

Zeitschrift für angewandte Chemie

I. Band, Seite 469—480

Aufsatzteil

30. November 1915

Über die Prüfung des destillierten Wassers auf Brauchbarkeit für die Bereitung von Salvarsanlösungen.

Von Dr. J. TILLMANS und Dr. H. MILDNER¹⁾.

Mitteilung aus der chemisch-hygienischen Abteilung (Abteilungsvorsteher: Privatdozent Dr. J. Tillmans) des staatlichen hygienischen Instituts in Frankfurt a. M. (Direktor: Professor Dr. M. Neisser.)

(Eingeg. 20.9. 1915.)

Nach Salvarsaninjektionen sind vereinzelt plötzliche, zunächst unerklärliche Todesfälle aufgetreten. Der Erfinder des Salvarsans, Exzellenz Ehrlich, glaubt bei näherer Untersuchung im Benehmen mit den betreffenden behandelnden Ärzten die Ursache in der Beschaffenheit des destillierten Wassers, welches zur Bereitung der Salvarsanlösungen verwendet worden war, gefunden zu haben. Er ist der Ansicht, daß durch bestimmte Stoffe plötzliche Autoxydationen, insbesondere des Neosalvarsans, veranlaßt werden können. Das durch solche Autoxydationen veränderte Salvarsan wirkt aber im Organismus viel giftiger als das normale und unveränderte Erzeugnis.

Bisher sind dreierlei Wasserfehler beobachtet worden:

Destilliertes Wasser ist nicht selten reich an Bakterien. Beim Zerfall der Leibessubstanz solcher Bakterien in der Blutbahn bilden sich bestimmte Stoffe, welche, wenn sie in größerer Menge auftreten, die genannten Wirkungen veranlassen sollen.

Ferner soll ein Gehalt des Wassers an Glasbestandteilen diese Umsetzung auslösen können. Viele Gläser, insbesondere die billigen Sorten, sind im Wasser nicht unlöslich. Wenn also destilliertes Wasser durch billige Glaskühler destilliert ist oder in derartigen Glasgefäßen längere Zeit aufbewahrt worden ist, so kann es nicht unerhebliche Mengen von Glasbestandteilen auflösen. Aus dem uns von Herrn Geheimen Rat Exzellenz Ehrlich gütigst zur Verfügung gestellten Material möchten wir folgenden interessanten hierher gehörigen Fall kurz mitteilen:

In Metz starben 2 Soldaten nach Salvarsaninjektionen. Exzellenz Ehrlich bat sich den für die Bereitung des destillierten Wassers verwendeten Glaskühler aus und bat uns, mit Hilfe dieses Kühlers destilliertes Wasser zu bereiten und es zu untersuchen. Dabei ergab sich, daß dieser Kühler sehr erhebliche Mengen von Silicaten abgab. Wir fanden in dem destillierten Wasser einen Gesamt-trockengehalt von 65,9 mg im Liter. Dieser Gehalt ist sehr hoch, indem z. B. das deutsche Arzneibuch für gewöhnliches destilliertes Wasser nur einen Trockenrückstand von 10 mg im Liter zuläßt. Der Trockenrückstand sah gelblich-weiß und amorph aus. Er bestand zum größten Teile aus Silicaten, Blei konnte nicht nachgewiesen werden. Das destillierte Wasser reagierte kräftig alkalisch.

Destilliertes Wasser enthält endlich häufig geringe Mengen von Metallen. Das kann nicht Wunder nehmen. Zu den Apparaten, mit denen destilliertes Wasser erzeugt wird, werden die verschiedensten Metalle verwendet. Das destillierte Wasser ist aber fast immer sauerstoff- und kohlen-säurehaltig. Wässer mit Sauerstoff und Kohlensäure haben aber insbesondere dann, wenn sie, wie destilliertes Wasser, keine Salze enthalten, in hohem Maße die Fähigkeit, Metalle zu lösen. Auch durch geringe Mengen von gelösten Metallen sollen die genannten Giftwirkungen ausgelöst werden können.

Es ist uns nicht bekannt, ob gegen die Anschauungen Ehrlichs über die Wasserfehler Widersprüche erhoben sind. Indessen, wie man sich auch zu dieser Theorie stellen mag, so muß doch jeder Praktiker bei der Bedeutung der Sache mit ihr rechnen und darf kein Wasser verwenden, welches diese Fehler aufweist. Es ist daher für den Chemiker, Apotheker und Arzt gleich wichtig, Verfahren zu be-

sitzen, welche schnellen und sicheren Aufschluß zu geben vermögen, ob einer der genannten Wasserfehler vorliegt. Eine Methodik ist bisher für diese Zwecke nicht beschrieben worden. Auf Grund unserer sonstigen Erfahrungen in der Wasseruntersuchungspraxis haben wir uns daher mit dem Gegenstande befaßt und geben im nachstehenden eine zuverlässige Methodik an.

Die Prüfung auf den zuerst genannten Wasserfehler muß in der Hauptsache eine bakteriologische sein. Wir können die bakteriologische Prüfung aber auch durch verschiedene, schnell ausführbare chemische Bestimmungen und Reaktionen unterstützen. In den Fällen, in denen diese Reaktionen positiv verlaufen, genügen sie zur Feststellung, daß das Wasser für die Verwendung zu Salvarsaninjektionen verdächtig und deshalb zu verwerfen ist. Ausschließlich Sache der chemischen Prüfung ist es indessen, die Fehler der zweiten und dritten Art festzustellen.

I. Chemische Prüfung auf das Vorhandensein von großen Bakterienmengen.

Stark bakterienhaltiges destilliertes Wasser zeigt meist ein übernormales Reduktionsvermögen gegen Kaliumpermanganatlösung. Nicht selten enthalten solche Wässer auch Spuren von Ammoniak und salpetriger Säure, Stoffe, welche durch Zerfall der Leibessubstanz der Bakterien oder durch ihren Lebensprozeß gebildet werden, vorausgesetzt, daß das Wasser nicht längere Zeit mit Luft in Berührung war, welche Ammoniak oder nitrose Gase enthält. Die Prüfung auf das Reduktionsvermögen gegen Kaliumpermanganat, auf das Vorhandensein von Ammoniak und salpetriger Säure wird also schon in vielen Fällen den gewünschten Aufschluß zu geben vermögen.

1. Die Bestimmung des Reduktionsvermögens gegen Kaliumpermanganat.

Das Reduktionsvermögen von stark bakterienhaltigem, destilliertem Wasser gegenüber Kaliumpermanganat hält sich immer noch in Grenzen, welche beim Trinkwasser als vollständig belanglos anzusehen sein würden. Will man also aus dieser Methode für unsere Zwecke Schlüsse ziehen, so ist es notwendig, das in der Trinkwasseranalyse übliche Verfahren erheblich zu verschärfen. Die angegebene Methodik muß ferner peinlich genau innegehalten werden.

Vor allen Dingen ist zunächst darauf zu achten, daß die Gefäße, in denen die Bestimmung ausgeführt wird, vollständig frei von organischer Substanz sind. Am besten verwendet man ungebrauchte und sehr gründlich gereinigte Jenenser Erlenmeyerkolben von etwa 500 ccm Inhalt. Diese werden mit einer starken mit Schwefelsäure angesäuerten Kaliumpermanganatlösung zunächst eine Zeitlang ausgetragen. Zeigen die so behandelten Gefäße nach dem Spülen braune Flecken, so sind sie unbrauchbar. Die so vorbereiteten Erlenmeyer hält man für diese Zwecke ein für allemal vorrätig und benutzt sie für keine anderen Operationen. Die Bestimmung wird, wie folgt, ausgeführt:

100 ccm des zu untersuchenden Wassers werden mit reinem Meßzylinder abgemessen und in den Erlenmeyerkolben übergeführt. Man gibt 5 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 + 3) und ferner aus einer genauen, in Zwanzigstelkubikzentimeter geteilten Bürette 8 ccm $\frac{1}{100}$ -n. Kaliumpermanganatlösung zu. Das Gefäß wird auf ein Drahtnetz gesetzt und mit kräftiger Flamme erhitzt. Vom beginnenden Sieden an gerechnet, kocht man genau 10 Minuten lang, fügt darauf 10 ccm $\frac{1}{100}$ -n. Oxalsäure hinzu und schwenkt um. Das Permanganat oxydiert die Oxalsäure, die Flüssigkeit wird also farblos. Man mißt dann den Überschuß an Oxalsäure in bekannter Weise mit $\frac{1}{100}$ -n. Permanganatlösung bis zur eben auftretenden Rosafärbung zurück.

¹⁾ Jetzt Chemiker der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen.

In ein reines Jenenser Becherglas gibt man 200 ccm eines beliebigen destillierten Wassers, fügt 10 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 + 3) und 2 Tropfen $\frac{1}{100}$ -n. Permanganatlösung hinzu. Die Flüssigkeit wird nun auf dem Drahtnetz zum Sieden erhitzt. Verschwindet die Rotfärbung wieder, so fügt man einen weiteren Tropfen Permanganatlösung hinzu. Wird auch dieses Permanganat noch reduziert, so wird während des Siedens weiter tropfenweise Chamäleonlösung zugegeben, und zwar so lange, bis eine schwache Rosafärbung auch bei 5 Minuten langem Kochen nicht mehr verschwindet. Von einem so vorbereiteten und wieder abgekühlten destillierten Wasser werden 100 ccm abgemessen und in einen Erlemeyerkolben gegeben, der in derselben Weise, wie für den Hauptversuch, vorher gereinigt worden ist. Man fügt zu diesem destillierten Wasser dieselben Reagenzien wie beim Hauptversuch und führt in der gleichen Weise die ganze Bestimmung zu Ende. Es wird also mit einem gegen Chamäleon gewissermaßen vorher neutral gemachten destillierten Wasser ein vollständig blinder Versuch ausgeführt. Die beim blinden Versuch insgesamt verbrauchte Menge an Permanganatlösung wird abgezogen von der beim Hauptversuch verbrauchten Permanganatmenge. Sie stellt die durch die organischen Substanzen der verwendeten 100 ccm des zu untersuchenden destillierten Wassers beanspruchte Permanganatmenge dar.

$\frac{1}{100}$ -n. Oxalsäure und Permanganatlösungen sind in ihrem Titer nicht ganz beständig. Man bereitet sie daher stets kurz vor dem Versuch durch zehnfaches Verdünnen von entsprechenden $\frac{1}{10}$ -n. Lösungen. Die letzteren werden hergestellt, indem man 3,16 g reinstes Kaliumpermanganat bzw. 6,39 g reinstes krystallisierte Oxalsäure zu 1 l in destilliertem Wasser löst, welches durch Aufkochen von seinem Gehalt an freier Kohlensäure möglichst befreit ist.

Ein destilliertes Wasser, welches bei dieser Untersuchung eine Differenz im Permanganatverbrauch des Hauptversuches und blinden Versuches von mehr als 0,2 ccm $\frac{1}{100}$ -n. Permanganatlösung zeigt, enthält erhebliche Mengen organischer Substanz und sollte daher für Salvarsaninjektionen nicht verwendet werden.

2. Prüfung auf Ammoniak und salpetrige Säure.

Zur Prüfung auf das Vorhandensein von Ammoniak versetzt man in einem Becherglase 100 ccm Wasser mit 1 ccm Neßlerschen Reagens. Jede auftretende, wenn auch noch so schwache Gelbfärbung beweist das Vorhandensein von Ammoniak. Die Reaktion gestattet noch eben 0,05 mg NH_3 im Liter nachzuweisen. Das Reagens wird am besten nach Winklers Vorschrift bereitet aus 10 g Mercurijodid, 5 g Kaliumjodid, 20 g Natriumhydroxyd und 100 ccm destillierten Wassers. Das Mercurijodid wird in einem kleinen Porzellanmörser mit Wasser verrieben, dann in eine Flasche gespült und das Kaliumjodid zugesetzt. Das Natriumhydroxyd wird in dem Reste des Wassers gelöst, und die vollständig erkaltete Lauge mit dem Übrigen gemengt. Zur Verwendung kommt das Reagens erst nach einigen Tagen, nachdem es sich durch Sedimentation vollständig geklärt, und auch die Auskrystallisierung des überschüssigen Mercurijodids sich nahezu vollzogen hat. Das so dargestellte Reagens ist eine blaßgelbe, ätzende Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 1,28. Es ist in mit Korkstöpseln verschlossenen Glasflaschen im Dunkeln aufzubewahren. Sehr zweckmäßig ist es, den Korkstöpsel in geschmolzenes Paraffin zu tauchen und ihn, solange das Paraffin noch warm ist, einzusetzen.

Für die Prüfung auf salpetrige Säure versetzt man 100 ccm Wasser in einem Becherglase mit 3 Tropfen verdünnter Schwefelsäure 1 + 3. Nach kurzem Durchschütteln werden etwa 3 ccm Jodzinkstärkelösung zugefügt. Aus der Jodzinkstärkelösung wird bei längerem Stehen des Gemisches auch bei Abwesenheit von Nitrit Jod frei, daher beweist das Auftreten einer Blaufärbung nur dann die Anwesenheit von salpetriger Säure, wenn sie sofort oder spätestens nach 3 Minuten eintritt. Die Reaktion mit Jod-

zinkstärke wird auch durch eine Reihe anderer Oxydationsmittel, wie freies Chlor, Natriumhypochlorit, Eisenchlorid, Chromate usw. hervorgerufen. Da die Anwesenheit dieser Stoffe indessen in einem destillierten Wasser ausgeschlossen ist, braucht hierauf keine Rücksicht genommen zu werden. Die Reaktion ist noch positiv bei einem Gehalte von 0,1 mg N_2O_3 pro Liter. Die Jodzinkstärkelösung wird wie folgt bereitet: 4 g reine lösliche Stärke werden in einem Porzellanmörser mit wenig destilliertem Wasser zu einer milchigen Flüssigkeit zerrieben. Diese Aufschwemmung wird in eine siedende Lösung von 20 g reinem Zinkchlorid zu 100 ccm Wasser nach und nach unter stetigem Umrühren eingetragen. Das Gemenge wird anhaltend unter Ergänzung des verdampfenden Wassers so lange erhitzt, bis die Stärke gelöst ist. Darauf verdünnt man, setzt 2 g käufliches, reines, trockenes Zinkjodid hinzu, füllt auf 1 l auf und filtriert, nachdem das Zinkjodid gelöst ist. Das Reagens ist in braunen Flaschen gut verschlossen aufzubewahren. Es darf auf das Fünfzigfache mit Wasser verdünnt auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure keine bläuliche Färbung geben. Eine weitere, ebenso scharfe Reaktion auf salpetrige Säure ist die folgende: 500 ccm des Diphenylaminnitratreagenses nach Tillmans und Sutthoff²⁾, dessen Herstellung unten beschrieben ist, werden mit 200 ccm destillierten Wassers versetzt. Dieses verdünnte Reagens reagiert nun in keiner Weise mehr auf Salpetersäure, gibt aber noch 0,1 mg N_2O_3 in einem Liter Wasser durch sofort auftretende Blaufärbung zu erkennen, wenn man nach Augenmaß in einem Reagensröhrchen gleiche Teile des Wassers und des Reagenses miteinander vermengt. Diese Reaktion tritt bei Abwesenheit von salpetriger Säure von selbst bei längrem Stehen des Gemisches nicht auf, wie das bei der Reaktion mit Jodzinkstärke geschieht. Auch tritt die Reaktion bei niedrigen Gehalten nicht langsam, wie die Jodzinkstärkereaktion, sondern sofort auf.

Ein destilliertes Wasser, welches auch noch so geringe Mengen Ammoniak oder salpetrige Säure enthält, darf für Salvarsanzwecke nicht Verwendung finden, da die Bildung dieser Stoffe stets auf die Anwesenheit größerer Mengen von Bakterien zurückzuführen ist.

II. Prüfung des Wassers auf das Vorhandensein von Glasbestandteilen.

Reines Wasser ist stets zu einem Teile in Wasserstoff und Hydroxylionen gespalten. Die Spaltung ist aber bei gewöhnlicher Temperatur eine äußerst geringfügige. Die Wasserstoffionenkonzentration, d. h. die Menge der in 1 l vorhandenen Wasserstoffionen in Grammen, beträgt nach zahlreichen Messungen etwa 1×10^{-7} . Diesen Punkt nennen wir daher den Neutralpunkt. Jeder in Wasser vorhandene Stoff, welcher diese Wasserstoffionenkonzentration vermehrt, bewirkt eine saure, jeder Stoff, welcher diese Wasserstoffionenkonzentration verringert oder, was dasselbe ist, die Hydroxylionenkonzentration vermehrt, bewirkt eine alkalische Reaktion.

Fast jedes destillierte Wasser enthält nun freie Kohlensäure. Die allermeisten natürlichen Wässer enthalten bekanntlich Bicarbonate der Erdalkalien, welche sich beim Erhitzen des Wassers zum Teil zersetzen unter Abspaltung von freier Kohlensäure, die größtenteils im Destillat verbleibt. Die Wasserstoffionenkonzentration des gewöhnlichen destillierten Wassers liegt also meist beträchtlich über dem Neutralpunkt. Sie kann nach von uns ausgeführten Messungen bis zu 1×10^{-4} ansteigen.

Die im Wasser löslichen Glasbestandteile bestehen nun aus Körpern, welche in den in Frage kommenden Verdünnungen alle in beträchtlichem Maße hydrolytisch gespalten sind, gemäß folgender Gleichung:



Durch solche Substanzen wird also die Hydroxylionenkonzentration des Wassers vermehrt oder, was dasselbe heißt, die Wasserstoffionenkonzentration verringert.

²⁾ Z. anal. Chem. 50, 473 [1911].

Die in fast allen destillierten Wässern vorhandene Kohlensäure und etwa gelöste Glasbestandteile verändern also die Reaktion in entgegengesetztem Sinne.

Um Glasbestandteile im destilliertem Wasser nachzuweisen, muß man sich also zunächst von dem Einfluß der Kohlensäure unabhängig machen. Dies kann in einfacher Weise durch Auskochen des Wassers geschehen. Ein kohlensäurefreies, reines Wasser muß, wie schon erwähnt, die Wasserstoffionenkonzentration 1×10^{-7} zeigen. Sind Glasbestandteile im Wasser vorhanden, so liegt die Wasserstoffionenkonzentration niedriger. Aus diesen Überlegungen ergibt sich, daß man in einem durch Auskochen von der Kohlensäure befreiten destillierten Wasser die Glasbestandteile mit Indicatoren nachweisen kann, welche ihren Umschlag in der Gegend der Wasserstoffionenkonzentration 1×10^{-7} besitzen. Danach dürfte für die Prüfung des ausgekochten Wassers auf Glasbestandteile von den gebräuchlichen Indicatoren in erster Linie die Rosolsäure und das Phenolphthalein in Frage kommen. Die Rosolsäure schlägt nämlich bei einer Wasserstoffionenkonzentration von 1×10^{-6} bis 1×10^{-7} , das Phenolphthalein bei $1 \times 10^{-8.3}$ um.

Wir prüften nun praktisch, welche Mengen von Natriumsilicat man in ausgekochtem destilliertem Wasser mit diesen beiden Indicatoren noch nachweisen kann, und fanden folgendes:

Mittels Rosolsäure konnten wir mit Sicherheit noch 3 mg Natriumsilicat im Liter nachweisen, während, wie theoretisch vorauszusehen war, Phenolphthalein etwas unschärfer ist. Mit Phenolphthalein konnten erst 5 mg Natriumsilicat im Liter erkannt werden.

Wir empfehlen daher, für die Prüfung des Wassers auf Glasbestandteile die Rosolsäure zu verwenden. Man verfährt folgendermaßen:

100 ccm Wasser werden in ein gutgereinigtes und wenig benutztes Jenenser Becherglas gefüllt. Man kocht das Wasser auf dem Drahtnetz etwa eine Viertelstunde lang aus und fügt nach dem Abkühlen 2—3 Tropfen Rosolsäure zu. Eine auftretende Rotfärbung beweist, daß Glasbestandteile vorhanden sind. Die Rosolsäurelösung wird bereitet, indem man 0,5 g reinstes Rosolsäure mit 100 ccm 50%igem Alkohol überschüttet. Nach kräftigem Durchschütteln läßt man 2 Tage lang absitzen und filtriert nach dieser Zeit vom Ungelösten ab.

Natürlich kann durch die Ermittlung des Abdampfrückstandes und seiner näheren Untersuchung genauer quantitativ ermittelt werden, wieviel Glasbestandteile vorhanden sind.

Eine Täuschung könnte bei der Prüfung mit Rosolsäure nur dadurch hervorgerufen werden, daß das destillierte Wasser gleichzeitig Wasserleitungswasser mit einem Gehalte an Bicarbonaten enthält. Wird nämlich derartiges Wasser gekocht, so verliert es die Hälfte der Bicarbonatkohlensäure, und es fällt kohlensaurer Kalk aus, der in geringen Mengen in Wasser löslich ist und durch hydrolytische Umsetzung des CO_3^{2-} -Ions ebenfalls ein Ansteigen der Hydroxylionenkonzentration bewirkt. Auch in derartigen Wässern würde nach dem Kochen mit Rosolsäure Rötung erhalten werden.

Man kann sich indessen je nach der Zusammensetzung des in Frage kommenden Wasserleitungswassers von der Abwesenheit von Wasserleitungswasser durch einige einfache Reaktionen überzeugen.

Enthält das Wasser wenigstens einige Härtegrade, so kann man die Reaktion auf Kalk ausführen, indem man das Wasser mit Ammoniak und Ammoniumoxalatlösung (1 : 10) versetzt. Eine auftretende Trübung beweist die Gegenwart von Kalk.

Enthält das Wasserleitungswasser Chloride, so säuert man eine Probe mit einigen Tropfen Salpetersäure an und gibt darauf etwa 1 ccm einer 5%igen Silbernitratlösung zu. Die bekannte Fällung von Chlorsilber oder eine opalisierende Trübung zeigt auch in diesem Falle an, daß Wasserleitungswasser vorhanden ist.

Enthält ferner das Wasserleitungswasser Salpetersäure, wie das bei den allermeisten Wässern der Fall ist, so kann auch die Nitratreaktion Aufschluß geben. Die für diesen

Zweck geeignete Reaktion ist die Diphenylaminreaktion nach Tillmans und Sutthoff³⁾, welche folgendermaßen ausgeführt wird:

4 ccm Diphenylaminreagens werden in einem Schüttelgläschen mit 1 Tropfen Salzsäure und 1 ccm des zu untersuchenden Wassers versetzt. Die Mengen sind möglichst genau innehaltend. Darauf wird kräftig durchgeschüttelt. Eine sofort oder allmählich auftretende Blaufärbung beweist das Vorhandensein von Salpetersäure. Noch Salpetersäremengen, die weit unter 1 mg im Liter liegen, lassen sich mit Hilfe dieser Reaktion erkennen. Das Diphenylaminreagens wird bereitet, indem man 0,085 g Diphenylamin in einen 500 ccm-Meßkolben bringt, 190 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 + 3) aufgibt und dann konzentrierte Schwefelsäure zugibt und umschüttelt. Dabei erwärmt sich die Flüssigkeit so stark, daß das Diphenylamin schmilzt und sich löst. Man füllt mit konzentrierter Schwefelsäure weiter auf, fast bis zur Marke, dann wird abgekühlt und nach dem Abkühlen ganz mit konzentrierter Schwefelsäure aufgefüllt und durchgemischt. Das Reagens ist in geschlossener Flasche aufzubewahren; es ist unbegrenzte Zeit unverändert haltbar. Die Schwefelsäure muß vollkommen salpetersäurefrei sein, was die meisten Schwefelsäuren des Handels, zum Teil auch diejenigen, welche als „purissimum“ geliefert werden, vielfach nicht sind. Geeignete Schwefelsäure kann von der Firma Dr. Bachfeld & Co., Frankfurt a. M., Kaiserstr. 33, bezogen werden.

Destilliertes Wasser, welches nach dem Auskochen auf Zusatz von Rosolsäure eine Rotfärbung ergibt, enthält Glasbestandteile und darf daher für Salvarsanzwecke nicht verwendet werden.

III. Prüfung des Wassers auf das Vorhandensein von Metallen.

An Destillierapparaten können verschiedene Metalle vorhanden sein. In Frage können Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Nickel und Eisen kommen. Mit diesen Metallen kann also destilliertes Wasser in Berührung kommen. Soweit demnach destilliertes Wasser die Fähigkeit besitzt, eines dieser Metalle oder ihrer Oxyde aufzulösen, können geringe Mengen der Metalle im destillierten Wasser vorhanden sein.

Als unbedenklich kann zunächst wohl das Eisen ausscheiden, da Eisen ja im Blut und in den Körpersäften vorhanden ist und daher wohl kaum gefährlich sein dürfte. Im zu besprechenden analytischen Gang muß es indessen wegen der Beeinflussung mancher Reaktionen der übrigen Metalle mit berücksichtigt werden.

Daß erhebliche Mengen Blei, Kupfer und Zink durch Wasser in Lösung gebracht werden können, ist eine seit langem bekannte Tatsache; insbesondere mit dem Bleilösungsvermögen der Wässer hat sich die Hygiene seit langen Jahren befaßt, und es liegt über diese Frage eine große Literatur vor.

Nicht so sicher festgestellt ist das Lösungsvermögen gegenüber Nickel, während wir über die Lösung von Zinn in der Literatur Angaben überhaupt nicht gefunden haben. Wir haben deshalb durch den praktischen Versuch die Frage zu entscheiden versucht, ob diese beiden Metalle durch destilliertes Wasser in Lösung gebracht werden können. Es zeigte sich, daß durch kohlensäurehaltiges Wasser große Mengen von Nickel in Lösung gingen, wenn man das Metall mit dem Wasser in Berührung brachte. Hingegen gelang es uns nicht, Zinn in Lösung zu bringen. Wir verwandten sowohl kohlensäurehaltiges Wasser, als auch Wasser ohne freie Kohlensäure, welches mit Sauerstoff gesättigt war. Trotz langer Einwirkung konnte im Filtrat keine Spur Zinn nachgewiesen werden, ebenso erging es uns, als wir Zinnoxyd und Zinnsäure verwendeten. Auch bei Berührung des Wassers mit diesen Oxyden, die sowohl in käuflichem Zustande, als auch in frisch dargestelltem Zustande, Verwendung fanden, gingen keine nachweisbaren Zinnmengen in Lösung⁴⁾. Dieser Befund findet wohl in dem

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ Während der Drucklegung erscheint eine Arbeit von Klut (J. Gasbel. u. Wasserversorg. 58, 586, 596), die zu ähnlichen Resultaten gelangte wie wir.

Charakter der Zinnoxyde, die ja bekanntlich in erster Linie mit Basen Salze bilden, seine theoretische Erklärung. Ein Salz einer so schwachen Base wie Zinnoxyd, mit einer so schwachen Säure wie Kohlensäure, existiert offenbar nicht. Die Oxyde als solche sind aber so gut wie unlöslich im Wasser. Aus diesen Gründen können wir von den oben genannten Metallen auch das Zinn für unsere Betrachtungen ausscheiden.

Danach kommen nur das Blei, Kupfer, Nickel und Zink in Betracht. Im nachstehenden geben wir nun schnell ausführbare und eindeutige Reaktionen für die verschiedenen Metalle an. Wir werden zunächst die Art der Ausführung der einzelnen Reaktionen, die Schärfe des Nachweises, die Beeinflussung der Reaktion durch andere Metalle und sonstige Einzelheiten besprechen und daran anschließend einen analytischen Gang aufstellen, nach welchem die Untersuchung eines zu prüfenden Wassers erfolgen kann.

1. Eisen.

Die beste und schärfste Reaktion auf Eisen ist die Rhodanreaktion, welche am besten folgendermaßen ausgeführt wird:

Man versetzt 100 ccm Wasser mit 5 ccm Salzsäure (1,125), 5 Tropfen 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung und schüttelt kräftig kurze Zeit durch. Darauf werden etwa 10 ccm 5%ige Rhodankaliumlösung zugegeben. Tritt nach diesem Zusatz eine deutlich sichtbare Rot- oder Rosafärbung auf, so ist Eisen in Mengen über 0,05 mg im Liter vorhanden.

Da die Reaktion äußerst scharf ist, so darf sie nur in mit besonderer Sorgfalt gespülten Gläsern vorgenommen werden. Auch empfiehlt es sich, durch Ausführung eines blinden Versuches mit bestimmt eisenfreiem Wasser und allen verwendeten Reagenzien die Eisenfreiheit der benutzten Gefäße und Reagenzien nachzuprüfen.

2. Blei.

Reaktion mit Schwefelnatrium in saurer oder ammoniakalischer Lösung.

Die Ausführung der Schwefelnatriumreaktion erfolgt am besten nach der Vorschrift von L. W. Winkler⁵⁾, die von uns an zahlreichen Wasserleitungs-, destillierten und Mineralwässern geprüft und geeignet gefunden wurde.

Man gibt 100 ccm Wasser in ein kleines Jenenser Becherglas, fügt 10 ccm einer sauren Ammoniumchloridlösung (100 g Chlorammonium + 10 ccm Eisessig auf 500 ccm aufgefüllt) zu und tropft aus einer Tropfflasche 2, höchstens 3 Tropfen 10%ige Schwefelnatriumlösung zu (chemisch reines $\text{Na}_2\text{S} + 9\text{H}_2\text{O}$ -Kahlbaum) und befördert in einen 100 ccm-Meßzylinder aus farblosem Glase.

Verändert das Wasser bei dieser Probe seine Farbe nicht, so ist es sicher bleifrei. Es enthält dann ferner auch keine Kupfer- und keine größeren Nickelmengen. Bei zinkhaltigem Wasser tritt bei Gehalten über 3 mg Zn im Liter nach und nach eine weiße Trübung von Schwefelzink auf. Ist mehr Schwefelnatrium als angegeben oder unreines Schwefelnatrium verwendet worden, so kann diese Trübung auch aus Schwefel bestehen; arbeitet man aber genau nach der gegebenen Vorschrift, so bilden sich innerhalb einer Viertelstunde keine Schwefeltrübungen.

Tritt eine gelbe oder braune Verfärbung des Wassers bei der Probe auf, so kann es Blei, Kupfer oder Nickel enthalten. Zum Zwecke der Feststellung, ob Blei vorhanden ist, verfährt man folgendermaßen:

Eine zweite Wasserprobe von 100 ccm wird mit 2 bis 3 Tropfen 10%iger Kaliumcyanidlösung versetzt. Die Flüssigkeit färbt sich, wenn merkbare Mengen Eisen zugegen sind, vorübergehend blaßbräunlichgelb. Diese Färbung verschwindet aber schon nach etwa $\frac{1}{2}$ Minute, was auf die Umwandlung des Eisens in Kaliumferrocyanid zurückzuführen ist. Sicherheitshalber wartet man aber nach dem Entfärben noch 2—3 Minuten, setzt dann 10 ccm einer ammoniakalischen Ammoniumchloridlösung (100 g Ammoniumchlorid + 250 ccm Wasser + 250 ccm 10%iges Ammoniak) zu und vermengt endlich wiederum mit

2—3 Tropfen Schwefelnatriumlösung. Tritt nach dem Umschütteln jetzt eine Färbung auf, so vergleicht man sie mit derjenigen Färbung, welche mit Schwefelnatrium in essigsaurer Lösung nach der obigen Vorschrift erhalten wird. Sind die Färbungen nahezu gleich, so enthält das Wasser nur Blei. Ist die in der ammoniakalischen, mit Cyankalium versetzten Flüssigkeit auftretende Färbung schwächer als die Färbung der sauren Lösung, so ist neben Blei noch Kupfer oder Nickel vorhanden. Bleibt dagegen in der ammoniakalischen Flüssigkeit die Reaktion aus, so ist Blei nicht zugegen. Die in der sauren Flüssigkeit auftretende Reaktion ist dann auf die Gegenwart von Kupfer- oder Nickelsalzen zurückzuführen. Bei einem Bleigehalte von über 0,3 mg Pb im Liter tritt noch sowohl in saurem, als auch in alkalischem Wasser eine deutlich bemerkbare dunkle Färbung auf.

3. Kupfer.

War bei der Schwefelnatriumreaktion in alkalischer Lösung eine schwächere Färbung aufgetreten, als bei der Reaktion in saurer Lösung, so kann dieser Unterschied auf der Gegenwart von Kupfersalzen beruhen. Ist die Schwefelnatriumreaktion in saurer Lösung negativ, so enthält das Wasser weniger als 0,3 mg Cu im Liter.

Für den direkten Nachweis von Kupfersalzen empfehlen wir die folgenden drei spezifischen Reaktionen:

a) Die Kupferreaktion mit Ferrocyanalium.

100 ccm Wasser werden mit 2—3 Tropfen einer 1%igen, frisch bereiteten Kaliumferrocyanidlösung versetzt, nachdem man vorher etwa 0,2 g Natriumbicarbonat im Wasser aufgelöst hat. Bei Gegenwart von Hydrocarbonaten ist nämlich die Reaktion scharfer. Eine auftretende Rotfärbung zeigt das Vorhandensein von Kupfer an. Die Reaktion ist noch positiv bei einem Kupfergehalte von 0,5 mg Cu im Liter. Ist gleichzeitig Zink vorhanden, so kann eine Trübung auftreten (siehe unten), welche aber die vom Ferrocyan kupfer herrührende Rotfärbung nicht beeinträchtigt.

b) Kupferreaktion mit Farbstoff Marks.

Ein uns vom Frankfurter Institut für medizinische Forschung (Inhaber Dr. Lewis Marks) zur Verfügung gestellter Farbstoff, aus Nitroso-R.-Säure hergestellt, erwies sich als sehr geeignet für den Nachweis geringer Mengen von Kupfer. Man verfährt folgendermaßen:

50 ccm Wasser werden mit 5 Tropfen einer 1%igen wässrigen Lösung des Indicators versetzt. Ist das Wasser alkalisch, oder enthält es andere Basen der verschiedensten Art, so tritt eine Blaufärbung auf. Im anderen Falle färbt sich das Wasser rot. Fügt man nun einige Tropfen verdünnte Essigsäure (20%ig) hinzu, so schlägt die Farbe stets in Rot um. Nur bei Gegenwart von Kupfersalzen bleibt auf Essigsäurezusatz die blaue Farbe unverändert bestehen. Diese Eigenschaft, mit dem Indicator in essigsaurer Lösung Blaufärbung zu ergeben, zeigt von sämtlichen Metallen nur das Kupfer. Die Reaktion ist noch deutlich positiv bei einem Kupfergehalte von 0,5 mg Cu im Liter.

c) Abdampfammoniakprobe.

100 ccm Wasser werden in einer reinen Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Man gibt auf den trocknen Abdampfrückstand 1 ccm Ammoniakflüssigkeit und läßt diese an der Schalenwand vorbei laufen. Bei Gegenwart von wenigstens 0,5 mg Kupfer im Liter färben sich die Stellen der Schale, welche mit dem Abdampfrückstand bedeckt sind, und auch die Ammoniakflüssigkeit selbst deutlich blau.

Von Uhlenhuth⁶⁾ ist für die Kupferprüfung die 1,2-Diaminoanthrachinon-3-sulfosäure empfohlen worden. Unsere Nachprüfungen zeigten aber, daß mit Hilfe dieses Reagens nur 2 mg Kupfer im Liter nachgewiesen werden können. Die oben genannten Reaktionen sind daher scharfer.

⁵⁾ Chem.-Ztg. 34, 887 [1910].

⁶⁾ Angew. Chemie 26, I, 38 [1913].

4. Nickel.

Ist die Schwefelnatriumreaktion in saurer oder alkalischer Lösung negativ, so ist Nickel nicht oder in Mengen unter 2 mg zugegen. Eine spezifische Reaktion auf Nickel ist die folgende:

Nickelreaktion mit Dimethylglyoxim^{7).}

50 ccm des zu prüfenden Wassers werden mit einigen Krystallen Dimethylglyoxim, 1—2 g festem Natriumacetat versetzt und zum Kochen erhitzt. Bei Anwesenheit größerer Nickelmengen (über 3 mg im Liter) tritt schon beim Erwärmen eine Rosafärbung und später die Ausscheidung eines roten Niederschlages auf. Bei Anwesenheit geringerer Nickelmengen färbt sich das Wasser beim langsamem Erwärmen gelbstichig, beim Erkalten scheidet sich aber der rote, für Nickel charakteristische Niederschlag ab; in dieser Form ist die Reaktion noch bei einem Gehalte von 2 mg im Liter deutlich positiv.

Alle anderen in Frage kommenden Metalle (Blei, Kupfer, Zink) sowie Kalk und Magnesia geben diese Reaktionen nicht.

Die Gegenwart merkbarer Eisenmengen kann Täuschungen hervorrufen infolge der Bildung des basischen Eisenacetats. Diese Störungen können beseitigt werden durch einen Weinsäurezusatz.

Da die unten angegebene Lehmannsche Reaktion auf Zink auch in ähnlicher Form durch Nickel veranlaßt wird, so muß bei Anwesenheit von Nickel die Prüfung auf Zink im Filtrate des mit Dimethylglyoxim geprüften Wassers ausgeführt werden.

Die nachfolgende Ausführungsart der Reaktion nimmt sowohl auf Eisen wie auf Zink Rücksicht.

100 ccm Wasser werden mit 0,5 ccm 10%iger Weinsäurelösung versetzt. Hierauf gibt man 1 ccm 10%iges Chlorammonium, 5 ccm Ammoniak, einige Kristalle Dimethylglyoxim hinzu und kocht bis fast zum Verschwinden des Ammoniakgeruches. Nickel wird durch einen roten Niederschlag oder durch eine Rosafärbung angezeigt.

Die erkaltete Flüssigkeit wird für die Prüfung auf Zink aufgehoben (siehe unten).

5. Zink.

Tritt auf Zusatz von Schwefelnatrium in essigsaurer Lösung innerhalb einer Viertelstunde eine Trübung ein, so ist diese, falls nicht zuviel Schwefelnatrium verwendet wurde, und somit die Trübung auf ausgeschiedenen Schwefel zurückzuführen ist, durch das Vorhandensein von Zinksalzen bedingt. Bei einem Gehalte von wenigstens 3 mg Zn ist innerhalb einer Viertelstunde eine deutliche Trübung vorhanden. Sie ist unabhängig von einer etwa gleichzeitig auftretenden Färbung des Wassers bei Vorhandensein von Metallen, welche Färbungen ergeben. In ammoniakalischer Lösung wird bei Gegenwart von Cyankalium durch Schwefelnatrium mit Zinksalzen eine Trübung nicht veranlaßt.

Eine spezifische Reaktion auf Zink ist die folgende Lehmannsche Reaktion^{8):}

Zinkreaktion mit Ferrocyanikalium und Natriumacetat nach K. B. Lehmann.

Man versetzt 100 ccm Wasser mit 5 ccm einer 2%igen Ferrocyanikaliumlösung und fügt 5 g festes Natriumacetat zu. Dann wird auf 55° erwärmt und 3 Stunden stehen gelassen. Bei Gegenwart von Zink tritt ein weißer Niederschlag von Ferrocyanzink auf. Für unsere Zwecke ist diese Reaktion sehr brauchbar, es läßt sich mit ihr noch ein Zinkgehalt von 0,5 mg Zink im Liter Wasser nachweisen.

Bei gleichzeitiger Gegenwart von Kupfer tritt eine rote Färbung auf (vgl. oben), welche aber die Beobachtung der Trübung nicht stört, Blei und Eisen stören nicht, indessen geben Nickelsalze auch eine feine weiße Trübung. Bei Gegenwart von Nickel muß daher, wie schon oben angegeben, die Lehmannsche Reaktion im Filtrate der Dimethylglyoximfällung ausgeführt werden.

⁷⁾ P. Slawik, Chem.-Ztg. 36, 54 [1912]; Tschugaeff, Z. anorg. Chem. 46, 144; Ber. 38, 2520.

⁸⁾ J. Gasbel. u. Wasserversorg. 29, 717 [1913].

Das erkaltete Filtrat (vgl. Nickel) wird mit 5 g festem Natriumacetat versetzt. Nachdem das Salz gelöst ist, filtriert man klar. Darauf werden 5 ccm 2%ige Ferrocyanikaliumlösung zugegeben, auf 55° erwärmt und 3 Stunden stehen gelassen. Die jetzt auftretende Trübung ist nur durch Zinksalze veranlaßt.

Analytischer Gang zur Prüfung auf alle Metalle.

Auf Grund vorstehender Ausführungen schlagen wir nun für die Prüfung des destillierten Wassers auf alle diese Metalle folgenden analytischen Gang vor:

Man prüft das Wasser zunächst mit der Rhodanreaktion auf Eisen, sodann wird folgendermaßen weiter verfahren:

Eine Probe des Wassers wird nach der obigen Vorschrift mit Chlorammonium, Essigsäure und Schwefelnatrium versetzt. Bleibt das Wasser ungefärbt und innerhalb einer Viertelstunde ungetrübt, so sind Blei, Kupfer, Nickel, Zink, in Mengen von über 0,3, 0,3, 2,0, 3,0 mg im Liter nicht vorhanden.

Bleibt das Wasser klar, färbt sich aber dunkel, so können Blei, Kupfer, Nickel vorhanden sein. Zur sicheren Feststellung, welches oder welche dieser Metalle vorliegen, führt man nun die Probe mit Schwefelnatrium in ammoniakalischer und cyankaliumhaltiger Lösung nach der oben angegebenen Vorschrift aus. Tritt hierbei ebenfalls eine Dunkelfärbung auf, so ist Blei nachgewiesen.

Bleibt indessen bei dieser Reaktion das Wasser ungefärbt, oder ist die Färbung deutlich schwächer, als diejenige, welche bei der Schwefelnatriumprüfung in saurer Lösung auftritt (Proben gleichzeitig ausführen!), so ist Blei nicht vorhanden, dagegen Kupfer oder Nickel zugegen oder diese letzteren Metalle sind neben Blei vorhanden.

In einer neuen Wasserprobe wird nun mit Ferrocyanikalium oder mit Farbstoff Marks oder mit der Abdampfammoniakprobe auf Kupfer geprüft. Verläuft die Prüfung negativ, so ist kein Kupfer oder weniger als 0,5 mg Kupfer im Liter vorhanden.

Eine weitere Probe des Wassers wird endlich mit Dimethylglyoxim auf Nickel geprüft.

Ergab sich bei der Schwefelnatriumprobe in saurer Lösung innerhalb einer Viertelstunde eine Trübung, gleichgültig, ob nebenher das Wasser gefärbt wurde oder nicht, so liegt Zink vor. Dieses wird dann in einer neuen Probe nach der Lehmannschen Methode nachgewiesen. War die Nickelreaktion positiv, so muß die Prüfung auf Zink in dem abgekühlten Filtrat der mit Dimethylglyoxim geprüften Wasserprobe nach der oben gegebenen Vorschrift ausgeführt werden.

In der folgenden Übersicht geben wir einige Untersuchungsergebnisse wieder, die nach diesem Analysengang gewonnen worden sind. Die destillierten Wässer wurden von einem von uns mit den betreffenden Salzen versetzt und von dem anderen, ohne daß ihm die Zusammensetzung der Wässer bekannt war, nach diesem Gange untersucht.

Pb	Cu	Fe	Ni	Zn	Gefunden:
					mg i. L.
5	5	—	5	5	Pb, Cu, Ni, Zn.
2	—	—	—	3	Pb, Zn
—	3	—	—	3	Cu, Zn
—	—	—	4	2	Ni, Zn
—	2	—	3	—	Cu, Ni
2	—	—	2	3	Pb, Ni, Zn
1	—	—	2	—	Pb, Ni
—	0,05	—	—	2	Fe, Zn
—	—	—	2	3	Ni, Zn
2	1	0,1	3	3	Pb, Cu, Fe, Ni, Zn
1	1	0,1	—	—	Pb, Cu, Fe
—	—	—	2	1	Ni, Zn

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß in allen Fällen mit voller Sicherheit nach dem gegebenen Gange Klarheit über das Vorhandensein der betreffende Metalle geschaffen werden konnte.

Wässer, in welchen eines der Metalle Blei, Kupfer, Nickel, Zink nachgewiesen werden konnte, dürfen für Salvarsanzwecke nicht verwendet werden.

Zusammenfassung.¹⁾

Die Hauptergebnisse unserer Arbeit fassen wir kurz wie folgt zusammen:

1. Dreierlei Wasserfehler können bei einem destillierten Wasser, welches zur Herstellung von Salvarsanlösungen dienen soll, vorhanden sein, nämlich Anwesenheit größerer Mengen von Bakterien, Anwesenheit von Glasbestandteilen und Anwesenheit von Schwermetallen.

2. Die Prüfung auf den ersten Wasserfehler ist in der Hauptsache eine bakteriologische. Wir können aber die bakteriologische Prüfung durch die Bestimmung des Reduktionsvermögens gegen Kaliumpermanganat und durch die Prüfung auf Ammoniak und salpetrige Säure unterstützen. Die Untersuchung auf das Reduktionsvermögen gegen Kaliumpermanganat muß allerdings beträchtlich verschärft werden. Wir haben für diesen Zweck eine besondere Methodik angegeben.

3. Der Nachweis von Glasbestandteilen kann in der Weise erfolgen, daß man eine Probe des ausgekochten destillierten Wassers mit Rosolsäurelösung versetzt. Auftretende Rotfärbung beweist die Anwesenheit von Glasbestandteilen. Eine Täuschung könnte hierbei nur durch gleichzeitig vorhandenes Wasserleitungswasser bewirkt werden. Durch qualitative Reaktionen auf Kalk, Chlor oder Salpetersäure kann man sich aber leicht von der Abwesenheit von Wasserleitungswasser überzeugen.

4. Von den in Frage kommenden Schwermetallen, die mit destilliertem Wasser in Berührung kommen und daher möglicherweise im destillierten Wasser vorhanden sein können, kann Eisen ausscheiden, da es für unschädlich angesehen werden muß. Ferner braucht Zinn nicht berücksichtigt zu werden, weil unsere Untersuchungen ergaben, daß Zinn durch destilliertes Wasser nicht in Lösung gebracht wird.

5. Für die Prüfung auf die übrigen in Frage kommenden Metalle, nämlich Blei, Kupfer, Nickel und Zink, wurden jedesmal spezifische Reaktionen angegeben. Es wurde ein auf Grund aller dieser Reaktionen aufgestellter Analysengang mitgeteilt, welcher es in kurzer Zeit gestattet, sich über das Vorhandensein dieser Metalle zu unterrichten.

[A. 107.]

Gesundheitszustand und Trinkwasserversorgung von Leopoldshall und Hohenerxleben durch das Herzogl. Anhaltische Wasserwerk.

Von HEINRICH PRECHT.

(Eingeg. 25./10. 1915.)

Die ausführliche Veröffentlichung von Prof. Dr. Heyer: „Das Herzogl. Anhaltische Wasserwerk bei Leopoldshall“, in der Zeitschrift für Angew. Chem. 24, 145 [1911], habe ich in der gleichen Zeitschrift vom 10./8. 1915, (28, I, 341) vervollständigt. Ich habe dabei auf die Arbeit von Dr. med. Wolf Gärtner in der Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Band 79: „Die Untersuchungen über die Ursache der Sterblichkeit verschiedenheit in den Gemeinden Leopoldshall und Staßfurt unter besonderer Berücksichtigung der Trinkwasser-Verhältnisse“, hingewiesen und auch erwähnt, daß damit das Studium über die Verwendung eines kalk- und magnesiareichen Trinkwassers nicht abgeschlossen ist, und daß gerade die Gemeinde Leopoldshall ein Untersuchungsobjekt darstellt, wie man es bisher nicht besser finden konnte. — Gärtner hat die Ausarbeitung seiner Doktor-dissertation, die von der Prüfungskommission vorzüglich beurteilt wurde, mit größter Sorgfalt und Mühe durchgeführt. Referate darüber sind in der Zeitschrift „Kali“ 1914, Nr. 23, und im Gesundheitsingenieur 1915, Nr. 24, erschienen. Einige Fragen blieben noch unaufgeklärt, und daher hat

Dr. Gärtner selbst in Aussicht genommen, weitere Aufklärung über die vorliegenden Meinungsverschiedenheiten zu veröffentlichen. Nach meinen Erfahrungen während des 35jährigen Aufenthaltes in Neu-Staßfurt weiche ich auch in einigen Grundsätzen von Gärtner ab; vorläufig möchte ich davon absehen, darüber zu berichten, und mich darauf beschränken, den Gesundheitszustand von Hohenerxleben zu schildern, da auch diese Gemeinde von dem Herzogl. Anhaltischen Wasserwerke seit etwa 40 Jahren mit Trinkwasser versorgt wird.

Das Dorf Hohenerxleben liegt etwa 4 km unterhalb Leopoldshall unmittelbar an der Bode auf einem Muschelkalksattel, der mit guter Ackererde bedeckt ist, so daß eine vorzügliche Landwirtschaft von dem dortigen Rittergute betrieben wird. Es ist ein ausgedehnter Rübenbau vorhanden. Die Zuckerrüben werden in der Zuckerfabrik Hohenerxleben von Krosikh, von Alvensleben & Co. verarbeitet. Außer einer Kalkbrennerei gibt es keine industriellen Unternehmungen.

Die Einwohnerzahl war nach den Volkszählungen folgende:

Im Jahre 1895:	1090	Einwohner.
„ „ 1900:	1148	“
„ „ 1915:	1108	“
„ „ 1910:	1106	“

Die Einwohner arbeiten vorzugsweise in der Landwirtschaft, und zwar der größte Teil auf dem Rittergute. Kleine Grundbesitzer sind wenig vorhanden. Nach meiner Ermittlung wird die Landwirtschaft von zwei Gastwirten, einem Bäcker und einem Landwirt in kleinem Umfange betrieben. Viele Arbeiter finden in den Salzbergwerken und Chlorkaliumfabriken von Leopoldshall und Staßfurt lohnende Beschäftigung.

Die Zuckerfabrik ist etwa 3 Monate von Oktober bis Dezember im Betriebe und beschäftigt während der Kampagne etwa 180 Arbeiter und Arbeiterinnen. Vor der Begründung der Kaliindustrie wurde die Zuckerfabrik mit Bodewasser versorgt. Da aber das Bodewasser durch die Chlormagnesiumlaugen von den Chlorkaliumfabriken in Leopoldshall stark verunreinigt wurde und zur Diffusion nicht mehr verwendet werden konnte, erhielt die Zuckerfabrik und auch die Gemeinde Hohenerxleben Anschluß an das Herzogl. Anhaltische Wasserwerk Leopoldshall. Soweit als möglich verwendet die Zuckerfabrik auch gegenwärtig noch Bodewasser z. B. für die Rübenwäsche, für die Kühlung, zum Betriebe der Vakuumverdampfapparate u. dgl. Für die Diffusion und für sonstige Arbeiten, bei welchen das Wasser mit dem Rübensaft in direkte Berührung kommt, hat sich das Wasser des Herzogl. Anhaltischen Wasserwerkes im Laufe der Jahrzehnte bewährt. — Viele Zuckerfabriken sind darauf eingerichtet, Kondensationswasser von den Vakuumverdampfapparaten zur Entzuckerung der Rübenschneide bei der Diffusion zu verwenden, welches selbstverständlich am besten geeignet ist.

Die Gemeinde hat jetzt 7 Straßenbrunnenstände, und außerdem sind 38 Hausgrundstücke direkt an die Leitung angeschlossen. Die Schulen werden mit drei Anschlußleitungen versorgt. Ferner hat das Rittergut 2 Anschlüsse, und die Kalkwerke haben je einen Anschluß. Im ganzen sind somit 52 Anschlüsse vorhanden. Durch diese Anschlüsse wird die Gemeinde hinreichend mit Trinkwasser versorgt, da Brunnen nicht mehr vorhanden sind. Ich habe bei meiner letzten Anwesenheit in Hohenerxleben am 30./9. 1915 auf der Straße nur eine Pumpe gesehen, die aber nicht gangbar war und kein Wasser lieferte.

Um den Gesundheitszustand von Hohenerxleben möglichst richtig beurteilen zu können, habe ich den Herzogl. Standesbeamten, Kantor Schmidt in Hohenerxleben, gebeten, die Sterbezahlen aus dem Standesamtsregister in einer Tabelle zusammenzustellen. Ich habe eine Zeitdauer von 20 Jahren gewählt, um einen guten Durchschnitt zu bekommen. Für die Beurteilung der Bekömmlichkeit des Trinkwassers ist auch die Säuglingssterblichkeit besonders zu beachten; daher sind in der folgenden Tabelle in Spalte II die Zahlen der lebend geborenen und in Spalte III die im ersten Lebensjahre gestorbenen Säuglinge enthalten.