

Untersuchung des Wassers der Stuttgarter Wasserversorgung,

ausgeführt im chemisch-technologischen Laboratorium des K. Polytechnikums in Stuttgart

von **Georg Peine** von Hildesheim.

Stuttgart ist auf einem Terrain erbaut, das seiner geognostischen Beschaffenheit nach dem Keuper angehört. Dieser ist bekanntlich ein Hauptglied jener Gebirgsformation, die gewöhnlich mit dem Namen „Trias“ bezeichnet wird. Erzieht sich von Basel ab zuerst nach Osten, dem Rheine folgend, wendet sich dann aber nach Norden, trifft bei Donaueschingen die Donau und erstreckt sich, bei Tübingen und Stuttgart den Neckar erreichend, bis an die Abfälle der schwäbischen Alb. Im Bayerischen tritt er dann wieder auf und erhält hier seine grösste Breitenausdehnung.

Stuttgart liegt vollkommen im Thale. Die Berge rings umher sind durch Seitenthäler, die wohl richtiger als Schluchten zu bezeichnen sind, durchschnitten. Die Ursache dieser bedeutenden Zerklüftung muss man auf die leichte Verwitterbarkeit des Keupers zurückführen. Dieser kann dem Angriffe der Gewässer nur geringen Widerstand leisten und es ist auf diese Weise in den Bergen die grosse Anzahl von Wasserrissen, oder von „Klingen“, wie sie in der volksthümlichen Sprache bezeichnet werden, entstanden. Der Boden, der hauptsächlich aus Thon und Mergel besteht, durchfeuchtet sich sehr leicht und gibt das Wasser, nachdem es auf undurchdringliche Unterlage gestossen, in den vielen Quellen wieder, die die Stadt mit Trinkwasser versorgen.

Ich verweise auf die Schrift „Die Bodenverhältnisse Stuttgarts“ von Prof. Dr. Fraas. Danach gehören die Quellen zum Theil der Liasgrenze und dem Gebiete des Stubensandes an, theils entstammen sie der unteren Grenze des Werksteins.

Zu der ersteren Gruppe gehören die Wasser, die das Quellgebiet des Reservoirs im Gewande „Wannen“ bei Heslach umfaßt. Mit diesem Wasser wird unter anderem der laufende Brunnen auf dem Hofe des Königlichen Polytechnikums gespeist. Von der nächsten Quellengruppe, die dem Gebiete des Stubensandes (weisser Sandstein) angehört, sind hauptsächlich die Quellen im Vogelsang, die Lehen- und Wernhaldequelle, die Bopser- und die Kühnle-Sonnenbergquelle zu nennen. Zu der dritten Gruppe, deren Ursprung in der Grenze zwischen den unteren Keupermergeln und dem Werkstein zu suchen ist, gehören die Koppenthalquellen und die der Marktbrunnenleitung.

Stuttgart wird von diesen Quellen mit Trinkwasser versorgt, das Nutzwasser liefern dagegen verschiedene Seen und der Neckar, abgesehen von dem Wasser, das als Grundwasser durch Pumpbrunnen gehoben wird.

Diese kurze Uebersicht über die Wasserverhältnisse Stuttgarts hat mir, was die Wahl der zu untersuchenden Wasser betrifft, als Richtschnur bei vorliegender Arbeit gedient. Das Wasser der angeführten Quellen, das Neckar-, das See- und zwei Pumpbrunnenwasser habe ich einer chemischen, wie auch mikroskopischen Untersuchung unterworfen und zwar habe ich, was die quantitative Untersuchung anbelangt, von jedem Wasser eine Doppel-Analyse ausgeführt. Ich konnte um so sicherer auf ein richtiges Resultat rechnen.

I. Allgemeines über die Bestandtheile des Wassers.

Das Wasser ist sehr befähigt, gasförmige, wie feste Bestandtheile zu lösen und es ist daher erklärlich, dass es chemisch reines Wasser in der Natur nicht gibt. Es wird immer die Körper gelöst enthalten, mit denen es in Berührung gekommen ist. Indem das Meteorwasser als Regen oder Schnee auf die Erde niederfällt, nimmt es aus der Luft immer Stickstoff, Sauer-

stoff und Kohlensäure auf. Es dringt in den Boden ein und löst zum Theil die darin enthaltenen Stoffe. Diese Befähigung des Wassers, auf die Gesteine lösend einzuwirken, wird dadurch beträchtlich erhöht, dass das in die Erde dringende Wasser aus den oberen Bodenschichten die darin reichlich enthaltene Kohlensäure in grösserer Menge aufnimmt. Jedes Wasser, Quell-, Pumpbrunnen- oder Flusswasser enthält daher in grösserer oder geringerer Menge anorganische wie organische Stoffe. Von den anorganischen sind zu nennen: Die Alkali- und Erdalkalimetalle, zum Theil Aluminium, Eisen, Mangan und Ammoniak, und zwar gebunden an Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Salpetersäure und selten salpetrige Säure und Phosphorsäure. Die Natur der organischen Stoffe im gewöhnlichen Wasser ist bis jetzt mit Sicherheit noch nicht ermittelt. In der kleinen Schrift „Das Trinkwasser hinsichtlich seiner gesunden Beschaffenheit“ gibt Dr. Lersch, Bonn, als chemisch bekannte Stoffe an: Quell- und Quellsatzsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, wahrscheinlich auch Bernsteinsäure, Leucin und Tyrosin.

Betrachten wir die Verhältnisse etwas näher, unter denen sich die verschiedenen Wasser befinden, so ist die Thatsache durchaus nicht auffallend, dass das Pumpwasser den grössten Gehalt an festen Bestandtheilen aufweist, während das Quellwasser geringere und das Fluss- resp. Seewasser von allen die geringsten Mengen gelöst enthält. Im Gegensatz zu dem Pumpbrunnenwasser kommt das Quellwasser aus tieferen Erdschichten und wird von diesen gewissermaassen filtrirt. So werden z. B. organische Stoffe, Ammoniak und Kaliumsalze energisch zurückgehalten, auch treten durch das längere Verweilen des Wassers in der Erde Umsetzungen zwischen den Bestandtheilen ein, wodurch gelöste sich wieder ausscheiden. Es spielt hierbei auch der im Wasser sich befindende Sauerstoff eine Rolle. Er oxydirt nach und nach die organischen Stoffe und auch das etwa vorhandene Eisenbicarbonat zu dem unlöslichen Ferrioxydhydrat. Dass das Flusswasser und das Seewasser meist einen geringeren Gehalt an festen Bestandtheilen haben, hat seinen Grund in dem Umstande, dass die in dem Wasser gelösten doppelkohlensauren Salze

durch das Fliesen resp. Stehen auf der Oberfläche der Erde sich allmählich in die unlöslichen einfachen Carbonate zersetzen, indem Kohlensäure in die Luft entweicht. Dagegen enthalten diese Wasser gewöhnlich grössere Mengen organischer Substanzen, was dann hauptsächlich der Fall ist, wenn aus Städten Abflüsse aller Art in das Wasser gelangen.

II. Qualitative Analyse.

a) Aeussere Beurtheilung.

Die zu untersuchenden Trinkwasser waren klar, farblos und geruchlos. Nur bei dem Wasser des laufenden Brunnens auf dem Hofe des Königlichen Polytechnikums wurde im April eine vorübergehende Trübung von sich ausscheidendem kohlensaurem Kalke beobachtet. Der angenehme, erfrischende Geschmack der Trinkwasser lässt die darin reichlich enthaltene Kohlensäure erkennen. Das an Kohlensäure arme Neckar- und Seewasser schmeckt fade; letzteres hat auch eine gelbliche Farbe, was auf grössere Mengen organischer Substanzen schliessen lässt. Die beiden in Untersuchung genommenen Pumpbrunnenwasser waren vom Trinkwasser bei der äusseren Beurtheilung nur dadurch zu unterscheiden, dass das anfangs klare Wasser sich nach kurzer Zeit durch den sich ausscheidenden kohlensauren Kalk trübte, was durch das Entweichen von Kohlensäure bedingt war.

b) Chemische Untersuchung.

Alle Wasser enthalten ohne Ausnahme an Metallen: Calcium und Magnesium, die meisten Spuren von Kalium und Natrium, einige wenige geringe Mengen Ammoniak und Eisen. Diese sind als Salze an Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor und Salpetersäure gebunden. In den beiden Pumpwassern fand sich auch salpetrige Säure.

Um Calcium nachzuweisen, wurden etwa 50 cc Wasser mit Salzsäure angesäuert, mit Ammoniak übersättigt und schliesslich mit oxalsaurem Ammoniak versetzt. Eine weisse Fällung (von oxalsaurem Kalk) zeigte Calcium an.

Zum Nachweis des Magnesiums wurde das Wasser, nach-

dem auf eben angegebene Weise der Kalk vollständig ausgeschieden war, mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron versetzt. Nach kurzer Zeit bildete sich Ammonium-Magnesiumphosphat, ein weisser krystallinischer Niederschlag. Dieses Ammonium-Magnesiumphosphat scheidet sich dagegen in nadelförmigen Krystallen aus, wenn es aus einer heissen Lösung gefällt wird. Zu dieser Bildung der Krystalle ist aber eine längere Zeit erforderlich.

Aluminium konnte in bestimmbaren Mengen nicht nachgewiesen werden.

Die Alkalien konnten, selbst wenn die geringsten Mengen zugegen waren, mit Hilfe des Spectralapparats nachgewiesen werden.

Die geringen Mengen Ammoniak-Verbindungen, die in dem Pump-, Neckar- und Seewasser vorhanden sind, wurden auf folgende Weise erkannt. Es wurden etwa 150 cc Wasser mit $\frac{1}{2}$ cc Natriumhydratlösung und 1 cc einer Lösung von Natriumcarbonat versetzt. Der sich bildende Niederschlag setzte sich nach kurzer Zeit zu Boden und es wurde nun die klare Flüssigkeit in einen Cylinder von farblosem Glase gegossen. Nachdem nun 1 cc Nessler'sche Lösung (eine alkalische Quecksilberkaliumjodidlösung) hinzugesetzt war, schüttelte man die Flüssigkeit und beobachtete die Färbung, die sie annahm. Zu diesem Zwecke wurde das Glas auf ein weisses Stück Papier gestellt und die Intensität der Farbe geprüft, indem ich von oben schräg durch die Flüssigkeit sah.

Das Eisen, das in ganz geringen Mengen in den Wassern ist, wurde gefunden, indem es durch Kochen des Wassers als Oxydhydrat ausgeschieden wurde. Der Niederschlag, der der Hauptsache nach aus kohlen-saurem Kalk besteht und das Eisenoxydhydrat einschliesst, wurde in Salzsäure gelöst und zu der Lösung Rhodankalium oder gelbes Blutlaugensalz gesetzt. Im ersteren Falle bildete sich eine rothe Färbung von Ferrirhodanid, im anderen Falle ein blauer Niederschlag, resp. blaue Färbung, die von dem sich bildenden Berliner Blau herrührte.

Organische Substanzen wurden qualitativ dadurch nachgewiesen, dass man 150—200 cc Wasser in einer Platinschale

auf einem Sandbade zur Trockne eindampfte. Nimmt der Rückstand bei gelindem Glühen eine gelbe bis schwarze Farbe an, die bei stärkerem Erhitzen wieder verschwindet, so kann man mit Bestimmtheit auf organische Stoffe schliessen.

Schwefelsäure ist zugegen, wenn der Zusatz von Chlorbarium zu dem zu untersuchenden Wasser, das vorher mit wenigen Tropfen Salzsäure angesäuert ist, eine Trübung oder gar einen weissen Niederchlag hervorruft.

Zum Nachweis des Chlors versetzte man das Wasser mit etwas Salpetersäure und einer Lösung von salpetersaurem Silber. Sind Chloride zugegen, so bildet sich Chlorsilber, ein weisser, käsiger Niederschlag.

Die Salpetersäure habe ich qualitativ nach zwei verschiedenen Methoden bestimmt. Nach der ersteren verfuhr ich in folgender Weise. Es wurden etwa 10 cc des zu untersuchenden Wassers mit dem doppelten Volumen concentrirter Schwefelsäure versetzt. Nach dem Erkalten des Gemisches wurde eine Eisenvitriollösung mit der Vorsicht zugegossen, dass die Flüssigkeiten sich nicht mischten. Ein entstehender braunrother Ring lässt die Salpetersäure erkennen. Diese Erscheinung ist darin begründet, dass die Salpetersäure oxydirend auf einen Theil des schwefelsauren Eisenoxyduls einwirkt, sie selbst aber zu Stickoxydgas reducirt wird. Dieses Stickoxyd wird von dem nicht oxydirten Eisenvitriol der Lösung mit braunrother Farbe absorbirt.

Der andere weniger empfindliche Nachweis der Salpetersäure beruht auf der oxydirenden Wirkung, die die Salpetersäure auf den Indigo bei Gegenwart concentrirter Schwefelsäure in heisser Lösung ausübt. Die Temperaturerhöhung wird durch den Zusatz der concentrirten Schwefelsäure erreicht. Man versetzt etwa 20 cc Wasser, das ungefähr mit dem doppelten Quantum concentrirter Schwefelsäure vermischt wird, mit einigen Tropfen einer verdünnten Indigolösung. Eine etwaige Entfärbung lässt die Gegenwart der Salpetersäure erkennen.

Salpetrige Säure wurde nachgewiesen, indem man dem Wasser einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure und Jodstärkelösung zusetzte. Das durch die etwa vorhandene salpetrige

Säure in Freiheit gesetzte Jod bildet mit der anwesenden Stärke eine blaue Verbindung.

III. Quantitative Analyse.

Zu der Bestimmung des Chlors, der Salpetersäure und der organischen Substanzen habe ich titrirte Lösungen angewendet, deren Herstellung kurz erwähnt sein möge.

a) Titrirte Lösungen.

1) Zur Bestimmung des Chlors.

Ich habe eine Lösung von salpetersaurem Silber verwendet, von der 1 cc 1 mg Chlor entspricht. Dieses ist der Fall, wenn man $\frac{170}{35,5} = 4,7887$ g reines krystallisiertes Silbernitrat in 1 l destillirten Wassers löst.

Um den Titer dieser Lösung festzustellen, habe ich sie mit einer Kochsalzlösung, von der 1 cc auch 1 mg Chlor entspricht, verglichen. Diese Kochsalzlösung wurde erhalten, indem $\frac{58,5}{35,5} = 1,648$ g Steinsalz, das erst wiederholt analysirt worden war und sich als nahezu 100 % erwiesen hatte, in 1 l destillirten Wassers gelöst wurde.

Zur Darstellung der verwendeten Kaliumchromatlösung trug ich chlorfreies, neutrales gelbes Kaliumchromat in destillirtes Wasser bis zur kalten Sättigung ein.

2) Zur Bestimmung der Salpetersäure.

Die zu der Salpetersäurebestimmung verwendete Indigolösung wurde hergestellt, indem ich 1 Theil fein zerriebenes, reines Indigotin unter stetem Umrühren in 6 Theile rauchende Schwefelsäure eintrug. Die entstehende blaue Flüssigkeit wurde noch mit der 4fachen Menge destillirten Wassers vermischt und filtrirt.

Ferner bereitete ich mir eine Salpeterlösung, die im Liter 1,872 g reines trockenes Kaliumnitrat enthielt. Von dieser Lösung entsprach dann 1 cc 1 mg $N_2 O_5$.

3) Zur Bestimmung der organischen Substanzen.

Hiezu diene eine titrirte Lösung von Kaliumpermanganat. Den Titer dieser Chamäleonlösung habe ich durch eine $\frac{1}{100}$ normale Oxalsäurelösung festgestellt. Normal nennt man die Lösung einer Säure, welche im Liter 1g basischen Wasserstoff enthält. Das Gewicht von einem Molekül Oxalsäure ($C_2O_4H_2 + 2H_2O$) in Grammen ausgedrückt enthält aber 2g basischen Wasserstoff; wir müssen demnach $\frac{126}{2} = 63$ g krystallisirte Oxalsäure in 11 destillirten Wassers lösen, um eine Normallösung der Oxalsäure zu erhalten. Eine $\frac{1}{100}$ Normallösung gebraucht daher nur 0,63g krystallisirte Oxalsäure für 11 Wasser.

Die zur Prüfung dienende Schwefelsäure wurde hergestellt, indem 3 Theile destillirtes Wasser mit 1 Theil concentrirter Schwefelsäure vermischt wurden.

Von der zu verwendenden Chamäleonlösung soll 1 cc 1 cc der $\frac{1}{100}$ normalen Oxalsäurelösung entsprechen. Die im Liter gelösten 0,63g krystallisirte Oxalsäurelösung gebrauchen zur Oxydation 0,08g Sauerstoff. Wir müssen uns demgemäss eine Chamäleonlösung herstellen, die im Liter bei Gegenwart von Schwefelsäure 0,08g verfügbaren Sauerstoff enthält. Die Gleichung

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$

zeigt uns, dass zwei Moleküle $KMnO_4$ fünf Atome Sauerstoff zur Oxydation der vorhandenen oxydirbaren Substanzen freigeben.

316,4g krystallisirtes Kaliumpermanganat in 11 destillirten Wassers gelöst entsprechen also 80g Sauerstoff; 0,3164g daher 0,08g O. Man löst also 0,3164g krystallisirtes Kaliumpermanganat in destillirtem Wasser auf, dass 1 l Lösung erhalten wird, und es entspricht dann 1 cc dieser Lösung 0,08 mg zur Oxydation verfügbarem Sauerstoff.

b) Ausführung der quantitativen Analyse.

Bei der quantitativen Analyse habe ich das Wasser stets abgemessen, glaubte aber in der Rechnung 1 cc stets zu 1g in Rechnung bringen zu können, da das spezifische Gewicht dieser an festen Bestandtheilen armen Flüssigkeiten kaum von 1 abweicht.

1) Feste Bestandtheile.

Man stellt dadurch die Menge fester Rückstände fest, dass man das zu untersuchende Wasser bis zur Trockne abdampfen lässt. Es wurden je 100cc Wasser in einer tarirten Platinschale auf einem Sandbade eingedampft, der Rückstand, um auch das Krystallwasser aus dem Gyps vollständig auszutreiben, auf 180°C in einem Luftbade erhitzt und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen. Das Trocknen des Rückstandes wurde so lange fortgesetzt, bis das Gewicht constant blieb. Es wurden dann noch ein Mal von jedem Wasser 100cc verdampft und dann in derselben Weise verfahren, wie eben angegeben. Die Menge der festen Bestandtheile von 200cc Wasser musste natürlich doppelt so gross sein, als die zuerst erhaltene von 100cc Wasser.

Um zu verhüten, dass Staub in die Schale fallen könnte, befestigte ich über ihr vermittelst eines Statifs einen umgekehrten Trichter, dessen grösster Durchmesser den des Sandbades überreichte. Das Wasser, das sich im Innern des Trichters verdichtete, konnte dann ablaufen, ohne in die Schale oder auf das Sandbad zurückzutropfen.

2) Alkalien.

Alkalien fanden sich in fast allen Wassern, aber in solch geringer Menge, dass sie nur qualitativ mittelst des Spectrums bestimmt wurden.

3) Kalk.

Zum grossen Theil sind die Kalksalze als Bicarbonate im Wasser gelöst enthalten. Die Menge des kohlen-sauren Kalkes kann man daher bestimmen, indem man durch Kochen des Wassers die Kohlensäure austreibt, wodurch die Bicarbonate in die unlöslichen einfachen Carbonate umgesetzt werden. Mit dem kohlen-sauren Kalk scheiden sich auch in geringen Mengen die Carbonate der Magnesia aus. Um diese vom Kalk zu trennen, wurde der Gesamtniederschlag in verdünnter Salzsäure gelöst und der Kalk durch Zusatz von Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak aus der Lösung ausgeschieden. Im Filtrat befand sich nur noch die Magnesia, die als Ammonium-Magnesiumphosphat gefällt und als

Magnesium-Pyrophosphat gewogen wurde. Die gefundenen Mengen waren aber so gering, dass ich glaubte, diese Minimalmengen Magnesia als Kalk mit in Rechnung ziehen zu dürfen. So betragen sie z. B. auf 100 000 Theile Wasser bei dem Marktbrunnenwasser nur 0,2 Theile, bei dem Wasser des Brunnens auf dem Hofe des Königlichen Polytechnikums 0,36 Theile und bei dem Bopserwasser 0,5 Theile.

Das Eisen, welches auch zum Theil zugegen war, war in so geringen Quantitäten vorhanden, dass es quantitativ nicht bestimmt wurde.

Es wurde demnach in folgender Weise verfahren. 500 cc Wasser wurden mehrere Stunden lang im Kochkolben zum Kochen erhitzt, dass sich aller kohlensaure Kalk ausschied. Der abfiltrirte Niederschlag wurde nach dem Trocknen gegläht und dann durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure in das Sulfat des Kalkes übergeführt. Aus dem Gewichte des erhaltenen schwefelsauren Kalkes konnte die Menge des in $\frac{1}{2}$ l enthaltenen Calciumcarbonats berechnet werden.

Das Calcium ist außerdem noch in Form anderer Salze im Wasser gelöst enthalten. Dessen Menge habe ich erhalten, indem ich zum Filtrat des kohlensauren Kalkes, das durch vorsichtiges Abdampfen concentrirt wurde, Ammoniak und oxalsaures Ammoniak zusetzte. Der so gefällte oxalsaure Kalk wurde zur vollständigen Ausscheidung mindestens 12 Stunden stehen gelassen, ehe er abfiltrirt wurde. Ich habe diesen Kalk ebenfalls als Sulfat zur Wägung gebracht.

4) Magnesia.

Hat man auf obige Weise den Kalk vollständig ausgeschieden, so befindet sich noch die Magnesia im Wasser. Diese wurde bestimmt, indem das Filtrat des zuletzt gefällten Kalkes, das ich stark concentrirte, mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron versetzt wurde. Es bildet sich Ammonium-Magnesiumphosphat. Zur vollständigen Ausscheidung dieses Doppelsalzes liess ich mindestens 24 Stunden stehen. Der auf das Filter gebrachte Niederschlag muss durch Auswaschen mit ammoniakhaltigem Wasser von dem überschüssigen Natriumphosphat befreit werden.

Durch Glühen geht dieses Ammonium-Magnesiumphosphat unter Abspaltung von Ammoniak und Wasser in Magnesium-Pyrophosphat über. Als solches wurde es gewogen.

5) Schwefelsäure.

500 cc Wasser wurden mit Salzsäure angesäuert, durch vorsichtiges Abdampfen concentrirt und die darin enthaltene Schwefelsäure durch Zusatz von Chlorbarium an das Barium gebunden. Aus dem Gewichte des Bariumsulfats wurde auf die Menge der in $\frac{1}{2}$ l Wasser enthaltenen Schwefelsäure geschlossen.

Um bei dem Abfiltriren ein klares Filtrat zu bekommen, setzte ich vor dem Zusatz von Chlorbarium Salmiaklösung hinzu und fällte den schwefelsauren Baryt aus dem zum Sieden erhitzten Wasser. Natürlich musste das Bariumsulfat solange ausgewaschen werden, bis alles überschüssige Chlorbarium entfernt war.

6) Chlor.

Die Menge des Chlors, das sich im Wasser gewöhnlich in Verbindung mit den Alkali- und Erdalkalimetallen findet, habe ich durch Titriren mit einer Silberlösung (siehe pag. 134) gefunden. Kaliumchromat (K_2CrO_4) diente als Indicator. Die Silberlösung wird zuerst von den Chloriden in Anspruch genommen und dann erst von dem zugesetzten Kaliumchromat. Die Endreaction ist sehr scharf zu erkennen; so lange noch lösliche Chloride zugegen sind, verschwindet beim allmählichen Zusatz von einer Silbernitratlösung das sich momentan bildende braunrothe Silberchromat sofort beim Schütteln und erst, wenn alles Chlor an Silber gebunden ist, bleibt die schwach rothe Färbung.

Der Titer der verwendeten Silberlösung wurde vor jeder Chlorbestimmung folgendermaassen bestimmt. Ich versetzte 50 cc destillirtes Wasser mit 2—3 Tropfen der gesättigten Kaliumchromatlösung. Nach dem Zusatz von 10 cc der für diesen Zweck hergestellten Kochsalzlösung (s. pag. 134) liess ich aus einer Bürette so lange Silberlösung unter stetem Bewegen des die Flüssigkeit enthaltenden Gefässes hinzufließen, bis die braunrothe Färbung blieb. Von den verbrauchten CC Silberlösung wurden 0,3 cc ab-

gezogen, die das gebildete Silberchromat nach Versuchen mit destillirtem Wasser zur sichtbaren Reaction in Anspruch genommen hatten. Aus der so reducirten Anzahl der verbrauchten CC Silbernitratlösung konnte ich auf die Menge des Chlors schliessen, die sie zu binden im Stande war.

Der eigentliche Versuch wurde dann in der nämlichen Weise ausgeführt. Nach dem Zusatze von 2—3 Tropfen Kaliumchromatlösung zu 50 cc des zu untersuchenden Wassers, wurde aus einer Bürette so lange die titrirte Silberlösung hinzugefügt, bis das charakteristische braunrothe Silberchromat nicht wieder verschwand. Nach Abzug von 0,3 cc wurde der Rest der verbrauchten CC Silberlösung auf Chlor berechnet.

Angenommen, wir hätten bei dem Vorversuche auf 10 cc Kochsalzlösung nach Abzug von 0,3 cc 10,2 cc Silberlösung verbraucht. Dann entsprechen 10,2 cc Silberlösung 10 mg Cl, oder 1 cc Silberlösung $\frac{10}{10,2}$ mg Cl. Haben wir nun z. B. bei 50 cc Wasser 1,13 cc Silberlösung (nach Abzug der 0,3 cc) gebraucht, dann entsprechen diese verbrauchten CC $\frac{10 \cdot 1,13}{10,2}$ mg Cl, welche in 50 cc des betreffenden Wassers enthalten sind. In 50 000 Theilen Wasser sind $\frac{10 \cdot 1,13}{10,2}$ Theile Chlor enthalten. In 100 000 Theilen Wasser also $\frac{10 \cdot 1,13 \cdot 2}{10,2}$ Theile Chlor.

7) Salpetersäure.

Die Salpetersäure wurde mittelst titrirter Indigolösung bestimmt. Diese Methode beruht auf der oxydirenden Wirkung, welche die im Wasser enthaltene Salpetersäure auf den Indigo bei Gegenwart von mindestens des doppelten Volums des Wassers an concentrirter Schwefelsäure ausübt. Jedoch darf die Temperatur bei der diese Einwirkung stattfindet, nicht unter 100° C sinken. Auch dürfen in dem Wasser nur geringe, nicht zu berücksichtigende Quantitäten von organischen Substanzen, salpetrigsauren Salzen und Eisenoxydulsalzen enthalten sein.

Vor jeder Bestimmung der Salpetersäure wurde der Titer der Indigolösung auf folgende Weise festgestellt. Mittelst einer Pipette wurden 5 cc einer Salpeterlösung (s. pag. 134) zu 25 cc destillirten Wassers gethan und darauf mit 60 cc concentrirter Schwefelsäure vermischt. Aus einer Bürette liess ich alsdann solange die hergestellte Indigolösung (pag. 134) hinzuffliessen, bis die anfangs gelbe Farbe der Flüssigkeit eine blaugrüne Färbung annahm. Aus den verbrauchten CC Indigolösung konnte entnommen werden, wie viel CC der letzteren 1 mg N_2O_5 entspricht. Ich wählte die Concentration der Indigolösung so, dass auf 5—6 cc 1 mg N_2O_5 zu rechnen war.

Das Ende der Reaction liess sich genau feststellen. Um ein richtiges Resultat zu erhalten, muss man nur eine Vorsichtsmaassregel anwenden, die kurz erwähnt sein mag. Der Versuch muss innerhalb kurzer Zeit ausgeführt sein. Es sind deswegen deren mehrere erforderlich. Bei dem zweiten Versuche setzt man die zum ersten Male verbrauchten CC Indigolösung direkt zum Wasser, fügt das doppelte Volum der gesammten wässerigen Flüssigkeit an concentrirter Schwefelsäure zu und titirt weiter bis zur Grünfärbung. Man gebraucht jetzt mehr Indigolösung als bei dem ersten Versuche und verbessert dadurch einen Fehler, der durch die Verdünnung und die zu langsame Ausführung des Vorversuches entstanden ist.

Der Versuch wurde dann in oben angegebener Weise modificirt wiederholt. Aus der Menge der verbrauchten Indigolösung wurde der Gehalt des Wassers an Salpetersäure berechnet. Die Berechnung, wie viel Salpetersäure in 100 000 Theilen Wasser enthalten ist, ist durch folgende Gleichung ausgedrückt: $x = \frac{100 \cdot a}{bc}$

unter der Voraussetzung, dass x angiebt, wie viel Theile N_2O_5 in 100 000 Theilen Wasser enthalten sind, dass b die verwendeten CC Wasser und a die verbrauchten CC Indigolösung ausdrückt und unter der Annahme, dass c die Anzahl CC Indigolösung bedeutet, welche 1 mg N_2O_5 entsprechen.

Es darf das angewendete Wasser in 100 cc nicht mehr als 10—12 mg Salpetersäure enthalten. Uebersteigt der Gehalt der

Salpetersäure diese Grenze, was man durch den ersten Versuch annäherungsweise erkennt, so nimmt man je nach dem Gehalt nur 20 oder 10 cc Wasser und verdünnt sie mit destillirtem Wasser auf 25 cc.

8) Organische Substanzen.

Die Menge der im Wasser enthaltenen organischen Stoffe wurde nach dem von Kubel modificirten Verfahren mittelst Kaliumpermanganat in saurer Lösung bestimmt. Die Herstellung der angewendeten Normalflüssigkeiten ist schon pag. 135 besprochen worden. Der Versuch wurde in folgender Weise ausgeführt.

In einem etwa 300 cc fassenden Kolben wurden zu 100 cc Wasser 5 cc der mit dem 3fachen Wasser verdünnten Schwefelsäure gesetzt und dann von der titrirten Chamäleonlösung soviel hineingebracht, dass die rothe Färbung auch nach dem nun 5 Minuten langen Kochen nicht verschwand. Das Kochen geschieht, um die organischen Substanzen zu oxydiren. Darauf setzte ich 10 cc der $\frac{1}{100}$ normalen Oxalsäurelösung hinzu. Die Flüssigkeit entfärbte sich sofort und ich titrirte sie nun mit der Chamäleonlösung bis zur schwachen Röthung zurück. Von den verbrauchten CC Chamäleonlösung wurden die zu 10 cc Oxalsäurelösung nöthigen CC Chamäleonlösung abgezogen und die Differenz auf organische Substanzen berechnet.

So berechneten sich die organischen Stoffe, die im Marktbrunnen enthalten waren, auf folgende Weise. Es entsprachen 10,7 cc Chamäleonlösung 10 cc Oxalsäure. Nach dem Zusatz von 100 cc Wasser verbrauchte ich 10,9 cc Chamäleonlösung. Es war somit 0,2 cc Chamäleonlösung zur Oxydation der in 100 cc Wasser enthaltenen organischen Substanzen erforderlich. Von dieser entspricht aber $1 \text{ cc} \cdot \frac{10}{10,7}$ 0,08 mg Sauerstoff. Also entsprechen 0,2 cc Chamäleonlösung $0,2 \cdot \frac{10}{10,7}$ 0,08 mg Sauerstoff. 100 cc wägen aber 100 000 mg, folglich ist die zur Oxydation der in 100 000 Theilen Wasser enthaltenen organischen Substanzen nöthige Menge Sauerstoff $= 0,2 \cdot \frac{10}{10,7} \cdot 0,08 = 0,0149$ Theile Sauerstoff. Nimmt man nun

an, dass 1 Theil Sauerstoff 20 Theilen organischen Substanzen entspricht, wie dieses Kubel, Reichardt und Andere annehmen, so sind in 100 000 Theilen Wasser der Marktbrunnenleitung 0,298 Theile organische Substanzen enthalten.

Da die Lösung des Kaliumpermanganats sich nach und nach zersetzt, so wurde der Titer der Chamäleonlösung vor jeder Untersuchung festgestellt. Ich verfuhr hierbei gerade so, wie bei der soeben beschriebenen Bestimmung der organischen Substanzen. Ich ersetzte nur das zu untersuchende Wasser durch destillirtes Wasser. Auch wurde, da die Oxalsäurelösung sich mit der Zeit zersetzt, wiederholt eine frische titrirte Oxalsäurelösung bereitet.

9) Ammoniak.

Ammoniak fand sich in den Trinkwassern gar nicht, in dem Neckar-, See- und den Pumpwassern in so geringen Mengen, dass es mittelst der Nessler'schen Lösung nur qualitativ bestimmt wurde. Einen Anhalt, ob Ammoniaksalze in grösserer oder geringerer Menge zugegen sind, giebt die Intensität der gelben Färbung, welche durch den Zusatz einiger Tropfen der Nessler'schen Lösung im Wasser, falls Ammoniak zugegen ist, hervorgerufen wird. Das See- und Neckarwasser enthielt hiernach mehr Ammoniak als die beiden Pumpbrunnenwasser, die Färbung war aber bei den 4 Wassern sehr schwach.

10) Salpetrige Säure.

Salpetrige Säure wurde nur qualitativ bestimmt, da sich nur in den beiden Pumpwassern geringe Spuren vorfanden. Ich verweise somit auf die qualitative Prüfung pag. 133. Die charakteristische Blaufärbung trat bei dem Wasser des Pumpbrunnens in der Carlsstrasse intensiver hervor als bei dem Pumpwasser aus der Thurmstrasse und es ist daher anzunehmen, dass ersteres mehr salpetrige Säure enthält als letzteres.

IV. Mikroskopische Prüfung.

Ein an beiden Seiten geschliffenes Glasrohr, das etwa 12 mm weit und 15 mm lang war, wurde in der Weise mit einem ge-

wöhlichen mikroskopischen Objectglas verbunden, dass es, an dem einen Ende erwärmt, mit etwas Paraffin bestrichen und auf das ebenfalls erwärmte Objectglas gesetzt wurde. Nach dem Erkalten wurde die nun wasserdichte Glaszelle mehrere Male mit dem zu untersuchenden Wasser ausgespült und dann 1 cc dieses Wassers hineingebracht. Nachdem das Wasser unter dem Recipienten einer Luftpumpe über concentrirter Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur fast bis zur Trockne verdunstet war, prüfte ich den Rückstand bei steigender Vergrößerung.

Diese Prüfung hat bemerkenswerthe Resultate nicht ergeben. Die Krystalle des kohlensauren und schwefelsauren Kalkes waren deutlich zu erkennen, Organismen dagegen waren nicht zu finden, selbst in dem Neckar- und Seewasser nicht.

V. Berechnung der Analysen.

Wie umstehende Tabelle 1 zeigt, sind die Metalle als Metalloxyde, die Säuren als Säureanhydride berechnet. Die Säuren, wie die Metalloxyde finden sich aber als solche nicht im Wasser, sondern sie sind als Salze mit einander verbunden. Es stellt sich demnach die Frage, wie die Säuren auf die Metalloxyde vertheilt werden müssen. Es ist einleuchtend, dass man mit Bestimmtheit nicht behaupten kann, welche Mengen dieser oder jener Säure an das eine oder das andere Metall gebunden sind. Es kann folgende Zusammenstellung (Tab. 2) also nur dazu dienen, den Gehalt des Wassers an den verschiedenen Salzen unter gewissen, freilich mehr oder weniger willkürlichen Voraussetzungen erkennen zu lassen. Nichtsdestoweniger gestattet sie doch vollkommen, Aufschluss über den Character des Wassers zu erhalten.

Durch das Kochen wird der kohlensaure Kalk und in geringen Mengen die kohlensaure Magnesia ausgeschieden; sie werden daher auch als solche in Rechnung gebracht. Da nun die geringen Mengen der Alkalien unberücksichtigt gelassen werden können, so wurde der durch das Kochen nicht gefällte Kalk als Sulfat, und reichte die gefundene Schwefelsäure nicht aus, als Calciumchlorid berechnet. Bei dem Seewasser musste auch noch ein Theil des Kalkes als Calciumnitrat in Rechnung gezogen

werden. War mehr Schwefelsäure vorhanden, als zur Sättigung des Calciums nöthig war, so wurde der Ueberschuss an die Magnesia gebunden betrachtet. Das Chlor wurde in diesem Falle natürlich auch als Magnesiumchlorid in Rechnung gebracht. Die Salpetersäure wurde als Magnesiumnitrat berechnet und die etwa noch übrig gebliebenen Magnesiasalze als Carbonat in Rechnung genommen. Die Spuren salpetriger Säure und Ammoniak wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Es ist, wie gesagt, diese Gruppierung der Säuren und Metalle eine willkürliche zu nennen. Ich möchte hier noch anführen, dass nicht einmal die Menge des kohlensauren Kalkes genau bestimmt werden kann, da er ja bekanntlich nicht vollkommen unlöslich im Wasser ist.

VI. Einfluss der meteorologischen Verhältnisse auf die Zusammensetzung der Wasser.

Bezüglich der Frage, in wie weit dieser sich bei den verschiedenen Wassern geltend macht, lässt sich meinen Beobachtungen nach annehmen, dass er ein kaum bemerkenswerther ist, das Neckar- und Seewasser ausgenommen. So weit es mir möglich war, habe ich die festen Bestandtheile der Wasser zu verschiedenen Jahreszeiten unter Berücksichtigung der Temperatur festgestellt. Die Zusammensetzung der Quell-Wasser war immer die gleiche. So fand ich z. B. bei dem Bopserwasser in 100 000 Theilen Wasser

am 13. Mai	46,25	Th. feste Rückstände
„ 6. Juli	46,00	„ „ „
„ 22. Oct.	46,50	„ „ „
„ 12. Dec.	46,50	„ „ „

Ferner enthielt das Wasser des laufenden Brunnens auf dem Hofe des Königl. Polytechnikums in 100 000 Theilen

am 5. April	41	Th. fester Rückstände
„ 25. Juni	40,8	„ „ „
„ 22. Oct.	41,3	„ „ „
„ 12. Dec.	41,5	„ „ „

Erggebnisse der Analysen der Stuttgarter Wasser
in 100 000 Theilen.

Bezeichnung der B r u n n e n .	Tag der Fällung.	Temperatur.	Feste Rück- stände, bei 180 °C ge- trocknet.								Org. Subst. unter der Annahme, dass 1 O 20 org. Sub. entspricht.		
				CaO (c)	CaO	MgO	SO ₃	Cl	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	NH ₃		
1. Ventilbrunnen Alleen- strasse 6.	Aug. 1.	14,3	Theile 45	12,76	1,40	5,05	4,15	1,35	2,50	—	—	0,48	
				12,68	1,44	5,19	4,19	1,35	2,50	—	—	0,48	
2. Laufend. Brunnen im Hofe des Königl. Poly- technikums.	April 5.	6,5	41	15,10	1,48	3,60	2,815	1,15	1,375	—	—	0,24	
				15	1,48	3,68	2,815	1,15	1,375	—	—	0,24	
3. Ventilbrunnen Lud- wigsstrasse 16. Vogel- sangleitung.	Nov. 10.	9,4	68	15,39	3,78	7,22	16,92	0,78	2,02	—	—	0,32	
				13,21	5,47	7,34	17,06	0,78	2,02	—	—	0,32	
4. Lauf. Brunnen Haupt- stätterstrasse 109. Le- hen-Wernh.	Oct. 26.	9,4	48,5	12,53	1,86	5,36	4,16	0,98	3,47	—	—	0,16	
				12,86	1,42	5,43	4,20	0,98	3,47	—	—	0,16	
5. Ecke der Heusteig- und Wilhelmsstrasse. Bopserquelle.	Mai 13.	10,4	46	12,20	2,55	7,78	3,08	1,756	5,634	—	—	Spuren	
				11,80	2,56	7,85	3,08	1,756	5,634	—	—	Spuren	
6. Lauf. Brunnen, Ecke der Archiv- u. Olga- str. Kühle-Sonnenbg.	Mai 13.	10,4	44	13,76	1,92	4,47	2,37	1,36	1,97	—	—	Spuren	
				13,83	2,02	4,03	2,34	1,36	1,97	—	—	Spuren	
7. Lauf. Brunnen, Ecke d. Keppler- u. Jäger- strasse. Koppenthal.	März 16.	7	64	18,65	1,40	9,40	3,80	2,60	9,50	—	—	0,352	
				18,8	1,10	9,50	3,80	2,60	9,50	—	—	0,352	
8. Marktbrunnenquelle.	März 26.	6,9	91,5	18,84	12,95	9,30	29,07	2,20	5,50	—	—	0,298	
				18,70	13,20	8,97	29,07	2,20	5,50	—	—	0,298	
9. Pumpbrunnen Thurm- strasse.	Oct. 26.	10	169	18,96	21,76	15,32	21,85	21,75	49,99	Spuren	Spuren	0,96	
				18,38	22,32	15,28	21,99	21,75	49,99	—	—	0,96	
10. Pumpbrunnen Carls- strasse.	Oct. 26.	9,1	245	18,12	60,63	12,96	98,52	10,59	20,83	Spuren	Spuren	0,96	
				18,53	60,28	12,92	98,49	10,59	20,83	—	—	0,96	
11. Neckarwasser.	Oct. 6.	11	39	8,02	5,32	2,45	8,40	1,15	0,97	—	Spuren	0,80	
				8,02	5,32	2,52	8,38	1,15	0,97	—	—	0,80	
12. Seewasser.	Oct. 6.	10,9	15	3,05	2,59	1,69	0,43	0,58	0,26	—	Spuren	4,32	
				3,42	2,16	1,69	0,31	0,58	0,26	—	—	4,32	

Spuren von Kalium und Natrium; nur Kühle-Sonnenberg kein Kalium.

Zusammenstellung der Analysen der Stuttgarter Wasser.

In 100000 Theilen sind enthalten:

Bezeichnung der Brunnen.	Tag der Füllung.	Temperatur. C ^o	Feste Rück- stände bei 180°C ge- trocknet.	Ca CO ₃	Ca SO ₄	Ca Cl ₂	Ca(NO ₃) ₂	Mg SO ₄	Mg Cl ₂	Mg (NO ₃) ₂	Mg CO ₃	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	NH ₃	org. Subst. 1 O = 20 org. Subst.
1. Ventilbrunnen Allein- strasse 6.	Aug. 1.	14,3	Thiele, 45	22,79 22,64	3,40 3,50	— —	— —	3,22 3,20	1,81 1,81	3,43 3,43	4,81 5,10	— —	— —	— —	0,48 0,48
2. Lanfender Brunnen im Hofe des Königl. Poly- technikums.	April 5.	6,5	41	26,96 26,79	3,59 3,9	— —	— —	1,05 1,05	1,54 1,54	1,88 1,88	4,39 4,56	— —	— —	— —	0,24 0,24
3. Ventilbrunnen Ludwigs- strasse 16. Vogelsang- leitung.	Nov. 10.	9,4	68	27,48 23,59	9,18 13,28	— —	— —	17,28 14,57	1,04 1,04	2,77 2,77	0,59 3,23	— —	— —	— —	0,32 0,32
4. Lauf. Brunnen Haupt- stätterstr. 109. Lehen- Wasser.	Oct. 26.	9,4	48,5	22,38 22,96	4,52 3,45	— —	— —	2,25 3,26	1,31 1,31	4,75 4,75	5,74 5,27	— —	— —	— —	0,16 0,16
5. Ecke der Hensteig- und Wilhelmsstr. Bopser- quelle.	Mai 13.	10,4	46	21,78 21,07	5,24 5,24	0,77 0,78	— —	— —	1,69 1,67	7,72 7,71	10,52 10,62	— —	— —	— —	Spuren
6. Lauf. Brunnen, Ecke d. Archiv- u. Olgastr. Kühle-Sonnenberg.	Mai 13.	10,4	44	24,57 24,69	4,03 3,98	0,52 0,75	— —	— —	1,38 1,16	2,70 2,70	6,64 5,95	— —	— —	— —	"
7. Lauf. Brunnen, Ecke d. Keppler- u. Jägerstr. Koppenthal.	März 16.	7	64	33,36 33,57	3,40 2,67	— —	— —	2,70 3,35	3,48 3,48	13,02 13,02	7,37 7,14	— —	— —	— —	0,35 0,35
8. Marktbrunnenquelle.	März 26.	6,9	91,5	33,64 33,39	31,45 32,06	— —	— —	15,85 15,32	2,94 2,94	7,54 7,54	1,57 1,24	— —	— —	— —	0,30 0,298
9. Pumpbrunnen Thurm- strasse.	Oct. 26.	10	169	33,86 32,82	37,15 37,38	12,96 13,73	— —	— —	16,80 17,35	23,34 29,53	— —	29,31 28,44	Spuren	Spuren	0,96 0,96
10. Pumpbrunnen Carls- strasse.	"	9,1	245	32,36 33,09	147,24 146,39	— —	— —	17,86 18,57	14,17 14,17	3,81 2,81	— —	18,05 18,77	"	"	0,96 0,96
11. Neckarwasser.	Oct. 6.	11	39	14,32 14,32	12,92 12,92	— —	— —	1,20 1,17	1,54 1,54	1,33 1,33	2,18 2,33	— —	— —	"	0,80 0,80
12. Seewasser.	"	10,9	15	5,44 6,10	0,73 0,53	0,90 0,90	0,40 0,40	1,70 1,35	— —	— —	3,55 3,55	— —	— —	— —	4,32 4,32

Ebenso differirte die Menge der festen Bestandtheile auch bei den übrigen Quell-Wassern um höchstens 0,3—0,8 Theile.

Das Pumpbrunnenwasser aus der Carlsstrasse zeigte ebenfalls eine constante Zusammensetzung, das aus der Thurmstrasse enthielt im December in 100 000 Theilen 3 Theile fester Rückstände mehr als im Sommer. Das Seewasser hatte dagegen innerhalb dieses Zeitraumes um 3 Theile abgenommen. Am bemerkbarsten zeigten sich die meteorologischen Verhältnisse auf das Neckarwasser. Die Zusammensetzung dieses Wassers schwankte innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten zwischen 33 und 40 Theilen fester Rückstände auf 100 000 Theile Wasser.

Was die Temperatur der Wasser anbetrifft, so habe ich deren Bestimmung nur von dem Monate März bis Ende December vornehmen können. Es ergaben sich folgende Resultate

	Marktbrunnen	Brunnen im Hofe des Polytechnikums
Am	26. März 6,9 ⁰ C	5. April 6,5 ⁰ C
„	6. Juli 15,6 ⁰ „	25. Juni 16,5 ⁰ „
„	22. Oct. 8,1 ⁰ „	22. Oct. 8,4 ⁰ „
„	13. Dec. 5,7 ⁰ „	13. Dec. 7,5 ⁰ „
	Bopserwasser	Kühnle
Am	13. Mai 10,4 ⁰ C	13. Mai 10,4 ⁰ C
„	6. Juli 13,8 ⁰ „	6. Juli 16,0 ⁰ „
„	13. Dec. 8,2 ⁰ „	13. Dec. 7,5 ⁰ „
	Koppenthal	Alleenstrasse
Am	16. März 7,0 ⁰ C	10. April 7,0 ⁰ C
„	6. Juli 14,4 ⁰ „	25. Juni 16,2 ⁰ „
„	13. Dec. 8,4 ⁰ „	1. Aug. 14,3 ⁰ „
		13. Dec. 7,8 ⁰ „
	Lehen	Vogelsang
Am	12. April 7,4 ⁰ C	12. April 7,8 ⁰ C
„	10. Juli 15,6 ⁰ „	18. Juni 15,3 ⁰ „
„	26. Oct. 9,4 ⁰ „	10. Nov. 9,4 ⁰ „

Aus diesen Angaben sieht man, dass das Bopserwasser den geringsten Temperaturschwankungen unterworfen ist.

Die Temperatur dieses Wassers überstieg in der heissesten

Zeit des Sommers 1881 nicht 14° C, während die anderen Quellwasser zum Theil eine um mehrere Grade höhere Temperatur hatten.

Das Wasser auf dem Hofe des Königlichen Polytechnikums ist als dasjenige zu bezeichnen, das die höchste Temperatur annahm.

Die Pumpwasser haben von allen Wassern die constanteste Temperatur; die niedrigste beobachtete Temperatur beträgt 10° C, die höchste dagegen $13,8^{\circ}$ C.

Die Temperatur des dem Brunnen in der Alleenstrasse Nr. 6 entnommenen Neckarwassers schwankt dagegen zwischen $8,2^{\circ}$ und $17,5^{\circ}$ C, die des Seewassers, Ecke der Linden- und Rothenstrasse gefasst, zwischen $6,3$ und $18,3^{\circ}$ C.

Die Beurtheilung des Trinkwassers in sanitärischer Hinsicht fällt der Medicin zu. Die Chemie reicht ihr hierzu hülfreiche Hand; sie giebt ihr Aufschluss über den Gehalt des Wassers an den verschiedenen Bestandtheilen. Das Urtheil über die Güte dieses oder jenes Wassers überlasse ich daher den Sachverständigen. Ich möchte jedoch schliesslich noch aus den erhaltenen Resultaten die wesentlichen Momente hervorheben, die für die Brauchbarkeit der Quellwasser als Trinkwasser sprechen, und auch die Gründe anführen, die das Pumpbrunnenwasser, das Neckar- und das Seewasser als Genussmittel mindestens bedenklich erscheinen lassen.

Die Quellwasser zeichnen sich durch Klarheit (die Trübung des Wassers auf dem Hofe des Polytechnikums war vorübergehend), Farblosigkeit und Geruchlosigkeit aus. Sie haben alle einen angenehmen, erfrischenden Geschmack. Die meteorologischen Verhältnisse sind auf deren Zusammensetzung von einem kaum bemerkenswerthen Einflusse. Dieses ist deswegen von grossem Werthe, weil daraus mit Bestimmtheit geschlossen werden kann, dass die Wasser äusseren Verunreinigungen nicht ausgesetzt sind. Die hohe Temperatur, die die Wasser zum Theil annehmen, mag daher rühren, dass die Röhren, in denen das Wasser der Stadt zugeführt wird, nicht tief genug gelegt worden sind. Die Quellwasser enthalten keine salpetrige Säure und kein Ammoniak; es sind auch nur wenige CC Kaliumpermanganatlösung zur Oxydation

der darin enthaltenen organischen Stoffe erforderlich. Auffallend ist nur der hohe Gehalt an schwefelsauren Salzen, den die Wasser der Marktbrunnen- und der Vogelsangleitung aufweisen; ebenso überraschend sind die im Koppenthal-, Marktbrunnen- und Bopserwasser gefundenen Mengen salpetersaurer Salze.

Das Wasser der beiden untersuchten Pumpbrunnen hat einen überaus grossen Gehalt an mineralischen Bestandtheilen. Bedeutende Mengen schwefelsaurer und salpetersaurer Salze wurden gefunden. Es wurde ausserdem salpetrige Säure und Ammoniak in diesem Wasser nachgewiesen. Ebenso ist das Neckar- und das Seewasser durch Ammoniaksalze, letzteres ausserdem durch bedeutende Mengen organischer Substanzen verunreinigt.

Aus diesen Gründen sind die zuletzt genannten Wasser als Trinkwasser zu verwerfen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Peine Georg

Artikel/Article: [Untersuchung des Wassers der Stuttgarter Wasserversorgung 128-147](#)