der direkten Pflanzenernährung maßgebend. Bei der Erziehung von Pflanzen in wässrigen Nährlösungen ist eine einpromillige Lösung überhaupt vielfach üblich.

In dem Gutachten, welches ich mit den Herren Geheimräten Dr. Beyschlag und Dr. Ohlmüller zusammen über die Frage der Haase-Versalzung bearbeitet, habe ich für den vielfach stark sandigen Boden der Haasetal-Niederung eine etwas stärkere Konzentration als die einhalbpromillige Königs für zulässig angegeben, womit auch die von mir ausgeführten und in dem Gutachten mit abgedruckten Vegetationsversuche übereinstimmten. Konzentrationen von ein und einhalb Promille hatten bei gärtnerischen Topfversuchen, womit die Vegetation im Freien nicht ganz zu vergleichen ist, noch nicht schädlich gewirkt.

Wenn auch beim Wachstum im Freien Momente mitwirken, welche eine größere Konzentration des mit den Pflanzen in Berührung kommenden Wassers zur Folge haben, so wird doch auch im Flußgebiete der Aller ein Gehalt von 0,75‰ wohl zu gegeben werden können.

Für die amtliche Kontrolle des Innerste- und Leine-Flußgebietes ist aber als Maximalgrenze pro Liter 30° Härte (deutsche Härtegrade) und betreffs des Chlors nichts vorgeschrieben und die Kontrolle wird seit 1. Oktober 1900 durch beeidigte Beamte durchgeführt. Wird diese Grenze erreicht, so muß die Fabrik ihren Betrieb sistieren oder anders disponieren.

Die in meinem Laboratorium angestellten Untersuchungen über den Gehalt und zum Teil die Erntemengen der Wiesenpflanzen und Klee graspflanzen, welche unter dem Einflusse der Endlaugen und des Oker- und Schunterwassers gegenüber Brunnenwasser gewachsen waren, haben nachstehendes Resultat geliefert, vergl. Tabelle 67 und 68.

Tabelle 67. Untersuchungen über die Einwirkung der Salzlaugen auf die Zusammensetzung der Pflanzen.

Vegetationsversuche, betreffend den Einfluß von einpromilligen Kieseritlaugen und Endlaugen auf die Entwicklung und den Gehalt von Klee gras im Vergleich zu der Einwirkung von Berliner Brunnenwasser (Versuchsjahr 1903).

	In der luft-trocknen Substanz	In der Trockensubstanz				
	Wasser %	Asche %	Stickstoff %	Calcium-oxyd %	Magnesiumoxyd %	Chlor %
Heu mit Brunnenwasser begossen	11,67	12,89	2,70	2,95	0,972	0,827
Heu mit Kieseritlauge begossen 1‰ festes Salz pro Liter . .	10,98	12,25	2,35	3,19	1,335	1,585
Heu mit Endlauge begossen 1‰ festes Salz pro Liter . .	11,46	13,03	2,35	3,46	1,50	1,725

Analysen von Graspflanzen von Wiesen der Umgegend von Braunschweig gewachsen oberhalb und unterhalb des Einlaufens von Kieseritlaugen und Endlaugen der Kalifabriken (entnommen im Juni 1903).

Lfd. Nr.			In der luft-trocknen Substanz	In der Trockensubstanz				
			Wasser %	Asche %	Stickstoff %	Calciumoxyd %	Magnesiumoxyd %	Chlor %
1	Okerwiese bei Richmond oberhalb Braunschweig	Holcus lanatus	7,99	10,16	1,43	0,398	0,202	1,51
2	Okerwiese bei Seershausen linkes Okerufer unterhalb Einfluß der Schunter	"	8,47	8,70	1,38	0,293	0,223	1,36
3	Schunterwiese oberhalb Beienrode an der oberen Schunterbrücke oberhalb Einfluß der Salzlauge .	"	8,82	9,36	1,60	0,554	0,250	1,24
4	Schunterwiese bei Thune unterhalb Einfluß der Salzlauge des Assewerks	"	8,22	10,27	1,41	0,455	0,194	1,24
5	Schunterwiese bei Harxbüttel unterhalb Einfluß der Salzlaugen der Assekalifabrik	"	8,65	8,01	1,31	0,455	0,257	1,20
6	Schunterwiese oberhalb Bienrode, oberhalb Einfluß der Asse-Salzlaugen	Alopecurus pratensis	6,69	9,87	1,48	0,324	0,240	1,71
7	Schunterwiese unterhalb Bienrode nach Einfluß der Asse-Endlaugen . .	"	7,28	9,69	1,19	0,342	0,240	1,32
8	Schunterwiese bei Ochsendorf unterhalb Beienrode, unterhalb Einfluß der Beienroder Salzlaugen	Poa trivialis	8,34	9,23	1,26	0,658	0,268	1,43
9	Schunterwiese oberhalb Bienrode, oberhalb Einfluß der Asse-Endlauge	"	7,70	9,42	1,30	0,460	0,291	1,72
10	Okerwiese bei Großschwülper, linkes Ufer unterhalb Einfluß der Schunter	"	8,19	7,58	1,32	0,462	0,251	1,03

Die Vergleichung der Wiesengräser, welche am Flußwasser oberhalb und unterhalb des Einlaufs von Endlaugen gewachsen waren, haben ein wesentliches Ergebnis zu Ungunsten der Endlaugen nicht geliefert. Es wurden hierbei vergleichend dieselben Wiesengrasarten mit und ohne Einwirkung des durch Endlaugen versalzten Flußwassers untersucht, wobei diese einzelnen Spezies aus einem größeren Grasbestande ausgewählt wurden. Wie weit die salzhaltigen Wasser auf den Bestand der

Narbe im allgemeinen verschlechternd einwirken können, wird noch besonders zu erörtern sein. Die Topfversuche mit Verwendung von nur einpromilligen Endlaugen und Kieseritlaugen haben dagegen eine erhebliche Vermehrung der Calcium-, Magnesium- und Chlor-Verbindungen und eine Verminderung des Stickstoffgehaltes in der Pflanze gegenüber dem Begießen mit Brunnenwasser ergeben. Die Erntemengen sind schon beim Begießen mit 1⁰/₀₀ Endlaugen und Kieseritlaugen gegenüber Brunnenwasser vermindert.

Tabelle 68. Untersuchungen über die Einwirkung des Salzwassers auf die Erntemenge.

A. Erträge an Heu von im Freien unter Dach gewachsenem Klee gras, (Samenmenge unten ¹) begossen mit Berliner Brunnenwasser, einpromilliger Kieseritlauge und einpromilliger Endlauge (gewachsen ohne Regenwasser nur in Salzwasser.)

I. Schnitt. Gesät am 28. 4. 03. Geerntet am 25. 8. 03.

Anzahl der Töpfe	Lösung	Klee luft-trocken g	Gräser luft-trocken g	Klee u. Gras zusammen g	Klee %	Gras %	Begossen mit Liter
6	Brunnenwasser . . .	78,0	42,2	120,2	64,9	35,1	60
6	Kieseritlauge	82,5	32,5	115,0	71,7	28,3	60
6	Chlorkalium-Endlauge	75,3	35,3	110,6	68,1	31,9	60

II. Schnitt. Geerntet am 7. 11. 03.

6	Brunnenwasser . . .	9,1	18,1	27,2	33,5	66,5	35
6	Kieseritlauge	6,1	14,5	20,6	29,6	70,4	35
6	Chlorkalium-Endlauge	5,0	14,1	19,1	26,2	73,8	35

B. Erträge an Heu von unüberdacht gewachsenem Klee gras, begossen wie oben (Wechsel von Regenwasser und Salzwasser).

I. Schnitt. Gesät am 28. 4. 03. Geerntet am 8. 9. 03.

Anzahl der Töpfe	Lösung	Klee luft-trocken g	Gräser luft-trocken g	Klee u. Gras zusammen g	Klee %	Gras %	Begossen mit Liter
6	Brunnenwasser . . .	130	46	176	73,9	26,1	60
6	Kieseritlauge	120	50	170	70,6	29,4	60
6	Chlorkalium-Endlauge	130	45	175	74,3	25,7	60

II. Schnitt. Geerntet am 7. 10. 03.

6	Brunnenwasser . . .	9,07	13,3	22,37	40,5	59,5	25
6	Kieseritlauge	9,3	10,8	20,1	46,3	53,7	25
6	Chlorkalium-Endlauge	6,3	15,5	21,8	28,9	71,1	25

2. Einfluß der Versalzung auf zu große Konzentration für Zwecke der Ernährung der landwirtschaftlichen Haustiere.

Es ist außer Zweifel, daß in ländlichen Gebieten das den Feldern und Wiesen vorbeießende Wasser für die Zwecke des Tränkwassers an Tiere zur Verfügung

¹) Timothee, engl. Raygras, Wiesenschwingel, franz. Raygras, Rotklee, Weißklee, Bastardklee.

stehen muß. Bei den Bestellungs- und Erntearbeiten ist dieses Wasser das naturgemäße Erfrischungsmittel für das Vieh, in welches die Tiere vielfach, ehe sie zur Feldarbeit oder auf die Weide gehen, direkt zur Stillung des Durstes hineingetrieben werden. Nicht selten sind teichartige Erweiterungen des Wasserlaufes vorhanden, welche für diese Zwecke oder für die Zwecke des Spülens und Badens der Tiere bestimmt sind, dabei aber auch zum Saufen benutzt werden. Auf dem Rittergute Seggerde ist ein derartiger Teich, welcher von der Aller gespeist wird, direkt angelegt, worin sich zahlreiche Milchkühe außerhalb der Frostperiode täglich längere Zeit aufhalten und dabei auch das Wasser aufnehmen.

Das Allerwasser soll zur Zeit der Heuernte auch von Menschen viel getrunken werden. Herr Amtsrat Bennecke in Athensleben teilte mir auf einen dieserhalb an ihn gerichteten Brief mit, daß die starke Verunreinigung des Wassers der Bode bei Rothenförde und Löderburg ihm gerade für die Zwecke des Viehtränkens am meisten lästig sei.

Nach den Mitteilungen des Vertreters der Tierphysiologie an der landwirtschaftlichen Hochschule, Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Zuntz, ist 1‰ Chlormagnesium (event. Chlorcalcium) im Wasser für Trink- und Tränkezwecke das äußerste Maximum, bei Chlornatrium höchstens 2‰ Salz. Bei einer Gesamtmenge von Salzen dürften es höchstens 2‰ sein, wovon nur die Hälfte Chlormagnesium sein dürfe. Bei 30 Liter Tränkwasser ergebe das als Maximum 30 g Chlormagnesium event. als Maximum 60 g Chlornatrium event. Gesamtsalze pro Tag. Zuviel Chlormagnesium in der Nahrung könne Reizungen geben und zu starkem Eiweißzerfall beitragen.

3. Die Versäuerung des Bodens.

Falls das Flußwasser in einem tief eingeschnittenen Bette stets einen gleichmäßigen Ablauf hätte, würden die Schwierigkeiten auch für einen größeren Salzgehalt geringere sein. Wenn Beispiele salzhaltigeren Wassers hervorgehoben werden, wobei sich wenig Übelstände dieser Art ergeben haben, so sind dabei die genannten Verhältnisse des Ablaufes sehr mit im Auge zu behalten.

Die Flußwasserverhältnisse werden auch für weniger salzhaltiges Wasser wesentlich geändert:

- a) durch das Auftreten von undurchlässigem Aue-Niederungsboden,
- b) durch künstlichen Anstau infolge von Mühlen-Anlagen und von Fabriken,
- c) durch Verdunstung des in Depressionen stagnierenden Wassers.

ad a: Wiesentäler mit durchlässigen mehr sandigen Bodenarten und solche mit schwerem, undurchlässigem Boden oder im Wechsel derselben erweisen, daß an und für sich auf dem undurchlässigen Boden oft die dem Sumpfboden mehr angepaßten Sauergräser mit den Süßgräsern konkurrieren, während auf dem mehr durchlässigen Boden die Flora mehr Süßgräser und gute Kräuter enthält. Hochwasser geht auf dem durchlässigen Boden bald wieder verloren durch Abzug in den Untergrund, während auf dem Tonboden, insbesondere bei muldig wechselndem Gelände, Reste davon stagnieren.

ad b: Durch Mühlen- und Fabrik-Stauanlagen wird das Flußwasser zur Ausnutzung der Wasserkraft möglichst hoch gehalten und der eingeschnittene Wasserlauf geht dabei in der Regel in einen langsam fließenden und sich oft fast im Niveau der Wiese bewegenden Lauf über, wodurch die benachbarten Wiesengrundstücke auch ohne Versalzung sehr zu leiden haben. In der natürlichen Vegetation macht sich dies sehr bemerklich. So hat die Aller z. B. zwischen Groß-Bartensleben und Oebisfelde zahlreiche Stauanlagen durch Mühlenwehre, wodurch ein wiederholter Wechsel zwischen eingeschnittenem und angestautem Flußbette entsteht, mit allen den schädlichen Einwirkungen, welche eine Stagnation zur Folge hat.

ad c: Im Wechsel der Höhenlage des Geländes, ferner durch das Auftreten tonigen Niederungsbodens und durch die genannten Stauanlagen ist die Möglichkeit der Konzentration auch von verdünntem Hochwasser mit geringem Salzgehalt infolge von Verdunstung an der Luft vorhanden, wodurch Salzwasser von einem zu hohen Gehalte an Salzen entsteht, daß die Vegetation darunter leidet. Die großen Klagen der Oldenburger Wiesenbesitzer an der Haase über Versalzung, viele Meilen vom Piesberge entfernt, würden nicht zu erklären sein, wenn nicht diese Wirkungen daselbst hervorgetreten wären. Bei gebauten Rieselwiesen ist dieser Einfluß weit geringer als bei Überschwemmungswiesen mit unregelmäßiger Oberfläche, aber auch bei gebauten Rieselwiesen, namentlich bei sehr breiten niedrigen Rücken, wie sie oberhalb Celle an der Aller vielfach vorkommen, sind Unregelmäßigkeiten des Ablaufs, z. B. beim Zuwachsen der Gräben und beim Auftreten von Maulwürfen, nicht ganz zu vermeiden.

Falls mehr salzhaltiges Wasser für diese Zwecke verwendet wird, so treten die durch das Salz gesteigerten Einwirkungen der Versäuerung des Bodens umsomehr hervor. Namentlich die Chlormagnesium-Verbindungen, welche das Wasser besonders energisch festhalten, haben darauf einen besonderen Einfluß.

4. Die Auslaugung von wichtigen Pflanzennahrungstoffen.

Bekanntlich ist für König dies Moment das wichtigste, wenn er darauf dringt die Konzentration des salzhaltigen Flußwassers nicht über $\frac{1}{2}\text{‰}$ gehen zu lassen. Bei undurchlässigem Boden, bei stagnierendem Wasser und bei Hochwasser treten naturgemäß diese Gesichtspunkte der Auslaugung weit weniger hervor, als bei dem gewöhnlichen Berieselungsprozeß, wobei das Wasser bei mäßigem Überschlagen über die Rieselfläche mehr Gelegenheit hat, in den Boden einzudringen. Bei dem mehr Quarz führenden sandigen Boden der norddeutschen Ebene ist dieser Prozeß von geringerer Wirkung, als bei dem mehr lehmigen Wiesenboden der kleineren Wasserläufe höher liegender Regionen, wie an der oberen Aller.

In naher Beziehung dazu steht:

5. Das Abbinden, die Verdichtung und Verschlämmung des Bodens, was bei dem lehmigen und tonigen Boden mehr inbetracht kommt, als bei sandigem Boden. Ist der Wiesenboden umgebrochen und Ackerland oder Gartenland daraus gemacht, so tritt dieser Einfluß mehr hervor als bei dichter Wiesennarbe. Immerhin ist bei dem Bedürfnis der Atmung der Pflanzen die Verminderung der Durchlüftung auch hier von Bedeutung.

6. Anhäufung von schädlichen Bestandteilen im Boden.

Im allgemeinen wird vom landwirtschaftlichen Praktiker der sogenannte eisen-schüssige Boden gefürchtet, wenn Löslichwerden und Ausscheidung von Eisenverbindungen im Boden einen Chemismus des Bodens charakterisieren, welcher dem Pflanzenwachstum nachteilig ist.

Am meisten schädlich ist hierbei die Entstehung von Schwefeleisen infolge von andauernden Stagnationsprozessen.

Daß Mühlenstauwerke bei Tonboden zu starker Eisenschußbildung Veranlassung geben, zeigt die Wiese am Mühlengraben von Bienrode an der Schunter, wo bei diesem undurchlässigen Boden durch die abwärts bei Wenden liegende Mühle das Wasser dauernd sehr hoch gehalten wird.

Durch starke Versalzung werden diese Wirkungen naturgemäß noch gesteigert.

Auch bei dem vom Meere abgelagerten Seeschlick kommen im Untergrunde starke Eisenschußbildungen vor.

Umbildungen zu geradezu pflanzen-tötlichen Wirkungen sind in diesen Regionen der Ablagerung des fruchtbarsten Meeresmarschbodens ebenfalls nicht selten.

Endlich ist bei Berieselung mit chlormagnesiumhaltigem Wasser neben dem Prozesse einer erheblichen Entkalkung des Bodens auf die entsprechende, zum Teil nach Äquivalenten entsprechende Festlegung von Magnesiumverbindungen im Boden aufmerksam zu machen. Schon Liebig zeigte, daß beim Aufbringen von Chlorkalium auf dem Boden Kalium festgelegt wurde und Chlorcalcium in Lösung ging. Die in meinem Laboratorium angestellten Versuche ergaben entsprechend der Absorption von Magnesium im Boden das Inlösungsgehen von Calciumverbindungen. Wenn also in bezug auf die Magnesiumverbindungen von einer gewissen Selbstreinigung die Rede ist, so ist stets zu fragen, welche andere Stoffe dafür in Lösung gehen. Es liegt in der Natur der Sache, daß bei dem längere Zeit auf Wassergrund liegenden Schlamm sich diese Wirkung bald erschöpft, bis durch starkes Hochwasser eventuell eine andere Oberfläche des Flußbettes geschaffen ist.

Wenn bei Berieselungen das Wasser den Wiesenboden regelmäßig durchtränkt, so sind diese Wirkungen mehr andauernde. Wenn dabei durch das salzhaltige Wasser eine regelmäßige und zu weit gehende Entkalkung des Wiesenbodens stattfindet, so geht damit die Wiese in einen weniger fruchtbaren oder allmählich unfruchtbaren Bodenzustand über. Es stimmt damit überein, daß bei der Verwendung des Staßfurter Kalidüngers wegen dieses Prozesses der Entkalkung die regelmäßige Kalkzufuhr eine dringende Verpflichtung für die Bodenkultur wird.

Die betreffenden Versuche der Behandlung mit Endlaugensalzen bei verschiedenen Wiesenböden sind in nachstehender Tabelle 69 enthalten.

Es kommt hinzu, daß bei Berieselungen mit Endlaugen führendem Wasser eine beständige Anreicherung an Magnesiumverbindungen der Entkalkung entspricht und daß so ein durch Überschuß von Magnesiumverbindungen unfruchtbarer Boden entstehen muß, wie von Löw bereits seit einer Reihe von Jahren hervorgehoben ist, dessen Nachteile nur durch erhebliche Kalkzufuhr auszugleichen sind.

Es ist ferner zu bemerken, daß diese Abnahme der Fruchtbarkeitsbedingungen eine allmählich wachsende ist, welche sich anfangs weniger bemerklich macht, aber um so nachteiliger später sich geltend machen muß.

Tabelle 69. Untersuchungen über die Absorption des Bodens für die Bestandteile der Salzlaugen.

Chemische Analyse der mit Endlaugen und Kieseritlaugen von Beienrode behandelten Bodenarten (vor der Behandlung).

(Aufschließung in konzentrierter siedender Salzsäure.)

	Calcium %	Magne- sium %	Kalium %	Kohlensäure (CO ₂) %
I. Sandiger Lehmboden von Groß-Schwülper a. d. Oker unterhalb Einfluß der Schunter	0,175	0,205	0,122	0
II. Tonboden von Beienrode a. d. Schunter unterhalb Einfluß der Asselaugen	0,815	0,546	0,367	0
III. Kalkhaltiger Lehmboden von Groß-Bartensleben oberhalb Einfluß der Laugen der Kalifabrik Beendorf	2,51	0,483	0,272	3,59 (entspr. Ca = 2,39 %)
IV. Moorboden von Leiferde bei Gifhorn an der Aller unterhalb Einfluß der Laugen der Kalifabrik Ehmeh bei Fallersleben	0,817	0,074	0,032	0 65,88 % Glührückstand

Gehalt der Endlaugen und Kieseritlaugen von Beienrode (nach den Analysen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes).

In 1000 ccm sind enthalten:

	Cl g	Br g	BrO ₃ g	SO ₄ g	Mg g	Ca g	Fe g	K g	Na g	Summa g
Endlauge	308,300	5,905	--	21,210	112,800	—	0,070	0,973	1,989	451,247
Kieseritlauge	139,0000	0,9010	0,0808	13,3300	50,970	0,210	0,024	1,366	2,398	208,2798

Absorptionsversuche mit Lösungen, welche 1 g Salze a) von dem Kieserit-Waschwasser, b) von der Endlauge der Chlorkaliumfabrikation zu Beienrode in 1 Liter Wasser gelöst enthielten.

200 g Boden wurden mit je 500 ccm der Lösungen a) b) und destilliertem Wasser 3 Stunden geschüttelt.

Die Lösung a) enthielt in 100 ccm 0,0241 g Magnesium,
0,0001 g Calcium (Ber. nach Analyse des Kaiserl. Gesundheitsamtes.)
0,0007 g Kalium (Ber. wie oben.)

Die Lösung b) enthielt in 100 ccm 0,0250 g Magnesium
0,0002 g Kalium (Ber. wie oben).

Gehalt der Beienroder Endlaugen und Kieseritlaugen nach der Behandlung mit den Bodenarten.

Nach dem Schütteln waren in 100 ccm Lösung enthalten:

	Magne- sium g	Calcium g	Kalium g
Boden I von Groß-Schwülper 3 Std. geschüttelt mit Lösung a . . .	0,0118	0,0224	0,0012
" " " " " " " " " " b . . .	0,0117	0,0224	0,0010
" " " " " " " " " " dest. Wasser	0,0008	0,0020	—
Boden II von Bienrode 3 Std. geschüttelt mit Lösung a . . .	0,0184	0,0544	0,0021
" " " " " " " " " " b . . .	0,0197	0,0569	0,0018
" " " " " " " " " " dest. Wasser . .	0,0084	0,0345	—
Boden III von Groß-Bartensleben 3 Std. geschüttelt mit Lösung a	0,0091	0,0315	0,0018
" " " " " " " " " " b	0,0096	0,0310	0,0014
" " " " " " " " " " dest. Wasser	0,0011	0,0074	—
Boden IV von Leiferde 3 Std. geschüttelt mit Lösung a . . .	0,0114	0,0499	0,0025
" " " " " " " " " " b . . .	0,0117	0,0514	0,0023
" " " " " " " " " " dest. Wasser . .	0,0031	0,0260	0,0016

Es wurde demnach 100 ccm der Lösung entzogen (—) resp. die Lösung angereichert (+).

Boden I von Groß-Schwülper geschüttelt mit Lösung a	— 0,0123	+ 0,0223	+ 0,0005
" " " " " " " " " " b	— 0,0133	+ 0,0224	+ 0,0008
Boden II von Bienrode geschüttelt mit Lösung a	— 0,0057	+ 0,0543	+ 0,0014
" " " " " " " " " " b	— 0,0053	+ 0,0569	+ 0,0016
Boden III von Groß-Bartensleben geschüttelt mit Lösung a . . .	— 0,0150	+ 0,0314	+ 0,0011
" " " " " " " " " " b	— 0,0154	+ 0,0310	+ 0,0012
Boden IV von Leiferde geschüttelt mit Lösung a	— 0,0127	+ 0,0498	+ 0,0018
" " " " " " " " " " b	— 0,0133	+ 0,0514	+ 0,0021

Aus vorstehenden Untersuchungen ergibt sich unter Berücksichtigung der durch 100 ccm destilliertes Wasser dem Boden entzogenen Mengen an Calcium und Magnesium die Abnahme von Magnesium und Zunahme von Calcium in 100 ccm Lösung.

	Magnesium g	Calcium g
Boden I von Groß-Schwülper geschüttelt mit Lösung a	— 0,0131	+ 0,0203
" " " " " " " " " " b	— 0,0141	+ 0,0204
Boden II von Bienrode " " " " a	— 0,0141	+ 0,0198
" " " " " " " " " " b	— 0,0137	+ 0,0224
Boden III von Groß-Bartensleben " " " " a	— 0,0161	+ 0,0240
" " " " " " " " " " b	— 0,0165	+ 0,0236
Boden IV von Leiferde " " " " a	— 0,0158	+ 0,0238
" " " " " " " " " " b	— 0,0164	+ 0,0254

7. Die vorzeitige Niederschlagung der Schlickstoffe.

In dem Gutachten über die Versalzung der Haasetalniederung infolge der salzreichen Grubenwässer des Piesberg-Bergwerkes wird mitgeteilt, daß von den weit entfernten Anwohnern der Haaseniederungswiesen im Großherzogtum Oldenburg namentlich darüber geklagt wurde, daß die befruchtende Schlickablagerung durch die Hochwässer

infolge der Versalzung des Haaseflusses fast ganz verloren gegangen sei, und verschiedene Versuche von mir haben dies bestätigt. Die Anwohner der Aller in den Heidesandregionen der Provinz Hannover stehen zu dieser Frage in ähnlicher Beziehung wie die Anwohner der Haase in den Heidesandregionen des Oldenburger Münsterlandes und sie haben damit ein ähnliches Interesse, daß die Fruchtbarkeitsbedingungen ihrer Wiesenniederungen, innerhalb des armen Heidesandes ihrer Heimat gelegen, nach Möglichkeit erhalten bleiben.

Die zu starke Versalzung führt nach meinen Versuchen zu einer vorzeitigen Niederschlagung der Schlickstoffe und benachteiligt deshalb die Anwohner der entfernteren Flußniederungen.

8. Veränderung der Wiesenvegetation durch Verdrängung der Süßgräser und Ersatz derselben durch Sauergräser und geringwertige Wiesenpflanzen.

Wenn man im allgemeinen die Pflanzenvegetation als ein Produkt von Boden und Klima betrachtet, so ist die Summe der physikalischen und chemischen Bedingungen, falls sie wesentlichen Änderungen im deteriorierenden Sinne unterliegen, naturgemäß auf den Pflanzenbestand von großer Bedeutung. Es ist auch hier so, daß sich diese Änderungen nicht sofort geltend machen, es ist auch hier möglich, daß sie sich der weniger tief eindringenden Beobachtung entziehen, sie kommen auch je nach der Natur der zugrunde liegenden Verhältnisse zum Teil wenig zum Teil erheblich zur Geltung. Geht beispielsweise eine gute Süßgrasnarbe allmählich in eine Mittelgrasnarbe oder eine Mittelgrasnarbe in eine Sauergrasnarbe über, so kann immer die Summe der organischen Produktion noch erheblich sein, ihr praktischer Wert ist doch aber erheblich verringert. Um hierauf besonders aufmerksam zu machen, sind von mir zahlreiche Wiesengrasbonitierungen vorgenommen, wobei mich mein Kollege Geheimrat Wittmack und Herr Dr. Skalweit unterstützt haben und welche in der nachfolgenden Tabelle 70 niedergelegt sind.

Wie früher ausgeführt, ist es vollständig ausgeschlossen, im einzelnen Falle in bestimmten Prozentzahlen anzugeben, daß bei der Verschlechterung der Wiesennarbe dieser Anteil auf die allgemeinen physikalischen Bedingungen, jener auf den Einfluß der Versalzung zurückzuführen ist. Deteriorierende Wirkungen dieser Art vollziehen sich im Laufe der Jahre, in nassen Jahren mehr als in trockenen, sie kumulieren sich im einen Falle, treten im anderen Falle mehr zurück. Auch auf naßgründigen versäuerten gewöhnlichen Wiesen wird man in trockenen Jahren vielfach durch die zahlreich entwickelten Kleepflanzen, von welchen man in nassen Jahren wegen ihres nur rudimentären Vorhandenseins fast nichts wahrnimmt, überrascht. Trotzdem ist nicht daran zu zweifeln, daß die geschilderten Einflüsse der wasseranhaltenden und verschlammenden Salzlauge, da wo die physikalischen Bedingungen für Stagnation günstig sind, auf eine allmählich wachsende Verschlechterung des Pflanzenbestandes und damit auf geringwertigere Ernteprodukte hinwirken müssen. Der Nachweis im einzelnen würde aber einen außerordentlichen Aufwand wissenschaftlicher Arbeit in der Untersuchung des Pflanzenbestandes in Anspruch nehmen.

Tabelle 70. Ergebnisse der Wiesengras-Bonitierung.

A. Schunterwiesen.

1. Schunterwiese oberhalb Beienrode, Kreis Gifhorn.

I. Süßgräser. 1. Qualität.		III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.	
Festuca elatior	0,98 %	1. Rumex acetosa	0,98 %
Süßgräser 2. Qualität.		2. Plantago lanceolata	0,44 „
1. Holcus lanatus	1,42 %	3. Polygonum bistorta	1,81 „
2. Briza media	0,57 „	4. Lychnis flos cuculi	0,50 „
3. Bromus racemosus	1,36 „	5. Cerastium arvense	0,50 „
4. Avena pubescens	0,43 „	6. Cirsium palustre	0,99 „
5. Anthoxanthum odoratum	0,89 „	7. Crepis biennis	0,63 „
6. Süßgrasblätter (meist festuca ovina) 17,17 „		8. Valeriana dioica	0,33 „
	Sa. 21,84 %	9. Orchis maculata	1,06 „
		10. Blattabfälle	14,84 „
II. Leguminosen.			Sa. 22,08 %
1. Trifolium pratense	3,20 %	IV. Sauergräser.	
2. „ filiforme	1,99 „	1. Carex acuta	10,59 %
3. Medicago lupulina	0,43 „	2. „ vulpina	1,06 „
4. Lathyrus pratensis	1,53 „	3. Juncus conglomeratus	10,56 „
5. Vicia cracca	0,60 „	4. Scirpus lacustris	2,44 „
	Sa. 7,75 %		Sa. 24,65 %
		V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter.	
		1. Alectorolophus maior	19,05 %
		2. Caltha palustris	2,77 „
		3. Equisetum palustre	0,65 „
		4. Hypnum triquetrum	0,23 „
			Sa. 22,70 %

Rekapitulation.

I. Süßgräser 0,98 I % + 21,84 % II . . .	= 22,82 %
II. Leguminosen	= 7,75 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	= 22,08 „
IV. Sauergräser	= 24,65 „
V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter	= 22,70 „
	Sa. 100,00 %

2. Schunterwiese bei Beienrode, obere Schunterbrücke.

I. Süßgräser. 1. Qualität.		II. Leguminosen.	
1. Phleum pratense	8,01 %	1. Trifolium pratense	0,97 %
2. Dactylis glomerata	0,47 „	2. „ repens	3,62 „
3. Festuca elatior	7,20 „	3. Vicia cracca	0,63 „
4. Poa pratensis	2,93 „		Sa. 5,22 %
5. Agrostis stolonifera	0,97 „	III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.	
	Sa. 19,58 %	1. Rumex acetosa	0,87 %
2. Qualität.		2. Plantago lanceolata	0,47 „
1. Avena pubescens	0,75 %	3. Polygonum bistorta	16,03 „
2. Briza media	0,28 „	4. Cirsium palustre	6,76 „
3. Holcus lanatus	14,07 „	5. Lychnis flos cuculi	1,61 „
4. Bromus racemosus	6,96 „	6. Cerastium arvense	0,15 „
5. Anthoxanthum odoratum	1,67 „	7. Blattabfälle	0,77 „
	Sa. 23,73 %		Sa. 26,66 %
	Sa. Süßgräser 43,31 %		

IV. Sauergräser.

Carex 13,20 %

V. Wertlose und schädliche
Wiesenkräuter.

1. Caltha palustris 8,12 %
2. Ranunculus acer 2,50 „
3. Equisetum arvense 0,39 „
4. Alectorolophus maior 0,60 „
Sa. 11,61 %

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität 19,58 %
2. „ 23,73 „
Sa. Süßgräser 43,31 %
II. Leguminosen 5,22 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter . . 26,66 „
IV. Sauergräser 13,20 „
V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter . . 11,61 „
Sa. 100,00 %

3. Schunterwiese bei Ochsendorf dicht an der Schunter.

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Alopecurus pratensis 2,26 %
2. Festuca elatior 32,25 „
3. Poa trivialis 26,72 „
4. Agrostis stolonifera 6,16 „
5. Glyceria fluitans 2,78 „
6 Blätter von Süßgräsern bes. Poa
trivialis 3,69 „
Sa. I. Qualität 73,86 %

2. Qualität.

1. Phalaris arundinacea 13,32 %
2. Holcus lanatus 10,93 „
Sa. 2. Qualität 24,25 %

Sa. Süßgräser 1. Qualität 73,86
2. „ 24,25 98,11 %

II. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

Rumex acetosa 1,89 %
Sa 100,00 %

4. Schunterwiese bei Ochsendorf, 6 m von der Schunter.

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Festuca elatior 7,33 %
2. Poa pratensis 0,79 „
3. Poa trivialis 0,16 „
Sa. 8,28 %

II. Kleegetwächse etc.

1. Trifolium pratense 2,25 %
2. „ repens 2,30 „
3. „ filiforme 0,03 „
4. Vicia cracca 0,91 „
Sa. 5,49 %

2. Qualität.

1. Cynosurus cristatus 6,35 %
2. Festuca ovina 11,54 „
3. Briza media 0,48 „
4. Holcus lanatus 33,62 „
5. Bromus racemosus 6,31 „
6. Anthoxanthum odoratum 17,13 „
Sa. 75,43 %
Sa. A. Süßgräser 83,71 %

III. Sauergräser.

Carex 0,55 %

IV. Bessere und unschädliche
Wiesenkräuter.

1. Rumex acetosa 1,66 %
2. Plantago lanceolata 1,18 „
3. Cerastium arvense 4,06 „
4. Lychnis flos cuculi 2,24 „
5. Bellis perennis 0,04 „
6. Blattabfälle 0,68 „
Sa. 9,86 %

V. Schädliche Wiesenkräuter.

1. Ranunculus acer	0,18 %
2. Alectorolophus maior	0,21 „
	<u>Sa. 0,39 %</u>

I. Süßgräser 1. Qualität	8,28 %
2. „	75,23 „
II. Kleegevächse etc.	5,49 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	9,86 „
IV. Sauergräser	0,55 „
V. Schädliche Wiesenkräuter	0,39 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

5. Schunterwiese oberhalb Bienrode südlich der Straße.

Fast nur: Alopecurus pratensis und Poa trivialis.

6. Schunterwiese oberhalb Bienrode nördlich der Straße.

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Alopecurus pratensis	0,57 %
2. Festuca elatior	10,45 „
3. Poa pratensis	0,42 „
4. Poa trivialis	0,27 „
	<u>Sa. 11,71 %</u>

2. Qualität.

1. Holcus lanatus	16,26 %
2. Bromus racemosus	3,69 „
3. Anthoxanthum odoratum	7,60 „
4. Festuca gigantea	2,21 „
5. Blätter von Süßgräsern, meist Festuca ovina	9,99 „
	<u>Sa. 39,75 %</u>

Sa. Süßgräser 51,46 %

II. Leguminosen.

1. Trifolium repens	4,26 %
2. „ filiforme	0,66 „
3. Lathyrus pratensis	5,42 „
4. Vicia cracca	0,51 „
	<u>Sa 10,85 %</u>

III. Sauergräser.

Carex	22,37 %
-----------------	---------

IV. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

1. Plantago minor	5,83 %
2. Cerastium arvense	2,80 „
3. Chrysanthemum segetum	2,93 „
	<u>Sa. 11,56 %</u>

V. Schädliche Wiesenkräuter.

Ranunculus acer	3,76 %
---------------------------	--------

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	11,71 %
2. „	39,75 „
II. Leguminosen	10,85 „
III. Sauergräser	22,37 „
IV. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	11,56 „
V. Schädliche Wiesenkräuter	3,76 „
	<u>Sa 100,00 %</u>

7. Schunterwiese unterhalb Bienrode (nahe Mühlengraben).

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Alopecurus pratensis	9,69 %
2. Poa pratensis	15,62 „
3. Poa trivialis	0,43 „
	<u>Sa. 25,74 %</u>

2. Qualität.

1. Phalaris arundinacea	9,44 %
2. Aira caespitosa	11,23 „
	<u>Sa. 20,67 %</u>
Sa. Süßgräser	46,41 %

II. Kleegevächse.

Trifolium repens	0,15 %
----------------------------	--------

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

1. Rumex acetosa	0,45 %
2. Leontodon taraxacum	5,72 „
3. Lychnis flos cuculi	0,93 „
4. Blattabfälle usw.	4,54 „
	<u>Sa. 11,64 %</u>

IV. Sauergräser.

Carex	19,66 %
-----------------	---------

V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter.

1. <i>Caltha palustris</i>	3,35 %
2. <i>Ranunculus acer</i>	18,79 „
	<u>Sa. 22,14 %</u>

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	25,74 %
2. „	<u>20,67 „</u>
II. Kleegevächse	0,15 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	11,64 „
IV. Sauergräser	19,66 „
V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter	22,14 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

8. Schunterwiese (*Carex*wiese) unterhalb Bienrode
(weiter ab vom Mühlengraben).

I. Süßgräser. 1. Qualität.	
1. <i>Festuca elatior</i>	16,20 %
2. <i>Poa pratensis</i>	0,13 „
	<u>Sa. 16,33 %</u>
2. Qualität.	
1. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	0,08 %
2. <i>Phalaris arundinacea</i>	1,37 „
3. Blätter, meist <i>Festuca ovina</i>	6,42 „
	<u>Sa. 7,87 %</u>
Sa. Süßgräser	24,20 %

II. Sauergräser.	
<i>Carex vulpina</i>	54,73 %

III. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter.	
1. <i>Caltha palustris</i>	12,73 %
2. <i>Ranunculus acer</i>	5,92 „
3. <i>Equisetum limosum</i>	2,10 „
4. Blattabfälle	0,32 „
	<u>Sa. 21,07 %</u>

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	16,33 %
2. „	<u>7,87 „</u>
II. Sauergräser	54,73 „
III. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter	21,07 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

9. Schunterwiese bei Thune.

I. Süßgräser. 1. Qualität.	
1. <i>Poa pratensis</i>	3,47 %
2. <i>Festuca elatior</i>	2,92 „
3. Blätter von Süßgräsern bes. <i>Festuca elatior</i>	2,30 „
	<u>Sa. 8,69 %</u>
2. Qualität.	
1. <i>Holcus lanatus</i>	28,62 %
2. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	10,86 „
3. Blätter von Süßgräsern bes. <i>Festuca elatior</i>	14,38 „
	<u>Sa. 55,86 %</u>
Sa. Süßgräser	62,55 %
II. Leguminosen.	
1. <i>Trifolium pratense</i>	1,83 %
2. „ <i>repens</i>	1,73 „
3. <i>Lathyrus pratensis</i>	3,06 „
	<u>Sa. 6,62 %</u>

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.	
1. <i>Plantago</i>	4,87 %
2. <i>Leontodon taraxacum</i>	0,71 „
3. <i>Lychnis flos cuculi</i>	1,18 „
4. <i>Cerastium arvense</i>	1,00 „
5. <i>Spiraea ulmaria</i>	0,65 „
6. Blattabfälle	3,92 „
	<u>Sa. 12,33 %</u>

VI. Sauergräser.	
1. <i>Carex</i>	0,90 %
2. <i>Juncus</i>	9,16 „
	<u>Sa. 10,06 %</u>

V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter.	
1. <i>Ranunculus acer</i>	8,18 %
2. <i>Equisetum arvense</i>	0,26 „
	<u>Sa. 8,44 %</u>

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	8,69 %
2. „	53,86 „
II. Leguminosen	6,62 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	12,33 „
IV. Sauergräser	10,06 „
V. Wertlose und schädliche Wiesenkräuter	8,44 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

10. Schunterwiese bei Harxbüttel.

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Alopecurus pratensis	27,27 %
2. Festuca elatior	19,45 „
3. Lolium perenne	0,22 „
4. Poa pratensis	9,91 „
5. Poa trivialis	8,42 „
	<u>Sa. 65,27 %</u>

2. Qualität.

1. Anthoxanthum odoratum	0,93 %
2. Festuca ovina	3,03 „
3. Holcus lanatus	26,23 „
	<u>Sa. 30,19 %</u>

Sa. Süßgräser 95,46 %

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

1. Rumex acetosa	2,11 %
2. Cerastium arvense	0,53 „
3. Blattabfälle	0,35 „
	<u>Sa. 2,99 %</u>

III. Schädliche Wiesenkräuter.

Ranunculus acer	1,55 %
-----------------	--------

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	65,27 %
2. „	30,19 „
II. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	2,99 „
III. Schädliche Wiesenkräuter	1,55 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

B. Okerwiesen.

1. Okerwiese bei Richmond (Braunschweig).

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Phleum pratense	0,62 %
2. Poa trivialis	2,07 „
3. Poa pratensis	1,34 „
4. Süßgräser, meist Poa prat.	1,24 „
	<u>Sa. 5,27 %</u>

2. Qualität.

1. Avena pubescens	0,51 %
2. Holcus lanatus	7,58 „
3. Bromus racemosus	0,66 „
4. Anthoxanthum odoratum	7,97 „
5. Süßgrasblätter, bes. Festuca ovina	5,93 „
	<u>Sa. 22,65 %</u>

Sa. Süßgräser 27,92 %

II. Leguminosen.

1. Trifolium pratense	1,01 %
2. „ filiforme	0,30 „
3. Lathyrus pratensis	5,65 „
4. Vicia cracca	0,91 „
	<u>Sa. 7,87 %</u>

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

1. Rumex acetosa	2,74 %
2. Cerastium arvense	2,40 „
3. Spiraea ulmaria	3,77 „
4. Anthriscus silvestris	1,39 „
5. Berula angustifolia	0,73 „
6. Cardamine pratense	0,97 „
7. Crepis biennis	0,25 „
8. Lysimachia nummularia	0,33 „
9. Orchis maculata	0,10 „
10. Bellis perennis	0,01 „
11. Blattabfälle	0,95 „
	<u>Sa. 13,64 %</u>

IV. Sauergräser.

Carex	18,82 %
-------	---------

V. Wertlose und schädliche Wiesenpflanzen.

1. Ranunculus acer	10,22 %
2. Equisetum limosum	18,70 „
3. Alectorolophus maior	0,19 „
4. Hypnum triquetrum	0,20 „
5. Blattabfälle, bes. Ranunc.	2,53 „
	<u>Sa. 31,84 %</u>

Rekapitulation.

I. Süßgräser 5,27 % + 22,65 %	=	27,92 %
II. Leguminosen	=	7,87 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	=	13,64 „
IV. Sauergräser	=	18,82 „
V. Wertlose und schädliche Wiesenpflanzen	=	31,84 „
		<u>Sa. 100,09 %</u>

2. Okerwiese bei Groß-Schwülper.

I. Süßgräser 1. Qualität.	
1. Festuca elatior	22,21 %
2. Alopecurus pratensis	0,13 „
3. Poa trivialis	5,37 „
	<u>Sa. 27,71 %</u>
2. Qualität.	
1. Anthoxanthum odoratum	0,26 %
2. Aira caespitosa	16,11 „
	<u>Sa. 16,37 %</u>
	<u>Sa. Süßgräser 44,08 %</u>

II. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.	
1. Lychnis flos cuculi	0,65 %
2. Blattabfälle	6,62 „
	<u>Sa. 7,27 %</u>

III. Sauergräser.	
Carex	41,12 %

VI. Schädliche Wiesenkräuter.	
1. Ranunculus acer	3,84 %
2. Equisetum arvense	3,69 „
	<u>Sa. 7,53 %</u>

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität 27,71 %	
2. „ 16,37 „	44,08 %
II. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	7,27 „
III. Sauergräser	41,12 „
IV. Schädliche Wiesenkräuter	7,53 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

3. Okerwiese bei Seershausen.

I. Süßgräser. 1. Qualität.	
1. Phleum pratense	1,03 %
2. Festuca elatior	6,77 „
3. Poa pratensis	0,38 „
4. Poa trivialis	6,71 „
	<u>Sa. 14,89 %</u>
2. Qualität.	
1. Briza media	0,57 %
2. Holcus lanatus	18,49 „
3. Bromus racemosus	1,80 „
4. Anthoxanthum odoratum	0,85 „
5. Festuca ovina	4,13 „
6. Süßgrasblätter, bes. Festuca ovina	13,78 „
	<u>Sa. 39,62 %</u>
	<u>Sa. Süßgräser 54,51 %</u>

II. Leguminosen.	
1. Trifolium pratense	0,40 %
2. Lathyrus pratensis	3,71 „
	<u>Sa. 4,11 %</u>

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.	
1. Rumex acetosa	6,85 %
2. Plantago lanceolata	0,26 „
3. Leontodon taraxacum	1,65 „
4. Cerastium arvense	2,04 „
5. Blattabfälle	9,34 „
	<u>Sa. 20,14 %</u>

IV. Sauergräser.	
Carex	11,31 %

V. Schädliche Wiesenkräuter.	
Ranunculus acer	9,93 %

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität 14,89 %	
2. „ 39,62 „	54,51 %
II. Leguminosen	4,11 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	20,14 „
IV. Sauergräser	11,31 „
V. Schädliche Wiesenkräuter	9,93 „
	<u>Sa. 100,00 %</u>

C. Allerwiesen.

Allerwiese bei Groß-Bartensleben.

I. Süßgräser. 1. Qualität.

1. Phleum pratense	39,08 %
2. Lolium perenne	14,81 „
3. Poa pratensis	2,79 „
4. Poa trivialis	6,24 „
5. Agrostis stolonifera	1,12 „
<u>Sa. 64,04 %</u>	

II. Qualität.

1. Bromus racemosus	2,92 %
2. Festuca ovina	2,97 „
3. Blätter von Süßgräsern meist Festuca ovina	14,99 „
<u>Sa. 20,88 %</u>	
<u>Sa. Süßgräser 84,92 %</u>	

II. Leguminosen.

Trifolium repens	5,16 %
----------------------------	--------

III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter.

1. Plantago lanceolata	1,04 „
2. Leontodon taraxacum	0,37 „
3. Cirsium palustre	1,98 „
<u>Sa. 3,39 %</u>	

IV. Schädliche Wiesenkräuter.

Ranunculus acer	6,53 %
---------------------------	--------

Rekapitulation.

I. Süßgräser 1. Qualität	64,04 %
„ 2. „	20,88 „
II. Leguminosen	5,16 „
III. Bessere und unschädliche Wiesenkräuter	3,39 „
V. Schädliche Wiesenkräuter	6,53 „
<u>Sa. 100,00 %</u>	

Zusammenstellung der Ergebnisse der Wiesen gras-Bonitierung.

Nr.		Süßgräser		Sa. Süßgräser	Leguminosen	Bessere und un- schädliche Wiesenkräuter	Sauergräser	Wertlose und schädliche Wiesenkräuter	Sa.	
		I. Quali- tät	II. Quali- tät							
		%	%	%	%	%	%	%	%	
A. Schunterwiesen.										
1	Bruchwiesen an der Schunter oberhalb Beienrode	0,98	21,84	22,82	7,75	22,08	24,65	22,70	100,00	
2	Obere Schunterbrücke bei Beienrode	19,58	23,73	43,31	5,22	26,66	13,20	11,61	100,00	
3	Bei Ochsendorf dicht an der Schunter	73,86	24,25	98,11	—	1,89	—	—	100,00	
4	Bei Ochsendorf 6 m von der Schunter	8,28	75,43	83,71	5,49	9,86	0,55	0,39	100,00	
5	Schunterwiese oberhalb Bienrode südlich der Straße	Fast nur Alopecurus pratensis und Poa trivialis in üppiger Entwicklung								
6	Oberhalb Bienrode nördlich der Straße	11,71	39,75	51,46	10,85	11,56	22,37	3,76	100,00	
7	Schunterwiese unterhalb Bienrode	25,74	20,67	46,41	0,15	11,64	19,66	22,14	100,00	
8	Carexwiese unterhalb Bienrode	16,33	7,87	24,20	—	—	54,73	21,07	100,00	
9	Bei Thune	8,69	53,86	62,55	6,62	12,33	10,06	8,44	100,00	
10	Bei Harxbüttel	65,27	30,19	95,46	—	2,99	—	1,55	100,00	

Nr.	Stußgräser		Sa. Stußgräser %	Leguminosen %	Bessere und un- schädliche Wiesenkräuter %	Sauergräser %	Wertlose und schädliche Wiesenkräuter %	Sa. %
	I.	II.						
	Quali- tät %	Quali- tät %						

B. Okerwiesen.

1	Bei Richmond (Braunschweig)	5,27	22,65	27,92	7,87	13,64	18,82	31,84	100,00
2	Bei Groß-Schwülper	27,71	16,37	44,08	—	7,27	41,12	7,53	100,00
3	Bei Seershausen	14,89	39,62	54,51	4,11	20,14	11,31	9,93	100,00

C. Allerwiesen.

	Bei Groß-Bartensleben	64,04	20,88	84,92	5,16	3,39	—	6,53	100,00
--	-------------------------------	-------	-------	-------	------	------	---	------	--------

4. Die Einwirkung der Flußverunreinigung auf die Fischerei.

Bearbeitet von Professor Dr. Hofer-München.

Wenn der Einfluß von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf lebende Organismen untersucht werden soll, so ergibt sich hierzu ein doppelter Weg.

Einmal lassen sich experimentell in vitro die Konzentrationsgrenzen feststellen, bei welchen die ersten sichtbaren akuten Schädigungen von Abwässern in ihrer Gesamtheit oder in ihren einzelnen Bestandteilen auf Tiere und Pflanzen erkennbar sind.

Andererseits kann man durch vergleichende Untersuchungen der Tier- und Pflanzenwelt in verunreinigten und nicht verunreinigten Wasserstrecken jede Veränderung in der Organismenwelt festlegen und dieselbe unter Ausscheidung aller übrigen Einflußmöglichkeiten auf die Wirkung der Abwässer zurückführen.

Der letztere Weg ist naturgemäß der zuverlässigere, wengleich nicht verkannt werden darf, daß es zu gewissen Zeiten des Jahres schwierig oder gar unmöglich ist, durch einzelne Untersuchungsreisen an Ort und Stelle ein richtiges Bild der von der Jahreszeit so abhängigen Fauna und Flora eines Gewässers zu gewinnen. Auch ist es meist nicht zu erreichen, selbst durch so umfassende Untersuchungen, wie in dem vorliegenden Falle, den Konzentrationsgrad der Abwässer festzustellen, mit dem man es im freien Wasser zu tun hat. Es gelingt hier meist nur allgemeine Grenzwerte festzulegen.

Gegen den zuerst genannten Weg des künstlichen Experimentes hat man den Einwand erhoben, daß die hierbei gewonnenen Resultate nicht auf die Verhältnisse in der freien Natur angewendet werden dürften, weil man hier nie wissen könne, welche Veränderungen Abwässer in ihren wechselseitigen Beziehungen zu den im freien Wasser vorkommenden organischen und anorganischen Körpern erleiden könnten. Man kann derartige Einsprüche im Hinblick auf manche kompliziert zusammengesetzten und labilen Abwässer organischer Natur wohl zugeben; in vielen Fällen und so auch in dem vorliegenden sind sie gegenstandslos, denn die Abwässer aus Chlorkaliumfabriken, welche im wesentlichen Chlormagnesium neben Chlorkalium, Chlor-natrium, Magnesium- und Calciumsulfat enthalten, weisen somit lauter Körper auf, die sich auch bei starker Verdünnung im Wasser nicht wesentlich verändern, da sie

ja bekanntlich als Bestandteile des Meerwassers in allen Meeren in zwar verschiedenen aber sehr konstanten Konzentrationen seit Jahrtausenden unverändert vorhanden sind.

Aus diesem Grunde ist auch an eine wesentliche Wirkung der Selbstreinigung auf diese Bestandteile in unseren Flußläufen nicht zu denken und die Resultate, welche experimentelle Untersuchungen über den Einfluß dieser Abwässer bestimmter Konzentration in vitro ergeben haben, sind daher auf die Verhältnisse des freien Wassers direkt übertragbar, unter dem Vorbehalt, daß auf diesem Wege allerdings nur mehr oder minder akute Schädigungen erkannt werden können; denn es liegt in der Natur der Sache, daß sich derartige Experimente meist nicht länger als über einige Monate ausdehnen lassen, weil es überaus schwierig, vielfach sogar unmöglich ist, die Versuchstiere größere Zeiträume hindurch sonst gesund und widerstandsfähig zu erhalten.

Chronische Einwirkungen sind meist nur durch Untersuchungen in der freien Natur zu erkennen, obwohl es selbstverständlich mit Aufwand von großen Kosten und Zeit, möglich sein würde auch für Jahre lang andauernde Experimente die nötigen Versuchsbedingungen herzustellen.

In den nachstehenden Untersuchungen sind beide Wege eingeschlagen worden und aus dem Umstande, daß beide Methoden im allgemeinen ein übereinstimmendes Resultat ergeben haben, kann auch ein weiteres Argument für ihre Anwendbarkeit entnommen werden.

I. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf lebende Organismen.

Bei den nachstehenden Experimenten wurden absichtlich nur tierische Organismen verwendet, da vorauszusehen war, daß die Einwirkung der hier in Frage stehenden Abwässer auf Pflanzen nur durch jahrelange Untersuchungen hätte festgestellt werden können. Immerhin bleibt hier eine Lücke in den Untersuchungen, welche spätere Forschungen auszufüllen haben werden.

Die eingehendsten Versuche wurden mit den hauptsächlichsten Bestandteilen der Endlaugen in erster Linie mit Chlormagnesium angestellt, ferner mit Chlornatrium und Chlorcalcium, sowie mit Endlaugen und Kieseritwaschwässern¹⁾.

Auf die in der Literatur hierüber bereits vorliegenden Angaben ist in der Fußnote verwiesen²⁾.

Da über die Existenzbedingungen der Versuchstiere unter normalen Verhältnissen genügende Erfahrungen vorlagen, so wurden Kontrollversuche in reinem Wasser nur in besonderen Fällen angestellt.

¹⁾ Bei den sämtlichen nachstehenden Versuchen wurde sorgfältig darauf geachtet, daß genügender Sauerstoff im Wasser vorhanden war, indem das Wasser entweder rechtzeitig gewechselt oder, wenn Fische darin waren, konstant durchlüftet wurde. Die Versuche mit Wirbellosen wurden bei Zimmertemperatur, mit Fischen bei ca. 12—14° C angestellt. Die letzteren wurden von Frl. Dr. M. Plehn, die ersteren von Dr. Th. Moroff, Assistenten an der Königl. Bayer. Biologischen Versuchsstation für Fischerei in München durchgeführt.

²⁾ C. Weigelt: Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern. Berlin, 1900 pag. 95 und 156. — I. König: Verunreinigung der Gewässer. 2. Aufl. Berlin 1899 pag. 419, 424, 426. — Semper: Existenzbedingungen der Tiere. Leipzig, 1880 Teil I pag. 174 ff. — Davonport: Experimental Morphology. Part I 1897—1899 pag. 1—96. Part II p. 293 ff. — v. Fürth: Vergleichende chemische Physiologie. Jena, 1903 pag. 622 ff.

Die Resultate der Untersuchungen sind aus den nachfolgenden Protokollen zu ersehen:

I. Versuche mit Chlormagnesium (MgCl₂).

A. Versuche mit niederen Tieren.

Versuche mit 80 Stück Schnecken.

Je 10 Stück *Limneus ovatus* var. *fontinalis* in 100 ccm Wasser.

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche
90	alle	sterben nach 1—2 Minuten	22,4	2	sterben nach 18 Tagen
70	"	" " 2—3 "	22,4	6	leben " 20 " noch
41,5	"	" " 10 "	15	2	sterben " 16 "
31,3	1	stirbt " 5 Tagen	15	8	leben " 20 " noch
31,3	1	" " 16 "	9	3	sterben " 16 "
31,3	8	leben " 17 " noch	9	7	leben " 20 " noch
22,4	1	stirbt " 3 "	4	alle	" " 20 " noch
22,4	1	" " 4 "			

Bemerkung: MgCl₂ wirkt auf Schnecken viel weniger akut schädlich wie CaCl₂. Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt sicher bei 15—22‰. Hier und da leben einzelne Tiere selbst in Lösungen von 31‰.

Versuche mit 90 Stück Flohkrebse.

Je 10 Stück *Gammarus fluviatilis* in 100 ccm Wasser.

120	5	sterben nach 40 Minuten	41,5	1	stirbt nach 5 1/2 Stunden
120	5	" " 1 1/2 Stunden	31,3	3	sterben " 4 1/2 "
90	3	" " 50 Minuten	31,3	4	" " 6 1/2 "
90	5	" " 1 1/2 Stunden	31,3	3	" " 7 1/2 "
90	2	" " 1 1/4 "	22,4	3	" " 6 1/2 "
70	3	" " 1 "	22,4	4	" " 9 "
70	3	" " 1 1/2 "	22,4	3	" " 15 "
70	4	" " 2 "	15	5	" " 20 "
55	3	" " 1 1/2 "	15	5	" " 30 "
55	3	" " 2 "	4,2	1	stirbt " 2 Tagen
55	4	" " 2 1/2 "	4,2	2	sterben " 3 "
41,5	4	" " 2 "	4,2	3	" " 5 "
41,5	3	" " 2 1/2 "	4,2	3	" " 15 "
41,5	2	" " 4 1/2 "	4,2	1	stirbt " 17 "

Bemerkung: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt bei Lösungen von ca. 9—10‰. Einzelne Tiere starben freilich schon bei Lösungen von 4,2‰ = 0,42‰.

Versuch mit 80 Hüpferlingen.

Je 10 Stück *Cyclops fuscus* in 100 ccm Wasser.

70	alle	sterben nach 5 Minuten	15	6	sterben nach 24 Stunden
55	"	" " 12 "	15	2	" " 28 "
41,5	"	" " 15 "	9,2	2	" " 2 Tagen
31,3	"	" " 20 "	9,2	2	" " 4 "
22,4	3	" " 30 "	9,2	2	" " 5 "
22,4	4	" " 75 "	9,2	2	" " 10 "
22,4	3	" " 4 Stunden	4		unschädlich
15	2	" " 7 "			

Bemerkung: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt zwischen 4 und 9‰igen Lösungen.

Versuche mit 70 Larven einer Eintagsfliege.
Je 10 Stück Cloë diptera in 100 ccm Wasser.

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche
120	3	sterben nach 4 Minuten	15	2	sterben nach 32 Stunden
120	5	" " 5 "	15	1	stirbt " 7 Tagen
120	2	" " 7 "	15	1	" " 8 "
90	alle	" " 10 "	15	2	sterben " 12 "
70	4	" " 15 "	4	1	stirbt " 24 Stunden
70	6	" " 20 "	4	1	" " 4 Tagen
55	7	" " 40 "	4	2	sterben " 5 "
55	3	" " 55 "	4	1	stirbt " 14 "
31	1	stirbt " 1 ¹ / ₂ Stunden	4	1	" " 19 "
31	3	sterben " 2 "	4	1	" " 23 "
31	6	" " 3 ¹ / ₂ "	4	3	leben " 26 " noch
15	4	" " 24 "			

Bemerkung: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt zwischen 10 und 15‰. Auch hier wirkt MgCl₂ stärker auf frisch gehäutete Tiere.

Versuche mit 50 Stück Daphniden.
Je 10 Stück Daphnia pulex in 100 ccm Wasser.

8	2	sterben nach 10 Minuten	5	4	sterben nach 20 Stunden
8	2	" " 20 "	3,5	2	" " 24 "
8	3	" " 6 Stunden	3,5	3	" " 2 Tagen
8	3	" " 12 "	3,5	2	" " 3 "
6,9	2	" " 1 "	3,5	2	" " 4 "
6,9	3	" " 3 "	3,5	1	stirbt " 5 "
6,9	2	" " 12 "	2	1	" " 2 "
6,9	3	" " 15 "	2	5	sterben " 7 "
5	3	" " 4 ¹ / ₂ "	2	4	" " 9 "
5	3	" " 6 "			

Bemerkung: Die Daphniden sind besonders empfindlich. Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt zwischen 3,5 und 5‰.

Versuche mit Infusorien.
Paramecium caudatum. Tausende von Versuchstieren.

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
50	Nach 1—1 ¹ / ₂ Minuten sind alle Tiere tot	1‰ Lösungen erwiesen sich zuerst noch als schädlich, später nicht mehr. Grenze der akuten Schädlichkeit zwischen 0,5—1‰.
30	" 3 " " " " "	
20	" 20 " " die meisten Tiere tot	
20	" 30 " " alle Tiere tot	
15	" 20 " " ist die Hälfte der Tiere tot	
15	" 45 " " sind alle Tiere tot	
10	" 50 " " sind einzelne Tiere tot	
10	" 7 Stunden ist etwa die Hälfte der Tiere tot	
10	" 4 Tagen ist eine starke Vermehrung zu konstatieren	
5	Unschädlich	

Lionotus fasciola. Tausende von Versuchstieren.

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
50	Alle sterben in 1 Minute	Grenze der akuten Schädlichkeit bei 2 %.
30	" " " 3 Minuten	
20	Unschädlich (Vermehrung)	Auch gegen CaCl ₂ ist dieses Infusor auffallend unempfindlich.
15	"	
10	"	
5	"	

Chilomonas paramecium. Tausende von Versuchstieren.

50	Alle sterben nach 1 Minute	Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt bei 2 %.
30	" " " 3 Minuten	
20	Unschädlich	
15	"	
10	"	
5	"	

Im allgemeinen liegt die Grenze der Schädlichkeit, ermittelt in 53 Versuchen,

für Infusorien	bei Lösungen von	0,5—2 ‰
" Daphniden	" " "	0,35—0,5 "
" Cyclopiden	" " "	0,4—0,9 "
" Insektenlarven	" " "	1—1,5 "
" Gammariden	" " "	0,9—1 "
" Schnecken	" " "	1,5—2 "

B. Versuche mit Fischen.

Bachsaiblinge (*Salmo fontinalis*). Länge 7—8 cm.

(Zu jedem Versuch wurden mehrere Exemplare verwendet.)

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
1	Leben 4 Wochen lang	} Versuch abgebrochen.
2	" 4 " "	
3	" 4 " "	
5	" 4 " "	
10	" 4 " "	
15	Sterben nach 15 Tagen	} Keine spez. Symptome.
20	" " 16 "	
30	" " 7 "	
40	" " 9 "	

Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt für Saiblinge zwischen 10 und 15 g pro l, d. h. zwischen 1 und 1,5 %.

Je 2 Stück *Cobitis barbatula*. Länge ca. 10 cm.

Gehalt an MgCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
10	Leben 4 Wochen lang	Versuch abgebrochen.
15	Sterben nach 5 Tagen	Keine spez. Symptome.
20	" " 24 Stunden	Hatten stark geschleimt.
30	" " 30 Minuten	Schleimten kolossal; Versuch mit gleichem Resultat wiederholt.

Die Grenze der akuten Schädlichkeit des MgCl₂ liegt für *Cobitis barbatula* zwischen 10 und 15 g pro l, d. h. zwischen 1 und 1,5 %.

Karpfen (*Cyprinus carpio*). Länge 10—12 cm.
(Zu jedem Versuch wurden mehrere Karpfen verwendet.)

Gehalt an MgCl ₂ pro l	Dauer der Versuche	Bemerkungen
1 g	Leben 4 Wochen lang	Versuch abgebrochen.
2 "	" 4 " "	Schleimen etwas. Versuch abgebrochen.
3 "	" 4 " "	" " " "
5 "	" 4 " "	" stark. " "
10 "	" 4 " "	Kein Schleimen. " "
15 "	" 4 " "	" " " "
20 "	" 4 " "	" " " "
20 "	Sterben nach 5 Tagen	Keine spezifischen Symptome.
30 "	" " 4 Stunden	Der Versuch wurde mit gleichem Resultat 2mal wiederholt.

Schlußfolgerung: Akute Schädlichkeit zwischen 10 und 20 g pro l, d. h. 1 und 2%. Die Empfindlichkeit der Karpfen scheint übrigens nach der Rasse zu variieren.

Je 2 Stück Aale (*Anguilla fluviatilis*). Länge ca. 40 cm.

5 g = 0,5 %	Leben 3—4 Wochen lang	Produzieren viel Schleim.
10 g = 1 "	" 3—4 " "	" " "
15 g = 1,5 "	Sterben nach ca. 14 Tagen	
20 g = 2 "	" " " 14 "	

Schädlichkeitsgrenze liegt zwischen 1,5—2%.

II. Versuche mit Endlaugen aus Beienrode.

Die Endlaugen enthalten im wesentlichen MgCl₂ und zwar ca. 450—475 g pro l.

Je 10 Stück Eintagsfliegenlarven (*Cloë diptera*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an Endlaugen %	Stück	Dauer der Versuche	Bemerkungen
5	5	sterben nach 3 Stunden	Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt bei 1,5—2% der Endlaugen (entspricht etwa halb so starken Lösungen von MgCl ₂). Die Endlaugen erscheinen demnach ein wenig schädlicher zu wirken als Lösungen von reinem MgCl ₂ .
5	5	" " 5 "	
3	7	" " 9 "	
3	3	" " 15 "	
2	2	" " 10 "	
2	5	" " 15 "	
1		leben mehrere Tage lang und sterben unregelmäßig	

Je 10 Stück Hüpferlinge (*Cyclops viridis*) in 100 ccm Wasser.

10	10	sterben nach 1 Minute	Die Schädlichkeitsgrenze liegt bei Lösungen von 1—2%, entspricht somit den Versuchen mit reinem MgCl ₂ .
5	4	" " 10 Minuten	
5	2	" " 20 "	
5	4	" " 40 "	
3	1	stirbt " 20 "	
3	3	sterben " 40 "	
3	3	" " 70 "	
3	3	" " 2½ Stunden	
2	4	" " 2½ "	
2	4	" " 4½ "	
2	4	" " 6½ "	
2	4	" " 15 "	
1		leben teilweise 9 Tage lang und sterben teilweise ganz unregelmäßig	

Je 10 Stück Flohkrebse (*Gammarus fluviatilis*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an Endlaugen %	Stück	Dauer der Versuche	Bemerkungen
5	1	stirbt nach 1 Stunde	Die Schädlichkeitsgrenze liegt bei Lösungen von 1–2%, entspricht somit den Versuchen mit reinem MgCl ₂ .
5	6	sterben " 3 Stunden	
5	3	" " 6 "	
3	1	stirbt " 1 Stunde	
3	2	sterben " 5 Stunden	
3	4	" " 11 "	
3	3	" " 15 "	
2	10	leben über 15 Stunden u. sterben zwischen 15 u. 24 Stunden	
1	10	leben tagelang und sterben unregelmäßig	

III. Versuche mit Kochsalz (NaCl).

Je 10 Stück *Stylaria lacustris* in 100 ccm Wasser.

Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche
2	10	sterben nach 2–3 Minuten
1,75	10	" " 2–3 "
1,5	10	" " 2–3 "
1	10	" " 2–3 "
0,75	10	" " 1/2 Stunde
0,5	7	" " 7 Stunden
0,5	2	" " 4 Tagen, haben sich inzwischen in einzelne Teile abgeschnürt. Für diesen Versuch sind nur 9 Versuchstiere verwendet worden.
0,3	10	sterben nach 18 Tagen, haben sich nach 10 Tagen durch Teilung vermehrt.
0,1	10	sterben nach 18 Tagen, haben sich nach 7 Tagen stark vermehrt. Teilstücke sind jedoch pathologisch verändert und zeigen knotige, durchsichtige Anschwellungen. In den Kontrollkulturen starben die Tiere nach ca. 14 Tagen.

Bemerkung: Die Grenze der Schädlichkeit liegt somit bei 0,4–0,5%igen Lösungen.

Je 10 Stück Flohkrebse (*Gammarus fluviatilis*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche
1,5	4	sterben nach 6 Stunden	0,75	5	sterben nach ca. 14 Stunden
1,5	4	" " 12 "	0,75	1	stirbt " 40 "
1,5	2	" " 24 "	0,75	1	" " 50 "
1,25	2	" " 6 "	0,75	3	sterben " 60 "
1,25	3	" " 14 "	0,5	1	stirbt während der Nacht des 3. Tages
1,25	3	" " 24 "	0,5	1	stirbt nach 6 Tagen
1,25	2	" " ca. 36 "	0,5	3	sterben " 6 1/2 "
1	3	" " 30 "	0,5	2	" " 9 "
1	4	" " ca. 40 "	0,5	3	" " 12 "
1	1	stirbt " 48 "			
1	2	sterben " 60 "			

Bemerkung: Da die Kontrolltiere in reinem Wasser dasselbe Verhalten zeigen wie in Lösungen von 0,5% NaCl, so liegt die Schädlichkeitsgrenze zwischen 0,5 und 0,75%.

Je 10 Stück Daphniden (*Daphnia pul.*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche
2	10	sterben nach 15 Minuten	0,5	4	sterben nach ca. 14 Stunden
1,5	10	" " 20 "	0,5	6	" " 50 "
1,25	10	" " 30 "	Kontrollversuch in reinem Wasser.		
1	10	" " 1½ Stunden			
1,75	10	unbewegl. " 4 "	3	sterben nach 2 Tagen	
	4	sterben " 8 "	1	stirbt " 4 "	
	4	" " ca. 14 "	4	sterben " 5 "	
	2	" " 24 "	2	" " 6 "	

Bemerkung: Die Schädlichkeitsgrenze liegt bei ca. 0,4% NaCl.

Je 10 Stück Larven der Eintagsfliege (*Cloë diptera*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche	Bemerkungen
2	8	sterben nach 2 Stunden	In den Kontrollversuchen mit reinem Wasser starben:
2	2	" " 3 "	
1,75	3	" " 4 "	1 Stück nach 21 Tagen
1,75	1	stirbt " 7 "	1 " " 30 "
1,75	4	sterben " ca. 14 "	1 " " 34 "
1,75	2	" " 28 "	2 " " 36 "
1,75	3	" " 50 "	2 " " 38 "
1,50	2	" " 4 "	1 " " 39 "
1,50	2	" " 7 "	1 " " 40 "
1,50	2	" " ca. 14 "	2 " leben noch nach
1,50	1	stirbt " 24 "	49 Tagen; Versuch ab-
1,50	3	sterben " ca. 40 "	gebrochen.
1,25	2	" " 7 "	Die Schädlichkeits-
1,25	1	stirbt " ca. 14 "	grenze ist zwischen
1,25	2	sterben " " 40 "	0,5 und 0,4 NaCl zu
1,25	1	stirbt " 54 "	suchen.
1,25	1	" " 3 Tagen	
1,25	2	sterben " 6 "	
1,25	1	stirbt " 8 "	
1	3	sterben " ca. 14 Stunden	" " 1. "
1	1	stirbt " 40 "	
1	1	" " 3 Tagen	
1	1	" " 4 "	
1	2	sterben " 6 "	
1	1	stirbt " 9 "	
1	1	" " 10 "	
0,5	1	" " 2 "	
0,5	1	" " 3 "	
0,5	1	" " 4 "	
0,5	1	" " 13 "	
0,5	1	" " 20 "	
0,5	1	" " 22 "	
0,5	1	" " 25 "	
0,5	3	" " 27 "	

Je 10 Stück Hüpferlinge (*Cyclops albidus*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an NaCl %	Stück	Dauer der Versuche
2	10	sterben nach 25 Minuten	0,5	1	stirbt nach 8 Tagen
1,5	5	" " 35 "	0,5	1	" " 11 "
1,5	5	" " 60 "	0,5	1	" " 13 "
1,25	8	" " 90 "	0,5	1	" " 18 "
	2	" " 4 Stunden	0,5	1	" " 23 "
1	2	" " 2 "	0,5	1	" " 31 "
1	4	" " 4 1/2 "	0,5	1	" " 46 "
1	4	" " ca. 14 " während der Nacht	Kontrollversuch in reinem Wasser.		
0,75	3	sterben nach 2 Tagen	2	1	nach 11 Tagen verschwunden
0,75	2	" " 3 "	1	1	stirbt nach 18 Tagen
0,75	2	" " 4 "	1	1	" " 23 "
0,75	2	" " 14 "	1	1	" " 24 "
0,75	1	stirbt " 22 "	1	1	" " 28 "
0,5	2	sterben " 4 "	1	1	" " 31 "
0,5	1	stirbt " 7 "	3	3	leben " 46 " noch, Versuch abgebrochen.

Bemerkung: Schädlichkeitsgrenze ist bei ca 0,4% zu suchen.

IV. Versuche mit Kieseritwaschwasser aus Beienrode.

Das Kieseritwaschwasser enthält im wesentlichen 11,77 Chlornatrium (NaCl).

Je 10 Stück Larven der Eintagsfliege (*Cloë diptera*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an Kieseritwaschwasser %	Stück	Dauer der Versuche	Bemerkungen
10	10	sterben nach 1 Stunde	Die Schädlichkeitsgrenze liegt somit bei etwas über 3%igen Lösungen. Das Kieseritwaschwasser aus Beienrode enthält im Durchschnitt 11,77% NaCl. Es entspricht somit seine Schädlichkeit ca. 0,3%igen Lösungen von reinem NaCl, was mit den direkten Versuchen an <i>Cloë diptera</i> gut übereinstimmt.
5	4	" " 4 Stunden	
5	3	" " 5 "	
5	2	" " 9 "	
5	1	stirbt " 13 "	
3	2	sterben " 24 "	
3	2	" " 5 Tagen	
3	6	" " 15 "	
		in verschiedenen Zwischenräumen	

Je 10 Flohkrebse (*Gammarus fluviatilis*) in 100 ccm Wasser.

Gehalt an Kieseritwaschwasser %	Stück	Dauer der Versuche	Bemerkungen
10	2	sterben nach 2 Stunden	Die Schädlichkeitsgrenze ist bei ca. 3%igen Lösungen zu suchen. Das Kieseritwaschwasser in Beienrode ist gegen <i>Gammarus fluv.</i> ein wenig schädlicher als entsprechende Lösungen von reinem NaCl.
10	8	" " 10 "	
5	6	" während des 1. Tages	
5	4	" " " 2. "	
3	8	" " " 2. "	
3	2	" " " 3. "	

V. Versuche mit Chlorcalcium (CaCl₂).

A. Versuche mit niederen Tieren.

Versuche mit 90 Stück der kleinen Trichornschncke (*Limneus ovatus*).

Je 10 Stück *Limneus ovatus* var. *fontinalis* Studer in 100 ccm Wasser.

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche
90	alle	sterben nach 1—2 Minuten	22,4	3	sterben nach 30 Minuten
70	"	" " 2—3 "	22,4	4	" " 40 "
55	"	" " 5—7 "	15	2	" " 24 "
41,5	"	" " 10 "	15	8	" " 36 Stunden
31,3	5	" " 10 "	9		" " 7 Tagen,
31,3	4	" " 30 "		2	die anderen leben
31,3	1	stirbt " 35 "	4		nach 7 Tagen leben alle
22,4	3	sterben " 10 "			Tiere

Bemerkung. Schlußfolgerungen: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt somit zwischen 9 und 15 g CaCl₂ pro Liter. Ob eine chronische Erkrankung bei schwächeren Lösungen eintreten würde, läßt sich nicht konstatieren, da die Versuchstiere in den entsprechenden Kontrollversuchen nicht länger am Leben bleiben als z. B. in Lösungen von 4 g CaCl₂ p. l.

Hierüber kann nur eine Untersuchung am verunreinigten Gewässer selbst Aufschluß geben.

Versuche mit 100 Stück Flohkrebse (*Gammarus fluv.*).

Je 10 Stück *Gammarus fluvialis* in 100 ccm Wasser.

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche	Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche
120	4	sterben nach 5 Minuten	31	3	sterben nach 4 1/2 Stunden
120	4	" " 10 "	31	2	" " 6 "
120	2	" " 15 "	22	2	" " 4 1/2 "
90	9	" " 10 "	22	4	" " 6 1/2 "
90	5	" " 15 "	22	4	" " 9 "
75	4	" " 20 "	15	1	" " 9 "
75	3	" " 30 "	15	5	" " 24 "
75	2	" " 70 "	15	4	" " 30 "
55	4	" " 25 "	9	3	" " 30 "
55	4	" " 30 "	9	2	" " 8 Tagen
55	2	" " 75 "	9	4	" " 12 "
41	4	" " 30 "	9	1	" " 17 "
41	4	" " 40 "	4	3	" " 7 "
41	2	" " 2 1/2 Stunden	4	3	" " 14 "
31	2	" " 1 1/2 "	4	4	" " 21 "
31	3	" " 2 1/2 "			

Bemerkung. Schlußfolgerungen: Die akute Schädlichkeit des CaCl₂ liegt für *Gammarus fluv.* bei Lösungen von 9—15 ‰. Die chronische Schädlichkeit läßt sich aus denselben Gründen wie sub I nicht ermitteln. Der Tod der *Gammariden* durch CaCl₂ erfolgt bei stärkeren Konzentrationen unter charakteristischen Symptomen. Die Tiere sind stark ausgestreckt entgegen ihren sonstigen Gewohnheiten und erhalten eine dunkelbraune Farbe.

Versuche mit 100 Stück Hüpferlingen (*Cyclops fuscus*).
Je 10 Stück *Cyclops fuscus* in 100 ccm Wasser.

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche			Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Stück	Dauer der Versuche		
120	alle	sterben	nach	2 Minuten	15	2	sterben	nach	30 Minuten
90	"	"	"	3 "	15	5	"	"	40 "
70	"	"	"	5 "	9	2	"	"	24 Stunden
55	"	"	"	7 "	9	3	"	"	3 Tagen
41,4	6	"	"	10 "	9	3	"	"	7 "
41,4	2	"	"	20 "	9	1	stirbt	"	10 "
41,4	2	"	"	35 "	9	1	"	"	12 "
31,2	2	"	"	15 "	4	2	sterben	"	4 "
31,2	8	"	"	25 "	4	2	"	"	7 "
22,4	4	"	"	50 "	4	3	"	"	10 "
22,4	6	"	"	90 "	4	2	"	"	12 "
15	3	"	"	2 "	4	1	stirbt	"	14 "

Bemerkung: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt zwischen 4 und 9‰.

Versuche mit 60 Stück Larven der Eintagsfliege (*Cloë diptera*).
Je 10 Stück *Cloë diptera* in 100 ccm Wasser.

90	alle	sterben	nach	10 Minuten	15	1	stirbt	nach	4 Tagen
70	1	stirbt	"	25 "	15	2	sterben	"	11 "
70	9	sterben	"	30 "	15	1	stirbt	"	12 "
55	8	"	"	50 "	4	2	sterben	"	4 "
55	2	"	"	60 "	4	1	stirbt	"	6 "
31,2	1	stirbt	"	70 "	4	1	"	"	8 "
31,2	4	sterben	"	2 Stunden	4	1	"	"	11 "
31,2	5	"	"	2¼ "	4	1	"	"	12 "
15	1	stirbt	"	26 "	4	2	sterben	"	14 "
15	5	sterben	"	31 "	4	1	stirbt	"	18 "
15	2	"	"	60 "	4	1	"	"	26 "

Bemerkung. Schlußfolgerungen: Die Grenze der akuten Schädlichkeit liegt zwischen 4 und 15‰.

Bei den Insektenlarven erklärt sich die verschiedene Reaktion auf Lösungen von CaCl₂ gleicher Stärke besonders dadurch, daß die Tiere, welche sich häuten, ganz besonders empfindlich sind und schon bei Lösungen zu Grunde gehen, in denen Tiere mit harter Chitinhaut tagelang leben.

Versuche mit Infusorien.

Paramecium caudatum. Tausende von Versuchstieren.

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
50	Alle sterben nach 1½ Minuten	Die Schädlichkeitsgrenze liegt für <i>Paramecium caud.</i> somit zwischen 0,5 und 1‰igen Lösungen von CaCl ₂ .
20	Die Hälfte stirbt nach 5 Minuten; nach 10 Minuten sind alle tot	
15	Nach 10 Minuten stirbt ein Drittel; nach 25 Minuten sterben alle	
10	Nach ½ Stunde stirbt die Hälfte; nach 1 Stunde sterben drei Viertel; nach 24 Stunden leben nur noch 4–5 Tiere	
5	Unschädlich. Eine sehr starke Vermehrung zu konstatieren	

Lionotus fasciola. Tausende von Versuchstieren.

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
50	Nach 1½ Minuten sterben alle	Die Infusorien erwiesen sich gegen CaCl ₂ , besonders widerstandsfähig, da sie in 2%igen Lösungen tagelang gediehen.
20	Unschädlich	
15	Unschädlich	

Chilomonas paramaecium. Tausende von Versuchstieren.

50	Alle sterben nach ½ Minute	Auch diese Infusorien vermehren sich bereits in 1%igen Lösungen von CaCl ₂ . Im allgemeinen sind daher die Infusorien gegen CaCl ₂ widerstandsfähiger als die höheren Wirbellosen.
20	" " " ½ Stunde	
15	" " " 3 Stunden	
10	Unschädlich, starke Vermehrung zu konstatieren	
5	Desgleichen	

Die akute Schädlichkeit der CaCl₂ liegt für Cyclopiden bei 0,4—0,9%, für Insektenlarven bei 0,4—1,5%, für Schnecken bei 0,9—1,5%, für Infusorien bei 0,5—2%. Ermittelt in 48 Versuchen.

B. Versuche mit Fischen.

Regenbogenforellen (*Trutta iridea*) Länge 8—10 cm.

(Zu jedem Versuch wurden mehrere Tiere verwendet.)

Gehalt an CaCl ₂ pro l g	Dauer der Versuche	Bemerkungen
15	Sterben nach 5 Tagen	Sehr blaß, sonst keine Symptome. Ganz munter.
10	Leben 4 Wochen lang	

Schädlichkeitsgrenze zwischen 11 und 15 g pro l.

Bartgrundel (*Cobitis barbatula*). Länge 10 cm.

(Zu jedem Versuch wurde je 1 Exemplar verwendet.)

15	Stirbt nach 1 Tage	Keine spezifischen Symptome. " " " " stark geschleimt. Stirbt dann wohl aus anderer Ursache.
10	" " 2 Tagen	
5	Lebt 4 Wochen lang	

Schädlichkeitsgrenze zwischen 5 und 10 g pro l.

Karpfen (*Cyprinus carpio*). Länge ca. 12 cm.

(Zu jedem Versuch wurden mehrere Exemplare verwendet.)

15	Sterben nach 2 Stunden	Keine Symptome, hatten geschleimt. " " " " stark geschleimt. Ohne zu leiden; wird nur etwas blaß.
10	" " 24 "	
5	Lebt 4 Wochen lang	

Schädlichkeitsgrenze zwischen 5 und 10 g pro l.

Resultat aus 9 Versuchen.

Die Schädlichkeitsgrenze der CaCl ₂ liegt für Karpfen	bei Lösungen von 0,5—1 ‰
" " " " " " " " Cobitiden	" " " " 1—1,5 "
" " " " " " " " Forellen	" " " " 1—1,5 "

Resultat aus 25 Versuchen.

Die Schädlichkeitsgrenze der MgCl ₂ liegt für Karpfen	bei Lösungen von 1—2 "
" " " " " " " " Cobitiden	" " " " 1—1,5 "
" " " " " " " " Salmoniden	" " " " 1—1,5 "
" " " " " " " " Aale	" " " " 1—1,5 "

II. Über den Einfluß von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Tier- und Pflanzenwelt in Oker und Schunter.

Um den Einfluß der Chlorkaliumfabrikwässer auf die Tier- und Pflanzenwelt in Oker und Schunter zu untersuchen, wurde die Flora und Fauna dieser beiden Flüsse oberhalb und unterhalb der Verunreinigungsquellen wiederholt untersucht und zwar vom 3. bis 6. Juni 1903, vom 20. bis 22. Juni 1904 und vom 13. bis 15. August 1904.

Wie in dem vorstehenden chemischen Berichte bereits erwähnt wurde, ist die Oker oberhalb Braunschweigs noch frei von Abwässern aus Chorkaliumfabriken; dagegen laufen in dieselbe unmittelbar unterhalb Braunschweigs die Abwässer aus der Fabrik in Thiederhall, ferner indirekt durch die Schunter die Abwässer aus den Fabriken Asse und Beienrode. Dementsprechend war zunächst eine Untersuchung der Tier- und Pflanzenwelt oberhalb Braunschweigs notwendig, ferner Untersuchungen an verschiedenen Stellen unterhalb des Einflusses aus der Chlorkaliumfabrik Thiederhall, sowie aus den Fabriken Asse und Beienrode.

A. Untersuchungen in der Oker.

a) Die Tier- und Pflanzenwelt der Oker oberhalb Braunschweigs zwischen dem Schlosse Richmond und der Mühle in Eisenbüttel.

Die Oker hat unmittelbar oberhalb Braunschweigs infolge von Stauwerken einen verhältnismäßig langsamen Lauf. Das Ufer derselben ist häufig mit Pflanzen verwachsen, namentlich sind die Ränder reich besetzt mit Schilfrohr (*Phragmites communis*) und Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Daneben stehen Wasserschwertlilien (*Iris pseudacorus*), Kalmus (*Acorus calamus*), Mannagras (*Glyceria fluitans*), Simsen (*Scirpus lacustris*), Riedgräser (*Carices*), Schachtelhalme (*Equiseten*) etc. Dazwischen in stillen Buchten und weiter nach der Mitte zu schwimmen *Lemna major* und *trifulca*. Unter Wasser wachsen reichlich Laichkräuter wie *Potamogeton natans*, *Pot. fluitans*, Teichrosen (*Nuphar luteum*), Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*). Sehr üppig entwickelt ist die Diatomeenflora, aus welcher namentlich folgende Arten beobachtet wurden: *Diatoma vulgare*, *Navicula affinis*, *Synedra ulna*, *Melosira varians*, *Cymatopleura solea*, *Nitzschia sigmoidea*, *Amphora ovalis*, *Gomphonema constrictum*. Daneben fanden sich reichlich Closterien, Oscillatorien, Spirogyren und andere Algen.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den niederen Tieren geschenkt, weil zu erwarten war, daß wenn überhaupt ein Einfluß der Abwässer nachweisbar wäre, dieser zuerst an der Mikrofauna zu erkennen sein müßte.

Es wurden folgende häufig vorkommende Tierarten beobachtet:

A. Protozoen.

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Stentor coeruleus</i> . | 5. <i>Halteria grandinella</i> . |
| 2. <i>Paramecium putrinum</i> . | 6. <i>Cyclidium glaucoma</i> . |
| 3. <i>Spirostomum teres</i> . | 7. <i>Vorticella campanula</i> . |
| 4. <i>Oxytricha affinis</i> . | 8. <i>Monas vivipara</i> . |

B. Coelenteraten.

9. *Hydra grisea*.

C. Vermes.

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 10. Rotifer vulgaris. | 14. Nephelis vulgaris. |
| 11. Brachionus urceolaris. | 15. Tubifex rivulorum. |
| 12. Stenostomum leucops. | 16. Nais proboscidea. |
| 13. Clepsine octoculata. | |

D. Wasserinsekten und Insektenlarven.

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 17. Anabolia laevis. | 22. Chironomus plumosus. |
| 18. Calopteryx eques. | 23. Ceratopogon spec. |
| 19. Phryganea spec. | 24. Culex pipiens. |
| 20. Agrion spec. | 25. Notonecta glauca. |
| 21. Cloë diptera. | 26. Nepa cinerea. |

E. Arachniden.

27. Hydrachna geographica

F. Crustaceen.

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 28. Asellus aquaticus. | 33. Sida crystallina. |
| 29. Gammarus pulex. | 34. Chydorus sphaericus |
| 30. Simocephalus sima. | 35. Cyclops fimbriatus. |
| 31. Scapholeberis mucronata. | 36. Cyclops serrulatus. |
| 32. Daphnia quadrangula. | 37. Argulus foliaceus. |

G. Mollusken.

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 38. Planorbis corneus. | 40. Limnea stagnalis. |
| 39. Gulnaria auricularia. | |

H. Fische.

Viel Fischbrut von Weißfischen.

Die vorstehende Liste könnte durch Anführung weiterer Formen, welche aber mehr vereinzelt beobachtet wurden, erheblich erweitert werden. Für Untersuchungen wie die vorliegende kommt es aber nicht darauf an, etwa ein vollständiges Bild der Fauna eines Gewässers zu geben, sondern im Gegenteil nur besonders typische Vertreter aus den verschiedensten Ordnungen zu konstatieren und ihr Vorkommen an reinen und verunreinigten Plätzen mit einander zu vergleichen. Wollte man auch die seltenen Spezies mit in Betracht ziehen, über deren spezielle Existenzbedingungen meist so gut wie nichts bekannt ist, so würde das Gesamtbild hierdurch nicht nur unnötig getrübt werden, sondern es läge auch die Gefahr vor, daß mit tierphänologischen Beobachtungen weniger vertraute Leser aus dem Fehlen einer oder vieler derartiger Seltenheiten unrichtige Rückschlüsse auf etwaige Einflüsse von Verunreinigungen ziehen könnten.

b) Die Tier- und Pflanzenwelt der Oker unterhalb Braunschweigs nach Einfluß der Abwässer aus den Kaliwerken Thiederhall, Asse und Beienrode.

Unterhalb Braunschweigs wurde die Oker untersucht: 1. Ober- und unterhalb der Kanaleinmündung von Thiederhall, 2. bei Veltenhof, 3. ober- und unterhalb des

Rieselgutes Steinhof, 4. im totem Arm bei der Pferdeweide, 5. vor der Schuntermündung, 6. hinter der Schuntermündung bei Großschwülper, 7. vor Meinersen.

In dem Pflanzenbestand der Oker konnte irgend eine auf eine ungünstige Beeinflussung durch die Abwässer zurückführbare Veränderung nirgends beobachtet werden. Wohl wechselt der Reichtum an Pflanzenarten und auch die Üppigkeit einzelner Spezies im Verlauf der Oker je nach den Standorten und besonders in Abhängigkeit von der wechselnden Geschwindigkeit des Flußlaufes. Dort wo derselbe ein größeres Gefälle und stärkeres Geschiebe zeigt, ist das Flußbett pflanzenfrei und nur an den Rändern halten sich die gleichen Uferpflanzen wie oberhalb der Stadt Braunschweig; namentlich sind die Ufer überall stark mit Schilf (*Phragmites communis*) verwachsen. In stillen Buchten dagegen, wie z. B. bei der Pferdeweide findet sich die gleiche üppige Flora wie vor den Stauwehren oberhalb Braunschweigs.

Dasselbe Bild zeigte aber auch die Mikroflora. Überall, wo das Wasser langsamer fließt oder stagniert, konstatiert man zwischen den Uferpflanzen und am Boden eine reich entwickelte Diatomeen- und sonstige Algenflora; besonders häufig folgende Spezies: *Melosira varians*, *Navicula affinis*, *Synedra ulna*, *Cymatopleura solea*, *Amphora ovalis* etc.

Im allgemeinen aber, um hier auch gleich das viel prägnantere Resultat der Beobachtungen an der stärker mit Abwässern belasteten Schunter vorwegzunehmen, reagiert die Flora so wenig auf die Zufuhr von Abfällen der Chlorkaliumfabrikation, wenigstens innerhalb der beobachteten Konzentrationsgrenzen, daß die Untersuchung sich infolgedessen nicht zu sehr in Details zu verlieren brauchte und aus diesem Grunde auch die sehr zeitraubende Bestimmung der zahlreichen beobachteten Diatomeen als für die vorliegende Arbeit zwecklos zurückgestellt wurde.

Auch die Tierwelt zeigte in der Oker weder nach dem Einfluß des Kanals von Thiederhall noch nach der Zufuhr der Kaliabwässer aus der Asse und von Beienrode irgend eine merkliche Abnahme oder sonst wesentliche Veränderung. In den schnell fließenden Stellen der Oker ist im Zusammenhang mit der hier spärlicheren Pflanzenwelt selbstverständlich auch die Menge der Tiere geringer; an allen stagnierenden Stellen dagegen konnten nicht nur dieselben Arten im wesentlichen aufgefunden werden, wie oberhalb Braunschweigs, sondern an manchen stillen Plätzen, wie z. B. an der Pferdeweide ganz außerordentlich reiche Massen von gewissen Spezies, wie sie sogar oberhalb der Stadt Braunschweig nicht gefunden wurden.

Um die Beweise für die vorstehenden Schlußfolgerungen beizubringen, folgen hier einige Protokolle über die Einzelbeobachtungen.

Es wurden gefunden:

1. Unmittelbar vor dem Einfluß des Kanals von Thiederhall am Ufer zwischen Pflanzen am 5. Juni 1903.

a) Crustaceen: *Asellus aquaticus*, *Scapholeberis mucronata*, *Cyclops serrulatus*.

b) Insektenlarven: *Cloë diptera*, *Phryganea grandis*, *Mochlonyx culiciformis*, *Culex pipiens*. (NB. Die an der Oberfläche des Wassers lebenden Käferarten und Hydrometren konnten außer Betracht bleiben).

- e) Würmer: *Nais proboscidea*, *Rotifer vulgaris*, *Brachionus urceolaris*.
- d) Protozoen: *Amoeba diffluens*, *Arcella vulgaris*, *Paramecium putrinum*, *Euplotes charon*, *Oxytricha spec.*, *Monas vivipara*.

2. Hinter dem Einfluß des Kanals von Thiederhall ca. 50 m davon am Ufer zwischen Pflanzen am 5. Juni 1903.

- a) Crustaceen: *Asellus aquaticus*, *Cyclops serrulatus*, *Scapholeberis mucronata*, *Daphnia longispina*.
- b) Insektenlarven: *Cloë diptera*, *Phryganea grandis*, *Mochlonyx culiciformis*, *Culex pipiens*.
- c) Würmer: *Nais proboscidea*, *Rotifer vulgaris*.
- d) Protozoen: *Amoeba diffluens*, *Arcella vulgaris*, *Oxytricha affinis*, *Paramecium putrium*.

Aus der vorstehenden Aufzählung geht somit hervor, daß selbst an dem Ufer, an welchem das Kaliwerk Thiederhall seine Abwässer der Oker zuleitet, wo also das Flußwasser am stärksten verunreinigt ist, die niedere Tierwelt keine Veränderung erfahren hat. Wenn unterhalb des Kanaleinlaufes einige andere, namentlich Protozoenarten beobachtet wurden, wie oberhalb, so liegt das lediglich daran, daß bei vorübergehenden Exkursionen der Fang derartiger mikroskopischer Formen bis zum gewissen Grade vom Zufall abhängt. Eine längere Zeit fortgesetzte Untersuchung würde gewiß einmal eine größere Anzahl von Arten zu Tage gefördert, andererseits aber auch die allgemeine Verbreitung der hauptsächlichsten Formen erwiesen haben. Für die vorliegende Aufgabe kam es aber hierauf nicht an; es galt vielmehr nur festzustellen, ob die häufigen und typischen Tierformen der Oker vor und nach dem Einlauf der Kaliabwässer irgend eine Veränderung aufweisen oder nicht. Das ist nach dem Kanaleinlauf von Thiederhall sicher nicht der Fall, da auch die individuelle Menge der beobachteten Formen keine Verschiedenartigkeiten aufweisen. Es muß allerdings betont werden, daß diese Angabe mangels einer wissenschaftlichen Methode zur Bestimmung der Tiermengen in Flüssen lediglich auf dem Fanggeschick des Untersuchenden und nur auf Schätzungen der erbeuteten Menge beruht, deren Wert naturgemäß von der mehr oder minder großen Erfahrung des Untersuchers abhängt.

Daß die Tiermenge zum mindesten keine wesentliche Abnahme gezeigt hat, geht aber auch daraus hervor, daß alle Crustaceen und Rädertiere eine reichliche Eierproduktion aufwiesen, woraus auf ungünstige Lebensbedingungen jedenfalls nicht geschlossen werden konnte.

3. Nach dem Einlauf des Kanals von Thiederhall bis zur Schuntermündung.

Auf der weiter abwärts gelegenen Strecke der Oker, bevor noch weitere Abwässer als die von Thiederhall dem Flusse zugeführt sind, wurden mehrere Untersuchungen angestellt, so bei Veltenhof, beim Rieselgut Steinhof, an der Pferdeweide zwischen Walle und Rothemühle kurz vor der Schuntermündung.

Nirgends konnte auf dieser ganzen Strecke eine Verarmung oder sonst eine sinnfällige Veränderung der Tierwelt zum schlechteren beobachtet werden, im Gegen-

teil unterhalb des Einlaufes der Abwässer vom Rieselgut Steinhof war eine nicht unerhebliche Vermehrung namentlich der Daphniden- und Cyclopidenfauna zu konstatieren, welche gewiß auf die Zufuhr organischer Stoffe mit den Rieselwässern zurückzuführen ist. Das trat insbesondere in dem sogenannten toten Arm bei der Pferdeweide und ebenso vor dem Stauwehr in Rothemühle in Erscheinung wo die Daphniden und Cyclopiden (*Simocephalus sima* und *Cyclops serrulatus*) in so kolossalen Massen entwickelt waren, daß nach jedem Netzzug der Boden des Netzes mit einem dicken Crustaceenbrei bedeckt war. Ein derartiger Reichtum von Tieren war oberhalb der Stadt Braunschweig zu keiner Zeit aufzufinden, obwohl beide Okerstrecken wiederholt am gleichen Tage untersucht wurden.

An diesen langsam fließenden Stellen der Oker wurden auch zahlreichere Arten konstatiert, von denen die häufigsten das nachstehende Verzeichnis aufführt.

Oker zwischen Walle und Rothemühle, 13. Juli 1904.

1. Crustaceen:

<i>Simocephalus sima</i> .	<i>Cyclops serrulatus</i> .
<i>Scapholeberis mucronata</i> .	„ <i>fimbriatus</i> .
<i>Chydorus sphaericus</i> .	<i>Asellus aquaticus</i> .

2. Insektenlarven und Insekten.

<i>Chironomus plumosus</i> .	<i>Anobolis laevis</i> .
<i>Simulia spec.</i>	<i>Notonecta glauca</i> .
<i>Culex pipiens</i> .	<i>Ilybius spec.</i>
<i>Cloë diptera</i> .	

3. Arachniden:

Hydrachna geographica.

4. Würmer:

<i>Polycelis nigra</i> .	<i>Colurus biscopidatus</i> .
<i>Planaria torva</i> .	<i>Monostyla lunaris</i> .
<i>Clepsine bioculata</i> .	<i>Rotifer vulgaris</i> .
<i>Nephele vulgaris</i> .	

5. Mollusken:

<i>Gulnaria auricularia</i> .	<i>Sphaerium rivicola</i> .
<i>Lymnaeus stagnalis</i> .	

6. Coelenteraten:

Hydra grisea.

7. Protozoen:

<i>Amoeba radiosa</i> .	<i>Stylonychia mytilus</i> .
<i>Hyalodiscus guttula</i> .	<i>Vorticella campanula</i> .
<i>Euplotes charon</i> .	

Zu dem vorstehenden Verzeichnis sei ausdrücklich noch bemerkt, daß an rascher fließenden Stellen der Oker auch der *Gammarus pulex* unterhalb Braunschweig aufgefunden wurde.

Dieser Befund ist besonders zu betonen, weil gerade diese Art gegen Wasser-
verunreinigungen im allgemeinen sehr empfindlich ist.

4. Nach Einlauf der Schunter mit den Abwässern von Asse und Beienrode.

Um den Einfluß der aus den Kaliwerken Asse und Beienrode herstammenden
Abwässer beurteilen zu können, wurde die Oker besonders auf der Strecke von der
Schuntermündung bis Groß-Schwülper wiederholt untersucht. Weitere Befunde wurden
stromabwärts bei Didderse, Hillerse und Meinersen erhoben.

Auch auf dieser Flußstrecke konnte ein schädlicher Einfluß der Kaliabwässer
weder auf die Pflanzen noch auf die Tierwelt beobachtet werden.

Da die Oker zwischen der Schuntermündung und Groß-Schwülper in einem
engeren Flußbett fließt und deshalb einen schnelleren Lauf aufweist, so beschränkt
sich die Fauna hier auf die zwischen den Uferpflanzen und am Grunde lebenden
Arten. Die fließende Welle ist hier, wie auch sonst an sich unbelebt, wenn man
von den Fischen absieht, und führt nur zufällig und vereinzelt vom Ufer oder vom
Boden losgerissene Organismen. Immerhin ist das Tierleben reich genug entwickelt,
um zu zeigen, daß auch hier ein schädlicher Einfluß der Abwässer nicht vorhanden ist.

Zum Beweis dafür folgt das Verzeichnis der bei Groß-Schwülper beobachteten
Spezies:

Groß-Schwülper, 20. Juni 1904 und 13. August 1904.

1. Crustaceen: *Asellus aquaticus*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus
sima*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops serrulatus*, *Cyclops fimbriatus* (mit zahl-
reichen Naupliuslarven).
2. Insektenlarven und Insekten: *Anabolia laevis*, *Chironomus plumosus*,
Culex pipiens, *Simulia spec.* (als Larven und Puppen auf *Nuphar luteum*),
Cloë diptera, *Notonecta glauca*, *Ilybius spec.*
3. Arachniden: *Hydrachna geographica*.
4. Würmer: *Nais proboscidea*, *Rotifer vulgaris*.
5. Mollusken: *Gulnaria auricularia*, *Limnaeus stagnalis*.
6. Protozoen: *Oxytricha spec.*, *Coleps hirtus*, *Polytoma uvella*.
7. Fische: Reichliche Mengen von Weißfischbrut und Barschen.

Das vorstehend entworfene Bild der Flora und Fauna in der Oker bedarf noch
einer wichtigen Ergänzung durch die Aufzählung der Fische. Allerdings konnten
dieselben nicht selbst beobachtet werden, weil hierzu längere Zeit und ein kost-
spieliger Apparat an Netzen, Booten, Fischern etc. notwendig gewesen wäre.

Das nachstehende Verzeichnis stützt sich daher im wesentlichen auf die An-
gaben, welche von den Fischereiberechtigten, Fischpächtern und Fischern in der Oker
gemacht wurden. Sie sind aber nicht nur deshalb zuverlässig, weil sie von durch-
aus glaubwürdigen Leuten stammen, welche über ihre Fänge Aufzeichnungen gemacht
haben, wie z. B. der Fischereipächter auf der Strecke Braunschweig bis Walle, Herr
Kaufmann Sichler in Braunschweig, sondern weil die Fischereiberechtigten nach
Lage der Sache eher ein Interesse daran gehabt hätten, zu wenig als zu viel von

Fischen anzugeben. Überdies konnten auch bei den Untersuchungen überall in der Oker große und kleine Fische des öfteren beobachtet werden.

Auf der Strecke unterhalb Braunschweigs werden danach folgende Fischarten in der Oker gefangen: 1. *Cyprinus carpio* (Karpfen), 2. *Tinca vulgaris* (Schleien), 3. *Abramis brama* (Brachsen), 4. *Idus melanotus* (Nerfling), 5. *Blicca björkna* (Blei), 6. *Aspius rapax* (Rapfen), 7. *Leuciscus rutilus* (Plötze), 8. *Scardinius erythrophthalmus* (Rotfeder), 9. *Esox lucius* (Hecht), 10. *Perca fluviatilis* (Barsch), 11. *Carassius vulgaris* (Karasche), 12. *Lota vulgaris* (Aalrutte), 13. *Anguilla vulgaris* (Aal).

Die vorstehend genannten Fische kamen während der Untersuchungsjahre nicht nur vereinzelt, sondern teilweise sogar massenhaft vor. Es wurden z. B. im Frühjahr 1903 zwischen Oelper und Walle mit der Angel gefangen 164 Stück Hechte und auf einem Zug 3 Zentner Brachsen.

Daß sich die Fischerei in diesem Teil der Oker in gutem Zustand befindet, liegt ohne Zweifel im wesentlichen daran, daß sie von den hier zum Fang Berechtigten durch entsprechenden Besatz und sonstige pflegliche Behandlung nach wirtschaftlichen Grundsätzen ausgeübt wird.

Von Walle ab bis Meinersen wird die Fischerei dagegen nirgends rationell betrieben. Die Fischereiberechtigten sind nirgends Berufsfischer, sondern üben die Fischerei entweder garnicht aus, oder sie verpachten sie an Leute, welche die Fischerei weder berufsmäßig erlernt haben, noch die nötigen, zum Fang geeigneten Geräte besitzen. Daher war es begreiflich, daß von diesen Klagen über die geringen Erträge der Fischerei laut wurden.

Es konnte indessen nirgends festgestellt werden, daß auch wirklich der Fischbestand auf dieser Strecke vernichtet wäre. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist derselbe ein schlechter, aber nicht deshalb, weil das Wasser hier weniger geeignet für die Fischerei wäre, wie in der Strecke Braunschweig-Walle, sondern lediglich deshalb, weil hier jede Fischereiwirtschaft mangelt. Ein Beweis dafür, daß die Fische hier sehr gute Existenzbedingungen finden, liefert der sehr ergiebige Aalfang, welcher an der Mühle in Meinersen betrieben wird, wo in mancher Nacht bis 100 Pfund Aale gefangen werden, welche in den Herbstmonaten von oberhalb abwärts wandern. Außer dem Aal kommen andere Wanderfische, wie z. B. Lachse, Störe in der Oker nicht vor¹⁾.

Fassen wir nunmehr das Resultat der vorstehenden Erörterungen kurz zusammen,

¹⁾ Nach Abschluß der Untersuchungen trat allerdings in der Oker von Oelper abwärts ein sehr starkes Fischsterben auf. Nach der langen Dürre des Sommers 1904 fiel am 1. September starker Regen. Die in den Kanälen und Straßen der Stadt angesammelten Rückstände wurden durch die Kanalauslässe plötzlich in großen Mengen der Oker zugeführt. Infolgedessen traten hier die gleichen Erscheinungen auf wie sie z. B. in der Spree in Berlin alljährlich nach starken Regengüssen beobachtet werden. Es starben damals nach den Angaben des Fischereiberechtigten Tausende von wertvollen Fischen, insbesondere Hechte, Karpfen, Schleien, Barsche und Brachsen, welche teils tot, teils dem Verenden nahe an der Oberfläche trieben und von den Anwohnern gelandet wurden. Es waren Brachsen bis zu 10 Pfund darunter, Barsche bis zu 3 Pfund und Hechte in allen Größen. Dieses Fischsterben, welches unmittelbar hinter der Stadt Braunschweig auftrat, hat mit den Abwässern der Chlorkaliumfabriken somit garnichts zu tun, sondern ist auf die plötzlich in großen Massen eingeleiteten Kanalwässer der Stadt Braunschweig zurückzuführen.

so ergibt sich, daß die Abwässer der Chlorkaliumfabriken in Thiederhall, Asse und Beienrode in den Mengen wie sie zurzeit der Untersuchung in die Oker eingeleitet wurden, weder das Tier- noch das Pflanzenleben daselbst wesentlich ungünstig beeinflusst haben.

Nach den Analysen des Kaiserlichen Gesundheitsamts (vergl. Tabelle 22, 24 und 27) flossen der Oker soviel Abwässer zu, daß die Härte des Wassers, welche vor dem Betrieb der Kalibergwerke resp. Chlorkaliumfabriken z. B. im Jahre 1887, 15 deutsche Grade betragen hatte (vergl. Tabelle 18 des chemischen Berichts) auf 40—45 Grade zeitweise angestiegen war. Aus Tabelle 27 geht hervor, daß dann im Liter Okerwasser rund ca. 120 mg Magnesia d. h. ca. 470 mg = 0,047 % Magnesiumchlorid vorhanden waren.

Hieraus leitet sich somit das allgemein gültige Resultat ab, daß Belastungen fließender Wässer mit Abwässern der Chlorkaliumfabrikation, durch welche die Härte bis 50° und der Gehalt an Chlormagnesium bis 0,047 % ansteigt für die Flora und Fauna nicht schädlich sind.

Nach den experimentellen Untersuchungen der Königlich Bayerischen Biologischen Versuchsstation in München (vergl. diesen Bericht I. Teil S. 131) würde man freilich erwarten können, daß noch größere Mengen von chlormagnesiumhaltigen Abwässern ohne Schaden für Tiere und Pflanzen den Gewässern zugeführt werden dürften; denn selbst die empfindlichsten Tiere wie z. B. die Daphniden vermögen nahezu zehnmal so große Mengen von Chlormagnesium zu ertragen.

Aus den nachstehenden Untersuchungen über die Schunter geht auch hervor, daß die Grenze der Schädigungen für Tiere und Pflanzen bei weitem höher liegen muß. Allein ehe diese höher liegenden Grenzwerte nicht mit aller Sicherheit unter den Verhältnissen der freien Natur festgestellt sind, wird es sich nicht empfehlen, daraufhin etwa wesentlich größere Mengen von Abwässern für zulässig zu erklären.

Für die Beurteilung der Schädlichkeit von Abwässern der Chlorkaliumfabrikation liegen in der Literatur nur spärliche Angaben vor. So berichtet Schiemenz¹⁾; daß er die Abwässer der Kalibergwerke zu Salzdorf, Gr. Rhüden und Jeßnitz untersucht und obwohl es sich in den beiden ersten Fällen um kleinere Gewässer gehandelt habe, zu dem Resultat gekommen sei, daß von einem fischereilichen Schaden hier nicht wohl die Rede sein könne. Leider ist hier auch nicht angegeben, wie stark die Gewässer wirklich mit Abwässern beladen gewesen sind.

Ferner sind die Untersuchungen von W. Ostwald²⁾, zu berücksichtigen, nach welchen Kombinationen gewisser Salze weniger schädlich wirken, wie die reinen Salze für sich allein. *Gammarus pulex* reagiert z. B. auf reines Chlornatrium viel stärker, wie wenn dieselben Mengen Kochsalz in Meerwasser verwandt wurden.

$\text{Na Cl} + \text{K Cl} + \text{Ca Cl}_2 + \text{Mg SO}_4 + \text{Mg Cl}_2$ ist ferner weniger giftig für *Gammarus pulex*, als jeder dieser Stoffe für sich und auch weniger als Lösungen mit nur vier, drei oder zwei dieser Bestandteile allein.

¹⁾ Vergl. Fischereizeitung Nr. 34, pag. 546 vom 20. August 1904.

²⁾ W. Ostwald: Versuche über die Giftigkeit des Seewassers für Süßwassertiere.

Es ist möglich, daß diese merkwürdigen Befunde von Ostwald für den vorliegenden Fall gleichfalls Gültigkeit haben, obwohl Ostwald mit Lösungen in destilliertem Wasser gearbeitet hat.

Eine hierauf gerichtete Untersuchung soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

B. Untersuchungen in der Schunter.

Die Schunter wird an zwei Stellen durch die Abwässer der Chlorkaliumfabriken in Beienrode und Asse verunreinigt. Es waren daher biologische Untersuchungen oberhalb und unterhalb Beienrode, sowie vor der Einmündung in die Oker bei Walle vorzunehmen.

Dieselben ergaben folgende Resultate:

1. Die Flora und Fauna der Schunter vor dem Einfluß der Beienroder Abwässer (am 5. Juni 1903, am 21. Juni 1904 und am 14. August 1904).

Die Pflanzenwelt ist gut entwickelt. Die Ufer sind mit Schilf (*Phragmites communis*) verwachsen, im Wasser wuchert *Myriophyllum spicatum*, *Glyceria fluitans*, *Nuphar luteum*, *Fontinalis antipyretica*, *Potamogeton natans*.

Von niederen Pflanzen wurden notiert Diatomeen: und zwar *Synedra ulna*, *Navicula affinis*, *Melosira varians*, *Gomphonema dichotoma*, *Cymbella cystula*.

Man findet ferner *Crenothrix polyspora*, *Sphaerotilus natans* und *Oscillatoria limosa*; ein Zeichen, daß das Schunterwasser mit organischen Substanzen bereits verunreinigt ist, welche wahrscheinlich von den oberhalb Beienrode liegenden Zuckerfabriken an der Schunter herrühren.

Von Tieren wurden beobachtet:

1. Protozoen: *Amoeba limax*, *Glaucoma scintillans*, *Cyclidium glaucoma*, *Nassula elegans*, *Colpoda cucullulus*, *Chilodon uncinatus*, *Vorticella microstoma*, *Oxytricha spec.*, *Trepomonas natans*, *Peranema trichophyllum*.
2. Würmer: *Rotifer vulgaris*, *Colurus uncinatus*, *Nais elinguis*, *Chaetogaster diaphanus*.
3. Crustaceen: *Cyclops serrulatus*, *Cycl. fimbriatus*, *Gammarus nov. spec.*¹⁾.
4. Insektenlarven und Insekten: *Cloë diptera*, *Simulia spec.*, *Chironomus plumosus*, *Ceratopogon spec.*, *Calopteryx eques*, *Phryganea grandis*, *Culex pipiens*.
5. Mollusken: *Gulnaria auricularia*, *Planorbis corneus*.
6. Fische: Weißfischbrut und *Gasterosteus pungitius*.

Die Tierwelt war quantitativ im allgemeinen nicht besonders reichhaltig. Nur die Protozoen zeigten sich sowohl an Arten wie an Individuen stark vertreten.

2. Flora und Fauna der Schunter nach Einfluß der Abwässer von Beienrode (am 5. Juni 1903, am 21. Juni 1904 bis etwa 1 km unterhalb der Einmündung der Abwässer).

a) Die Pflanzenwelt hat keine sinnfällige Veränderung erfahren. Es finden sich dieselben höheren Pflanzen vor, wie oberhalb des Fabrikkanals, auch die niederen

¹⁾ Diese neue Tierart wird an einer anderen geeigneten Stelle beschrieben werden.

Tiere treten in denselben Arten auf, die Diatomeen haben sogar sehr sichtbar an Masse zugenommen, indem sie die höheren Pflanzen und alle festen Gegenstände am Ufer und teilweise am Boden mit einer dicken, braunen, schleimigen Schicht überziehen. Besonders auffallend war diese Diatomeen-Wucherung auch in der Uhrau.

b) Von Tieren wurden konstatiert am 5. Juni 1903 und 21. Juni 1904.

Protozoen: *Amoeba limax*, *Dimastigamoeba invertens*, *Glaucoma scintillans*, *Oxytricha fallax*, *Euplotes charon*, *Trachelophyllum apiculatum*, *Gastrostyla Steini*, *Nassula elegans*, *Amphileptus Claparedei*.

Würmer: *Nais elinguis*, *Chaetogaster diaphanus*, *Rotifer vulgaris*, *Colurus uncinatus*.

Crustaceen: *Cyclops serrulatus*, *Gammarus nov. spec.*

Insektenlarven: *Cloë diptera*, *Calopteryx eques*, *Culex pipiens*, *Phryganea grandis*, *Chironomus plumosus*.

Mollusken: *Gulnaria auricularia*,

Fische: *Gasterosteus aculeatus*.

Wie das vorstehende Verzeichnis ergibt, waren zur Zeit der Untersuchung noch aus allen Tierklassen, welche oberhalb Beienrode vorkommen, Vertreter auch unterhalb des Fabrikauslaufs vorhanden.

Wenn somit die qualitative Zusammensetzung der Fauna noch keine sehr auffällige Veränderung erfahren hatte, so war dagegen bereits am 21. Juni 1904 die Menge der Tiere in offenbarem Rückschritt zu finden. Reichlich vertreten waren lediglich die vorstehend genannten Protozoen, von den übrigen Spezies dagegen waren nur mehr vereinzelte Individuen aufzufinden.

Dieses Verhältnis steigerte sich noch sehr erheblich als die Untersuchung in der trockenen Zeit des August (13. August 1904) wiederholt wurde. Zu dieser Zeit war die Tierwelt nicht nur sehr arm an Individuen, sondern es waren einzelne Arten so z. B. *Gammarus nov. spec.*, *Nais elinguis* überhaupt nicht mehr aufzufinden. Auffallend war dagegen auch im August noch das üppige Wachstum von Diatomeen und Protozoen.

Aus diesem Befund darf man den Schluß ziehen, daß in den Jahren 1903 und 1904 von dem Kaliwerk in Beienrode zeitweise wenigstens so große Mengen an Abwässern in die Schunter eingeleitet sein mußten, daß die Tierwelt unter dem Einfluß derselben zwar noch nicht abgestorben war, aber doch bereits zu kümmern begonnen hatte.

Nach den in Tabelle 11 enthaltenen Analysen von Beckurts war der Gehalt an Chlormagnesium in der Schunter unterhalb Beienrode am 20. Juli bereits auf 0,58 % gestiegen, während die Härte gegen die Norm von etwa 25 Graden, nicht weniger als 359,4 Grade aufwies.

Zu anderen Zeiten wurden freilich erheblich niedrigere Zahlen ermittelt (vergl. Tabelle 12 und 14), wahrscheinlich sind aber zeitweise noch größere Mengen von Abwässern zur Einleitung gekommen, wofür die in den Jahren 1903 und 1904 stark gesteigerte Produktion des Kalibergwerks (vergl. Tabelle 17) den Beweis liefert.

Wegen der großen Unregelmäßigkeit, mit welcher die Abwässer von Beienrode der Schunter zugeleitet wurden, läßt sich daher leider nicht mit Sicherheit angeben, wie stark das Wasser an einzelnen Tagen in Wirklichkeit mit Chloriden belastet war, mit anderen Worten, welche Konzentrationen von Chlormagnesium die beobachtete Verkümmernng der Tierwelt im August 1904 hervorgerufen hatte, sondern es läßt sich auf Grund der biologischen Befunde nur im allgemeinen konstatieren, daß die Abwässer von Beienrode in der Schunter mit Rücksicht auf die Erhaltung die Tierwelt das Maß des Zulässigen zeitweise bereits überschritten haben mußten.

Wenn gleichwohl einzelne Tiere aufgefunden werden konnten, so wird das wohl seinen Grund darin haben, daß für gewöhnlich geringere und für die Tiere noch erträgliche Mengen von Abwässern zur Einleitung gekommen sind. Es darf aber auch nicht übersehen werden, daß ein Teil der gefundenen Tiere aus den oberliegenden reineren Flußstrecken fortgesetzt, besonders aber bei Hochwasser, eingeschwemmt werden mußte, sich dann bei geringerer Verunreinigung des Wassers mit Chlormagnesium eine Zeit lang halten, teilweise auch sogar fortpflanzen konnte, bis er bei höheren und tödlichen Konzentrationsgraden abstarb. Derartige Katastrophen und nachträgliche Neubesiedelungen können sich schon wiederholt in der Schunter abgespielt haben, ohne daß wir aus Mangel häufigerer Untersuchungen näheres darüber konstatieren können.

3. Flora und Fauna der Schunter nach Einfluß der Abwässer von Beienrode und Asse.

(Untersucht bei Walle am 20. Juni 1904 und 14. August 1904).

Da angenommen werden konnte, daß von dem Stauwehr bei Walle in der Schunter die maximalen Wirkungen aller Abwässer zur Wirkung kommen würden, so erstreckte sich die Untersuchung im wesentlichen auf die Gegend oberhalb dieses Wehres. Es wurde aber auch die Strecke unterhalb des Wehres bis zum Einlauf in die Oker mitberücksichtigt.

Die Pflanzenwelt war am 20. Juni 1904 und 13. August 1904 noch reichlich entwickelt. In dem klaren bis auf den Grund durchsichtigen Wasser fluteten *Myriophyllum spicatum*, *Glyceria fluitans*, *Fontinalis antipyretica*, *Nuphar luteum*. Die Diatomeenflora war in üppiger Wucherung, besonders die Arten *Cymatopleura solea*, *Synedra ulna*, *Navicula affinis*, *Melosira varians*, *Tabellaria fenestrata*, *Gomphonema dichotoma*. Dieselben hatten die höheren Pflanzen mit einer dicken, braunen, schleimigen Schicht überzogen, so stark, daß manche Büschel darunter bereits gelitten hatten und im Absterben begriffen waren.

Die Tierwelt war dagegen mit Ausnahme der Protozoen sowohl spezifisch wie individuell schon am 20. Juni 1904 schwach vertreten.

Es wurden zu dieser Zeit beobachtet:

Protozoen: *Amoeba limax*, *Coleps hirtus*, *Euplotes charon*, *Loxophyllum fasciola*, *Vorticella campanula*, *Stentor coeruleus*, *Chilodon cucullulus*.

Insektenlarven: *Cloë diptera*, *Culex annulatus*, *Chironomus plumosus*, *Spimulia sec.*

Crustaceen: Cyclops serrulatus.

Würmer: Rotifer vulgaris.

Fische: Brut von Weißfischen, Jährlinge und erwachsene Fische, welche nicht gefangen und bestimmt werden konnten.

Am 13. August 1904 waren dagegen im wesentlichen nur noch die genannten Protozoen vorhanden, von Insektenlarven und Crustaceen fanden sich nurmehr noch ganz vereinzelt Exemplare, besonders Cloe diptera und Cyclops serrulatus vor. Die Tierwelt war in sichtbarem Absterben begriffen, an vielen Stellen war trotz eifrigsten Suchens überhaupt nichts mehr zu finden, im allgemeinen zeigten sich nur noch kümmerliche Reste.

Man darf hieraus den sicheren Schluß ziehen, daß zur Zeit der Untersuchung resp. vor derselben so große Mengen von Chlormagnesium in die Schunter geleitet worden waren, daß hierunter die Tiere stark leiden mußten und bis auf geringe Spuren bereits verschwunden waren.

Leider läßt sich auch hier nicht ermitteln, wie hoch der Gehalt des Wassers an Chlormagnesium war. Vereinzelt Analysen an den Tagen der biologischen Untersuchung hätten mit Rücksicht auf die große Unregelmäßigkeit, mit welcher die Abwässer zum Ablauf kamen, auch nicht zum Ziele geführt.

Welche Mengen von Chlormagnesium zeitweise wenigstens der Schunter zugeleitet worden waren, das zeigen am deutlichsten wohl die auf Tabelle 13 mitgeteilten Analysen von Vogel, welcher in einer Durchschnittsprobe 12 m nach dem Einlauf des Abwasserkanals von Asse ca. 1,13 % $MgCl_2$ vorfand, d. h. so große Mengen, wie sie nur von den wenigsten Tieren ertragen werden konnten.

Am Boden der Schunter fand Vogel an der gleichen Stelle sogar 7,5 % $MgCl_2$. Offenbar war hier eine genügende Durchmischung der Abwässer mit der Vorflut noch nicht eingetreten.

Über die Fischerei in der Schunter konnten leider keine so zuverlässigen Erhebungen gepflogen werden, wie in der Oker.

Es lag das im wesentlichen daran, daß zwischen den Fischereiberechtigten und dem Kaliwerk Beienrode Differenzen wegen angeblicher Schädigung der Fischerei durch die Abwässer dieses Werks ausgebrochen waren, welche inzwischen zu einem Prozeß geführt haben. Aus diesem Grunde mußten Erkundigungen bei den Parteien und ihren Anhängern unterbleiben.

Durch den Augenschein ließ sich feststellen, daß sowohl im Jahre 1903 und 1904 in der Schunter Weißfische und Stichlinge vorhanden waren. Des öfteren konnte namentlich Weißfischbrut an verschiedenen Stellen der Schunter beobachtet werden. Auch wurden wiederholt erwachsene Weißfische gesehen.

Es konnte andererseits konstatiert werden, daß in der Schunter von Unberechtigten Raubfischerei betrieben wird, wodurch naturgemäß eine pflegliche Behandlung der Fischerei seitens der Berechtigten sehr erschwert wird und die Fischerei in einen schlechten Zustand geraten muß.

Ferner ist vonseiten der Fischereiberechtigten behauptet worden, daß schon wiederholt in den Wintermonaten unter dem Eis Aalsterben aufgetreten seien. Zur

Zeit der Untersuchung wurde von derartigen Katastrophen nichts bekannt, sodaß auch über die Ursache früher vorgekommener Aalsterben naturgemäß nichts mehr ermittelt werden konnte.

Da in der Schunter oberhalb Beienrode die Abwässer einer Zuckerfabrik einfließen, so besteht die Möglichkeit, daß, wie an anderen Orten, Sauerstoffmangel in der Schunter eingetreten war, welcher ein Aalsterben zur Folge gehabt haben konnte.

Die experimentellen Untersuchungen über den Einfluß von $MgCl_2$ auf Aale, welche in der biologischen Station zu München angestellt wurden, haben ergeben, daß erst bei Konzentrationen von 1% bis 2% $MgCl_2$ Schädigungen beobachtet werden konnten.

Da derartige große Mengen von $MgCl_2$ durch die chemischen Analysen nicht festgelegt werden konnten, so läßt sich somit ein direkter Schaden für die Aale und auch die Weißfische nicht sicher beweisen.

Dagegen folgt aus den vorstehenden Beobachtungen über den Rückgang der niederen Tierwelt, welche den Fischen zur Nahrung dient, daß die Fischerei in der Schunter indirekt sehr schwer geschädigt sein mußte. Wenn die Fische keine Nahrung finden, so wandern sie eben aus den verarmten Strecken nach nahrungsreicheren Weideplätzen. Und das tun naturgemäß solche Fische, die wie die Aale ans Wandern gewöhnt sind, um so leichter.

Der Rückgang der Aalfischerei in der Schunter findet somit seine einfache Erklärung in dem durch die Kaliabwässer hervorgerufenen Nahrungsmangel.

Damit soll freilich nicht gesagt sein, daß nicht auch zu bestimmten Zeiten, z. B. bei besonders starkem Niederwasser, wie es im Winter vorkommen kann, die Einleitungen von Chlormagnesium einen so hohen Grad erreicht haben konnten, daß auch ein direkt schädlicher Einfluß auf die Fische ausgeübt werden und Fischsterben die Folge sein mußten.

Schlußsätze.

1. Die Verunreinigung des Schunterwassers durch die Abwässer aus den Chlorkaliumfabriken Beienrode und Asse ist, wie die in den Jahren 1902 bis 1904 vorgenommenen Untersuchungen haben ersehen lassen, hochgradig und steigt zeitweise sehr stark an. Die Menge der Endlaugenbestandteile, welche in dem Wasser der Schunter ermittelt wurde, ist größer als diejenige Menge, welche sich durch Berechnung aus den gegenwärtig gemäß den behördlichen Konzessionen zur Ableitung in die Schunter zugelassenen Abwassermengen ergibt, offenbar, weil in den beiden vorgenannten Fabriken größere Salzmengen verarbeitet werden, als behördlich für den Tag gestattet ist. Aber selbst unter normalen Verhältnissen — Einhaltung der behördlich festgesetzten Grenzen für die täglich zur Verarbeitung gelangenden Mengen Rohsalz, gleichmäßige Verdünnung und gleichmäßige Ableitung der Abwässer — würde die Verunreinigung der Schunter beträchtlich sein.

2. Die Oker wird durch die Abwässer der Chlorkaliumfabriken Thiederhall, Beienrode und Asse stark belastet; trotz der größeren Abwassermenge ist infolge der

stärkeren Wasserführung des Flusses die Verunreinigung geringer als bei der Schunter, immerhin aber noch als erheblich zu bezeichnen.

3. An der oberen Aller bis zur Einmündung der Oker war die Verunreinigung zur Zeit der vorgenommenen Untersuchungen gering, weil in der Chlorkaliumfabrik Beendorf nur Sylvinit auf Chlorkalium verarbeitet, Carnallit dagegen nur vorübergehend und versuchsweise in Arbeit genommen wurde, und der Betrieb der Gewerkschaft Einigkeit in Ehmen damals noch nicht begonnen hatte.

Nach Einmündung der Oker enthält die Aller die Abwässer sämtlicher in Frage kommenden Chlorkaliumfabriken. Unterhalb der Okermündung bis nach Celle gestaltet sich die Verunreinigung der Aller entsprechend der Zunahme der Wassermenge durch die Nebenflüsse und das Grundwasser geringer als in der Oker und ist als mäßig anzusehen.

4. Die zur Verarbeitung in den bestehenden Fabriken zur Zeit der Untersuchungen bereits zugelassenen Carnallitmengen, deren Endlaugen in die Schunter, Oker und Aller abgeleitet werden dürfen, betragen täglich 5500 dz und würden, wenn die Erteilung der nachgesuchten erweiterten Konzessionen erfolgte, auf 11500 dz steigen.

In gesundheitlicher Hinsicht ist eine derartige Verunreinigung als eine erhebliche Verschlechterung des Wassers, namentlich hinsichtlich seiner Verwendbarkeit zu Trink- und Wirtschaftszwecken, zu betrachten. Das Gleiche gilt hinsichtlich der Verwendbarkeit des Wassers zu gewerblichen Zwecken. Es wäre deshalb erwünscht, auf eine Verminderung der Verunreinigungen hinzuwirken. Soweit aber aus technischen oder sonstigen Gründen eine solche nachträgliche Einschränkung nicht ausführbar sein sollte, ist wenigstens einer weiteren Verschlechterung entgegenzutreten. Auch mit Rücksicht auf den Fischbestand der Flüsse sowie auf die Beschaffenheit des Bodens und den Pflanzenwuchs des anliegenden Geländes wäre einer übermäßigen Versalzung des Wassers vorzubeugen und zu diesem Behufe die zur Verarbeitung zuzulassende Menge von Rohsalzen so festzusetzen, daß die Verunreinigung der Flüsse eine bestimmte obere Grenze nicht überschreitet und namentlich für die untere Aller der jetzige Stand tunlichst festgehalten wird.

5. Als oberste Grenze der zulässigen Verunreinigung der hier in Betracht kommenden Flußläufe, d. h. der Schunter, Oker sowie der Aller bis unterhalb der Einmündung der Oker (Müden) könnte äußersten Falles festgesetzt werden, daß durch Zuführung der Abwässer aus Chlorkaliumfabriken die Härte des Flußwassers um nicht mehr als 30—35° (deutsche Härtegrade) und sein Chlorgehalt um nicht mehr als 350—400 mg im Liter erhöht werden darf.

Es dürften darnach höchstens betragen

in der Schunter die Härte:	50—55°	der Chlorgehalt:	400—450 mg,
„ „ Oker	„ „ 40—45°	„ „	400—450 „
„ „ Aller			
bis Müden	„ „ 40—45°	„ „	400—450 „

Hierbei ist angenommen, daß die mittlere natürliche Härte

der Schunter	20 ^o ,
„ Oker	10 ^o ,
„ Aller	10 ^o ,

und der natürliche Chlorgehalt der drei Flüsse je 50 mg im Liter beträgt.

6. Diese Grenzzahlen würden bei Zulassung der Verarbeitung von Rohsalzen in dem beantragten Umfange¹⁾ im Verlaufe eines Jahres durchschnittlich nach den vorliegenden Feststellungen überschritten werden

in der Schunter:

bei Beienrode an 152—121 Tagen, an ihrer Mündung an 53—26 Tagen;

in der Oker:

oberhalb der Schuntermündung an 7—4 Tagen, unterhalb der Schuntermündung an 12—6 Tagen, an ihrer Mündung an 3—2 Tagen;

in der Aller bis Müden:

bei Groß-Bartensleben an mehr als 217 Tagen, nämlich an allen Tagen mit Niedrig- und Mittelwasser und mindestens einem Teil der Hochwassertage, oberhalb der Okermündung an 6—3 Tagen, unterhalb der Okermündung an 4—2 Tagen.

Hieraus läßt sich entnehmen, in welchem Maße die zur Verarbeitung zuzulassenden Mengen von Rohsalzen herabzusetzen sind und auf die einzelnen Flußabschnitte verteilt werden können.

7. Eine Beeinflussung des Grundwassers durch das verunreinigte Flußwasser ist nach dem Ergebnis der bisherigen Untersuchungen kaum zu erwarten.

8. Ob die Vermehrung der Abwassermengen auf die Beschaffenheit des Bodens und auf den Pflanzenwuchs des anliegenden Geländes bei länger dauernder Einwirkung nachteilig sein würde, kann nicht als endgültig festgestellt gelten. Die unter Ziffer 5 angegebenen Grenzen können daher in dieser Hinsicht nur als vorläufige betrachtet werden.

9. Eine Schädigung des Fischlebens ist, sofern die unter Nr. 5 angegebenen Grenzen eingehalten werden, in den drei Flüssen nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht zu erwarten.

10. Um soweit als möglich sicherzustellen, daß eine Überschreitung der zur Verarbeitung zugelassenen Mengen von Rohsalzen nicht stattfindet, wird Vorsorge zu treffen sein, daß die Abwässer nur in den der jeweiligen Wasserführung entsprechenden Mengen nach vorheriger ausreichender Klärung und Verdünnung und mit der notwendigen Gleichmäßigkeit innerhalb der 24 Stunden des Tages abfließen, sowie rasch und möglichst gleichmäßig mit dem Flußwasser vermischt werden.

Zu diesem Zwecke ist folgendes zu empfehlen:

Den in Betracht kommenden Betrieben ist aufzugeben, daß die täglich verarbeitete Rohsalzmenge aufgezeichnet und daß der Aufsichtsbehörde innerhalb bestimmter Zeiträume hierüber regelmäßig Nachweise erbracht werden.

¹⁾ Neuere amtlich dem Reichs-Gesundheitsrat nicht bekannt gewordene Verschiebungen der Verhältnisse sind bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Betriebe müssen mit Einrichtungen versehen sein, welche das Ablassen der Endlaugen in bestimmter Menge innerhalb der Zeiteinheit mit Sicherheit gestatten und eine ausreichende Kontrolle jederzeit ermöglichen.

Die abfließenden Laugen müssen auf ein bestimmtes spezifisches Gewicht (zweckmäßig 1,1) verdünnt werden; an geeigneten Stellen sind selbstregistrierende Aräometer anzubringen.

Die Einrichtungen zum Aufsammeln der Endlaugen (Sammelbecken) müssen ausreichend groß und außerdem so hergestellt sein, daß ein Versickern ihres Inhalts ausgeschlossen ist.

Die Endlaugen dürfen erst dann abgelassen werden, wenn sie neutral sind, und dürfen kein freies Chlor oder Brom enthalten.

Durch entsprechende Anordnungen der Aufsichtsbehörde ist sicherzustellen, daß eine regelmäßige amtliche Kontrolle der Beschaffenheit der Endlaugen, der Art ihrer Ableitung in den Fluß sowie der hierzu bestehenden Einrichtungen durch Sachverständige ausgeübt wird. Insbesondere ist auch für eine fortlaufende Untersuchung der Beschaffenheit des Flußwassers oberhalb und unterhalb jeder Chlorkaliumfabrik Sorge zu tragen.



S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



16802

L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-16802

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300419