Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 9 (1890)

Artikel: Die Wasserversorgung der Stadt Frauenfeld
Autor: Schmid, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593834

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Wasserversorgung der Stadt Frauenfeld.

Von

A. Schmid,

Chemiker an der thurg. Lebensmittelcontrolstation.

Die Stadt Frauenfeld mit ca 3600 Einwohnern erhält aus drei Quellgebieten ein Wasserquantum von ca 800 Liter pro Minute. Von diesem Wasserquantum wird ein Teil an die Nachbargemeinden Kurzdorf und Langdorf abgetreten; die Wasserversorgung hat infolge dessen ca 4000 Nutzniesser und bietet also pro Kopf und Tag ca 290 Liter.

Für eine Vergleichung dieser Wasserzuteilung mit derjenigen anderer Städte finden wir Material in dem Werke Bechmanns: „Encyclopédie des travaux publics. Paris." Ich entnehme demselben folgende Angaben:

Die Wasserversorgung	von	Rom	bietet	pro	Kopf	u. Tag	1000	Liter
„	„	„ Washington	„	„	„	„	700	„
„	„	„ Lausanne	„	„	„	„	560	„
„	„	„ Marseille	„	„	„	„	415	„
„	„	„ New-York	„	„	„	„	297	„
„	„	„ Paris	„	„	„	„	215	„
„	„	„ Pest	„	„	„	„	140	„
„	„	„ Lyon	„	„	„	„	140	„
„	„	„ London	„	„	„	„	135	„
„	„	„ Berlin	„	„	„	„	75	„
„	„	„ Madrid	„	„	„	„	15	„

Im allgemeinen wird bei industriellen Städten ein Wasserquantum von 150 Litern pro Kopf und Tag für nötig gehalten. Die Wasserversorgung Frauenfelds lässt somit in Bezug auf die Grösse der Wasserzufuhr gegenwärtig und voraussichtlich noch eine Reihe von Jahren nichts zu wünschen übrig.

1.741
126529

Chemische Untersuchungen betreffend die Qualität der Trinkwasser Frauenfelds sind im Jahre 1886 von Herrn Dr. *Grubenmann* ausgeführt worden. Die Resultate jener Untersuchungen sind zum Teil in Heft VI dieser Mitteilungen niedergelegt. Der Wunsch, diese Wasser auch in Bezug auf ihre bakteriologische Beschaffenheit kennen zu lernen, war die Veranlassung zu den Untersuchungen, deren Ergebnisse in Folgendem mitgeteilt werden.

Bei der Beurteilung der Qualität eines Wassers fragen wir uns zunächst: Soll dasselbe als „Genusswasser", d. h. zum Trinken und zur Bereitung von Speisen verwendet werden, oder soll es nur als „Brauchwasser" technischen Zwecken dienen. Die Wasser der drei Leitungen Frauenfelds finden als Genuss- und Brauchwasser Verwendung; wir haben daher zu untersuchen, wie weit dieselben den Anforderungen, die an Genuss- und an Brauchwasser gestellt werden, genügen.

An ein Genusswasser stellen wir folgende Anforderungen:

1. Es soll ein appetitliches Aussehen haben und zum Genusse anregen.
2. Es soll in chemischer Beziehung sich als möglichst rein erweisen und namentlich keine die Gesundheit gefährdenden chemische Verbindungen einschliessen.
3. Es soll keine lebenden Infusorien enthalten.
4. Es soll keine *pathogenen* Mikroorganismen und Mikroorganismen überhaupt nicht in grösserer Menge beherbergen.

Um zu erfahren, ob ein Wasser diesen Anforderungen genügt, muss dasselbe einer physikalischen, einer chemischen und einer bakteriologischen Untersuchung unterworfen werden.

Die *physikalische Untersuchung* der Wasser besteht in der Sinnesprüfung und der mikroskopischen Prüfung. Die Sinnesprüfung bezieht sich auf Farbe, Klarheit, Geruch und Geschmack des Wassers. Wir verlangen, dass das Wasser ein appetitliches Aussehen hat und zum Genusse anregt; es soll daher klar und in nicht zu starken Schichten farblos sein; es soll geruchlos sein und einen angenehm kühlenden Geschmack besitzen; die Temperatur darf nicht zu hoch und nicht zu niedrig sein, von der mittlern Jahrestemperatur

der Entnahmsstelle wenig abweichen. Beobachtet man bei einem Quell- oder Brunnenwasser bedeutende Schwankungen in der Temperatur, so muss geschlossen werden, entweder, dass das Wasser nicht tief gefasst, also auch nur wenig durch Bodenfiltration gereinigt ist, oder, dass sich demselben Tagewasser beimengt, oder endlich, dass das Wasser mit einem offenen Gewässer, Fluss oder See in direkter Verbindung steht.

Das Mikroskop gibt uns Aufschluss über das Tier- und Pflanzenleben in dem zu untersuchenden Wasser. Wir achten bei dieser Prüfung namentlich auf Anwesenheit von Infusorien, nicht weil deren Genuss toxisch wirken würde, sondern weil wir wissen, dass diese nur in solchem Wasser in namhafter Menge vorkommen, welches ihnen reichliche Nahrung bietet, also unrein ist. Diatomeen und grüne Algen kommen in Wasser vor, das arm an organischen Stoffen, aber dem Lichte ausgesetzt ist; in faulendem Wasser gehen die Algen zu Grunde. Das Vorkommen dieser grünen Wasserpflanzen spricht also nicht gegen die Reinheit des Wassers und da sie auch an und für sich unschädlich sind, fallen sie bei der Beurteilung des Wassers nicht in Betracht. Von den pflanzlichen Gebilden des Wassers verdienen die Bakterien, zu denen die kleinsten bis jetzt bekannten Lebewesen gehören, besondere Beachtung. Ueber deren Bedeutung, deren Nachweis und die Bestimmung ihrer Zahl wird später einlässlich die Rede sein.

In *chemischer Beziehung* soll sich ein Genusswasser als möglichst rein erweisen, namentlich gelöste organische Verbindungen nur in geringen Mengen enthalten.

Reine natürliche Wässer enthalten in der Regel im Liter:

1. nicht mehr als 500 Milligramm beim Verdampfen auf dem Wasserbade zurückbleibende Stoffe (feste Bestandteile),
2. nicht mehr als 200 Milligrm. Calcium- und Magnesiumoxyd,
3. nicht mehr als 20 Milligramme Chlor,
4. nicht mehr als 20 „ Salpetersäure,
5. nicht mehr als 50 „ „organische Substanz“,
6. nicht mehr als 0,02 „ Ammoniak (durch Destillation bestimmt)

7. nicht mehr als 0,05 Milligr. albuminoides Ammoniak,
8. keine salpetrige Säure.

Durch Vergleich der Analysenresultate mit vorstehenden Zahlen lassen sich erhebliche Verunreinigungen eines Wassers leicht erkennen. Wählt man bei der Beurteilung der Resultate der chemischen Untersuchung obige Vergleichszahlen als Massstab, so darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass gewisse Abweichungen von diesen Vergleichswerten der Bodenbeschaffenheit des Quellgebietes und nicht Verunreinigungen durch tierische oder pflanzliche Ueberreste zuzuschreiben sind. Ist z. B. der Gehalt eines Wassers an festen Bestandteilen oder an Calcium- und Magnesiumoxyd grösser als oben angegeben, so ist dies noch kein Grund zur Beanstandung eines Wassers als Genusswasser; ein hoher Gehalt an Salzen des Kalkes und der Magnesia oder eine hohe Härte ist in vielen Fällen eben nur die Folge der geologischen Beschaffenheit des Quellgebietes und es kann eine bedeutend grössere Menge dieser Salze als die angeführte meist ohne Nachteil genossen werden. Ein sehr hartes Wasser ist allerdings wenig geeignet zur Speisebereitung. Die Kalk- und Magnesiasalze des Wassers bilden mit Bestandteilen mancher Nahrungsmittel, z. B. der Hülsenfrüchte, und mit Bestandteilen von Kaffee, Thee unlösliche Verbindungen, wodurch die Qualität dieser Nahrungs- resp. Genussmittel beeinträchtigt wird.

Handelt es sich um die Beurteilung eines Wassers aus gesundheitlichen Rücksichten, so muss, sofern die Resultate der chemischen Untersuchung in Betracht fallen, in erster Linie der Gehalt an organischen Bestandteilen Berücksichtigung finden, und von diesen verlangen namentlich die stickstoffhaltigen und die Produkte der Fäulnis derselben, vor allem die Fäulnisbasen ernstere Beachtung. Neuere Untersuchungen, besonders die von *L. Brieger,* haben ergeben, dass bei der Zersetzung von Eiweisssubstanzen häufig giftige Basen entstehen und dass fast alle Fäulnisbasen die Verdauungswege mehr oder weniger angreifen und dadurch den Verdauungsprozess stören. Ein sehr geringer Gehalt eines Wassers an solchen giftigen Fäulnisprodukten kann schon nachteilig sein, da bei der Verwendung des Wassers

als Trinkwasser und zur Speisebereitung doch relativ grosse Mengen in den Körper eingeführt werden. Wir kennen leider zur Zeit noch keine Reaktionen, welche den sichern qualitativen und quantitativen Nachweis dieser Fäulnisgifte ermöglichen; wir müssen uns noch mit dem allgemeinen Nachweis organischer Fäulnisprodukte begnügen und prüfen daher die Wasser auf deren Gehalt an Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure und auf den Gehalt an den die organischen Fäulnisprodukte gewöhnlich begleitenden Salzen, also auf den Gehalt an Chloriden und Sulfaten der Alkali- und Erdalkalimetalle. Die Bestimmung des albuminoiden Ammoniaks hat besondern Wert, da sie uns Aufschluss gibt über die Menge der im Wasser vorhandenen Zersetzungsprodukte von Eiweisssubstanzen.

Ist aus dem Ergebnisse der chemischen Untersuchung zu ersehen, dass obige Stoffe in aussergewöhnlicher Menge vorhanden sind, so müssen wir das Wasser als gesundheitsgefährlich beanstanden.

Die genannten chemischen Verbindungen, die wir leicht qualitativ und quantitativ im Wasser nachweisen können, sind als solche in den Mengen, wie sie in verunreinigten Wässern vorkommen, unschädlich, und würden sich nur diese Verbindungen bei der Zersetzung organischer Substanzen im Wasser bilden, so brauchten wir den Fäulnisprodukten nicht besondere Beachtung zu schenken; aber weil dieselben eben häufig giftige Begleiter haben, darum erscheint uns ein Wasser, das sie in namhafter Menge beherbergt, gefährlich.

Die bakteriologische Untersuchung. Schon seit langer Zeit wusste man, dass gewisse Krankheiten durch das Trinkwasser Verbreitung finden, dass z. B. Wasser, welches durch die Entleerungen der an Cholera und Typhus Leidenden verunreinigt ist, diese Krankheiten fortpflanzt; aber erst vor wenigen Dezennien ist die Entdeckung gemacht worden, dass äusserst kleine pflanzliche Gebilde, Bakterien genannt, die Urheber der Infektionskrankheiten sind. Nachdem der Beweis erbracht war, dass spezifische Krankheiten durch spezifische organisirte Wesen verursacht werden, und nachdem Verbesserungen der technischen Hülfsmittel ein Erkennen und Unterscheiden verschiedener Krankheitserreger ermög-

lichten, kam man auch bald dazu, pathogene Mikroorganismen im Wasser zu finden. So ist es Prof. *R. Koch* gelungen, den Kommabacillus der Cholera in dem Wasser eines Weihers in einer Vorstadt Calcuttas nachzuweisen, *Nicati* und *Rietsch* haben ihn zur Zeit der Cholera im Wasser des alten Hafens in Marseille gefunden; zu wiederholten Malen ist auch der Erreger des Typhus, der Typhusbacillus, im Wasser entdeckt worden.

Da schon häufig konstatirt wurde, dass die Verbreitung von Infektionskrankheiten mit derjenigen einer Trinkwasserleitung übereinstimmte und nachdem die Erreger solcher Krankheiten während der Epidemie im Wasser nachgewiesen worden sind, ist wohl nicht mehr daran zu zweifeln, dass das Wasser Krankheiten vermittelt.

Aus diesem Umstande ergibt sich die Notwendigkeit, bei einer Wasseruntersuchung die Mikroorganismen zu berücksichtigen und die Anforderung: Es soll keine pathogenen Mikroorganismen enthalten. Da nun aber zur Zeit der Nachweis von pathogenen Mikroorganismen noch viele Schwierigkeiten bietet, da im weitern manche Krankheitskeime noch nicht bekannt sind und da endlich der Fall eintreten kann, dass ein Wasser bekannte Krankheitserreger enthält, zufällig aber nicht in dem kleinen zur Untersuchung kommenden Quantum, so müssen wir schon ein Wasser als „verdächtig“ vom Genusse ausschliessen, welches die Möglichkeit bietet, dass Krankheitserreger in dasselbe gelangen, und daher wird die weitere Anforderung gestellt: das Wasser soll Mikroorganismen überhaupt nicht in grösserer Menge beherbergen.

Die Erdoberfläche bewohnter und bebauter Gegenden enthält unzählige Mengen Bakterien, von denen viele dem menschlichen Haushalte entstammen, und vielleicht Krankheitserreger sind; diese werden von den Tagewässern fortgerissen. Wenn nun diese Wasser in den Boden eintreten und durch denselben in die Tiefe sickern, so werden die Bakterien im Erdboden zurückgehalten und das Wasser enthält, nachdem es den Boden auf einige Meter durchdrungen hat, keine oder nur wenige Bakterien. Ueber den Bakteriengehalt des Erdbodens in verschiedenen Tiefen geben z. B. folgende Zahlen, welche die Resultate diesbezüglicher,

am hygieinischen Institut in Jena ausgeführter Untersuchungen sind,[1] einigen Aufschluss.

Hofraum		Ackerland	
Direkt unter der Oberfläche eine ungefähr 15 cm dicke, schwarze Schicht (grösstenteils Kaffeesatz), darunter fester Lehm.		Bis zu 20 cm Humus, bis zu 1 m grober Kies mit Kalk, bis 3 m fester Lehm; bei 4 bis 4,2 m sandiger, feuchter Lehm.	
Tiefe in Metern	Bakterienzahl im Kubikcent.	Tiefe in Metern	Bakterienzahl im Kubikcent.
schwarze Schicht	1 232 000	Oberfläche	Gelatine verflüssigt
1	158 000	1	81 900
1,6	360	2	400
		3	120
		4	0

Aus diesen Zahlen ersehen wir, dass das Wasser beim Passiren des Bodens von bakterienreichen Schichten zu bakterienarmen gelangt. Dass es dabei selbst infolge Filtration durch den Boden bakterienarm wird, das können wir z. B. ersehen aus der Wirkung von Sandfiltern bei künstlichen Filtriranlagen. In folgendem führe ich als Beispiel einige Resultate von Untersuchungen über die Wirkung der Sandfilter des städtischen Wasserwerks in Zürich[2] an.

Unfiltrirtes Seewasser.

1888	Zahl der Untersuchungen	Mittlere Bakterienzahl pro Kubikcent. Wasser
1. Quartal	7	345
2. „	9	198
3. „	29	161
4. „	6	120
Jahresdurchschnitt	51	188

[1] Kubel-Tiemann-Gärtner. Untersuchung des Wassers 1889, 463.
[2] Dr. Pertschinger, Untersuchungen über die Wirkung der Sandfilter des städtischen Wasserwerks in Zürich, 1889.

Filtrirtes Seewasser. (Brauchwasser.)

1888	Zahl der Untersuchungen	Mittlere Bakterienzahl
1. Quartal	7	18
2. „	8	25
3. „	16	18
4. „	6	20
Jahresdurchschnitt	37	19

Das Filtrirmaterial besteht bei obiger Anlage aus folgenden Schichten: Zu oberst 80 cm feiner Sand, 15 cm grober Sand, 10 cm Gartenkies und zu unterst 5—15 cm grober Kies.

Verschiedene Beobachtungen veranlassen Dr. *Bertschinger* zu der Annahme, dass bei der Sandfiltration *alle* Mikroorganismen des zu filtrirenden Wassers zurückgehalten werden und dass die wenigen im filtrirten Wasser vorkommenden Pilzkeime nachträglich sich demselben beigemischt haben.

Ein hoher Bakteriengehalt und das Vorkommen vieler Arten von Bakterien deuten also darauf hin, dass ein Wasser durch Bodenfiltration nicht oder nur ungenügend gereinigt wurde oder dass sich demselben Tagewasser beigemischt hat; in beiden Fällen ist die Anwesenheit von Krankheitserregern möglich, der Genuss des Wassers also gesundheitsgefährlich.

Ein gut gefasstes Quellwasser, das keine unreinen Zuflüsse erhält, hat selten mehr als 50 Bakterien pro Kubikcentimeter. In Brunnenstuben und Reservoirs, wo nur geringer Wasserwechsel stattfindet, auch in den Leitungen, tritt eine Vermehrung der Bakterien ein und darum beobachtet man bei Brunnenwässern und bei Wasser aus einem Reservoir erhebliche Schwankungen im Bakteriengehalt; immerhin ist die Bakterienzahl (Anzahl der Bakterien pro Kubikcentimeter Wasser), sofern keine aussergewöhnlichen Verunreinigungen, z. B. durch Eindringen von Tagewässern in Brunnenstuben, eintreten, selten höher als 500.

Nach *Hueppe* [1] enthalten nach bisherigen Prüfungen:

	Bakterien pro 1 Kubikcm.
1. Gute, gegen Infiltrationen geschützte Quellen	0—182

[1] Hueppe: Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1887.

	Bakterien pro 1 Kubikcm.
2. Gute, aber nicht sicher gegen Filtration geschützte Quellen .	14—2730
3. Leitungen von Quellwasser bei guter Leitung u. normalem Betrieb	5—180
4. Chemisch gutes Brunnenwasser	5—52
5. Chemisch zweifelhaftes Brunnenwasser	12—8160
6. Chemisch sehr schlechtes Brunnenwasser	0—11 960
7. Wasser aus Tiefbrunnen . .	15—144
8. Brunnenwasser, auf welches die Bewohnerschaft der Umgebung von Einfluss ist	0—75 000
9. Wasser von Landseen . . .	8—1314
10. Flusswasser	7—125 000
11. Stark verunreinigtes Flusswasser	bis 10 000 000

Diese Zahlen lehren, dass die Bakterienzahl allein einen direkten Schluss auf die hygieinische Beschaffenheit eines Wassers nicht gestattet, dass ein niedrigerer Gehalt an Bakterien auch bei Wasser schlechter Qualität vorkommen kann, dass aber anderseits ein hoher Gehalt meist mit einer schlechten chemischen Beschaffenheit vereint geht. Die bakteriologische Untersuchung kann die chemische Untersuchung im allgemeinen nicht ersetzen, wie man anfangs glaubte, sondern nur ergänzen. In manchen Fällen aber, wie z. B. bei der Kontrolirung der Wirkung künstlicher Filtriranlagen, macht eine bakteriologische Untersuchung auf Störungen aufmerksam, die durch eine chemische nicht angezeigt würden. Bei meinen Untersuchungen kam ich zu der Ansicht, dass die Frage, ob eine Quelle richtig gefasst ist, im Laboratorium in der Regel besser durch eine bakteriologische, als durch eine chemische Untersuchung beantwortet werden kann. Bei zwei kleinern Zuflüssen fielen mir die Abweichungen in der bakteriologischen Beschaffenheit gegenüber dem Wasser der Hauptleitung auf, während die chemische Beschaffenheit keineswegs zu Ungunsten der fraglichen Zuflüsse sprach. Die Prüfung der örtlichen Verhältnisse ergab, dass der durch die bakteriologische Untersuchung geweckte Verdacht gerecht-

fertigt war. Der Zustand oder vielmehr die Anlage dieser Leitungen liess zu wünschen übrig.

Die bakteriologische Untersuchung des Wassers besteht:

1. in der Zählung der aus einem bestimmten Quantum Wasser in Nährgelatine bei Zimmertemperatur sich bildenden Kolonien von Bakterien;
2. in einer Bestimmung der verschiedenen Arten der vorkommenden Bakterien und der Artenzahl.

Die Bakterien sind die kleinsten bis jetzt bekannten Lebewesen; sie haben einen höchst einfachen Bau, bestehen aus Protoplasma, das von einer Zellhaut umschlossen ist.

Ihrer Form nach unterscheidet man:

Kokken (runde Körperchen),
Eigentliche Bakterien (doppelt so lang wie breit u. elliptisch),
Bacillen (mehr als doppelt so lang wie breit),
Spirillen (schraubenförmig gewundene Bakterien),
Fadenbakterien (zeigen ein ausgesprochenes Spitzenwachstum).

Die Vermehrung der Bakterien ist unter günstigen Bedingungen sehr bedeutend; sie wird meist dadurch bewirkt, dass der einzelne Organismus sich vergrössert und dann in gleiche Teile zerfällt, von denen jeder wieder der Ausgang neuer Generationen wird. Charakteristisch ist für die verschiedenen Bakterienarten die Art des Auftretens der neuentstandenen Bakterien, indem manche sich zu Haufen, andere zu Ketten, Schrauben oder Fäden gruppiren, wieder andere sich von einander völlig trennen. Kennzeichnend ist auch bei einigen Arten das Aussehen der Bakterienkolonien auf verschiedenem Nährboden. Die Grösse dieser Lebewesen beträgt bei den meisten nur sehr wenige Mikromillimeter; die hauptsächlich im Wasser vorkommenden Fadenbakterien haben z. B. eine Dicke von 1—5 Mikromillimeter. Bei dieser Kleinheit der Bakterien konnten erst bedeutende Verbesserungen des Mikroskops, wie die Anbringung des Abbéschen Beleuchtungsapparates, und die Einführung der Systeme für homogene Immersion einen Einblick in die Beschaffenheit dieser Organismen ermöglichen; eine bedeutende Erleichterung hatte auch die Bakterienforschung nach Anwendung der Färbetechnik. Die Bakterien nehmen nämlich gewisse Farben, namentlich Anilinfarben, reichlich in sich auf und durch ihre

starke Färbung geben sie sich dann im mikroskopischen Bilde leicht zu erkennen. Den genannten Fortschritten in Technicismen auf dem Gebiete der Bakteriologie folgte im Jahre 1881 der bedeutendste, bestehend in der Einführung des *festen durchsichtigen Nährbodens*, welcher gestattet, die Bakterien getrennt zum Wachstum und zur Vermehrung zu bringen und die entstandenen Kolonien von Bakterien zu beobachten. Dieses von *Prof. Koch in Berlin* stammende Kulturverfahren ermöglicht u. a. einen Einblick in den Bakteriengehalt eines Wassers, während mittelst des Mikroskopes allein eine Zählung der Bakterien in einem grössern Wasserquantum, z. B. in einem Kubikcentimeter, kaum ausführbar wäre.

Das Kochsche Verfahren erleichtert aber nicht nur das Zählen der Bakterien, sondern auch das Erkennen der Arten, da die Bakterienkolonien charakteristische Merkmale zeigen.

Bei meinen Untersuchungen, deren Resultate im speziellen Teile dieser Arbeit angeführt sind, verwendete ich als Nährboden die Löfflersche Fleischwasser-Pepton-Gelatine. Herr Dr. Roth am hygieinischen Institut in Zürich hatte die Güte, mich mit der Herstellung derselben vertraut zu machen. Zu den Probenahmen dienten kleine Erlenmayerkolben mit Baumwollpfropf, die bei Fassungen im Quellgebiete in eine Kiste mit Eis fest eingebettet und mit Gummikappen versehen wurden. Von dem Wasser fügte ich jeweilen $^1/_2$ oder 1 cm^3 zu 10 cm^3 der durch Erwärmen auf ca 35 ^{0} verflüssigten Nährgelatine; nach leichtem Schütteln, zum Zwecke der Verteilung der Pilzkeime, brachte ich sodann die Gelatine in Glasdosen (nach Petri), in denen auf horizontaler Unterlage das Erstarren derselben vor sich ging. Die Erlenmayer-Kolben, die Glasdosen und die zum Abmessen des Wassers dienenden Pipetten wurden jeweilen vor dem Gebrauch durch ein zweistündiges Erhitzen auf ca 150 ^{0} keimfrei gemacht.

Meist konnte schon am 3. Tage nach der Aussaat mit der Zählung der Kolonien begonnen werden, die endgültige Zählung musste, je nach Zimmertemperatur und Beschaffenheit des Wassers, nach dem 4. bis 7. Tage erfolgen. Nicht alle im Wasser vorkommenden Bakterien haben sich in dieser Zeit so stark vermehrt, dass ihre Kolonien sichtbar sind, denn ein kleiner Teil derselben hat in der gebotenen Nährgelatine und bei Zimmertemperatur nicht die richtigen Wachs-

tumsbedingungen; es haften also der Methode noch kleine Fehler an, diese schmälern aber den praktischen Wert derselben nur ganz unbedeutend. Bei jeder Wasseruntersuchung wurden 2 Proben gefasst und jeweilen von jeder dieser Proben 2 Aussaaten gemacht; dadurch konnten event. zufällige Verunreinigungen bei der Probenahme oder bei der Aussaat als solche erkannt werden. Ich kam aber nur einmal in die Lage, auf zufällige Verunreinigung schliessen zu müssen, die Anzahl der Kolonien bei den 4 Aussaaten zeigte sonst befriedigende Uebereinstimmung. (Siehe unten.)

Zur Zeit beschränkt sich die bakterielle Untersuchung des Wassers im chemischen Laboratorium in der Regel auf die Ermittlung der „Bakterienzahl", denn diese bietet schon wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung; ich habe auch bei meinen Untersuchungen nur in wenigen Fällen die Artenzahl bestimmt. Bei der Feststellung der Artenzahl kommen als charakteristische Eigentümlichkeiten der Bau der Kolonien, ferner deren Grösse, Farbe, Lichtbrechung und Körnung in Betracht; die Verschiedenheiten geben sich besonders leicht unter dem Mikroskop (bei ca 100facher Vergrösserung) zu erkennen.

Nachdem im vorausgehenden gezeigt worden ist, was für Anforderungen in physikalischer, chemischer und bakterieller Beziehung an Genusswasser gestellt werden, sollen im folgenden noch einige Winke darüber gegeben werden, wie „Brauchwasser" zu beurteilen sind, insbesondere insoweit sie als Wasch- und Kesselspeisewasser dienen. Bei der *Verwendung zum Waschen* kommt in erster Linie der Gehalt des Wassers an Kalk- und Magnesiasalzen in Frage; da ein hoher Gehalt an diesen Salzen oder eine hohe „Härte" einen grossen Verlust an Seife zur Folge hat. Der Seifenschaum, dessen Bläschen beim Waschen den Schmutz aufnehmen und von dem zu reinigenden Gegenstande entfernen, entsteht erst, nachdem die vorhandenen Kalk- und Magnesiasalze als unlösliche fettsaure Verbindungen ausgeschieden sind. Zu dieser Ausscheidung bedarf es z. B. bei 1 Kubikmeter Wasser mit 15 deutschen Härtegraden circa 1,8 Kilogramm Kernseife. Wird das Wasser vor dem Gebrauche auf 50—60 ^{0} erwärmt, so ist der Seifenverlust bedeutend geringer, da durch das Erwärmen der grössere Teil jener schädigenden

Salze ausgefällt wird; durch genügenden Sodazusatz kann das Wasser vollständig enthärtet werden. Die Bildung von fettsauren Kalk- und Magnesiasalzen ist auch insofern schädlich, als sich diese Salze in den Fasern der Gewebe, namentlich der wollenen, festsetzen, wodurch diese ihre Weichheit verlieren und übelriechend werden. Harte Wasser sollten daher stets vor dem Gebrauche zum Waschen mit Soda auf 60—70 ^{0} erwärmt und dann von dem Niederschlage abgegossen werden. Aus dem Gesagten ergibt sich: 1. Wasser, das zum Waschen verwendet werden soll, muss weich sein; 2. Wasser, welches obiger Anforderung nicht entspricht, kann auf einfache Weise korrigirt werden.

Kesselspeisewasser kann infolge seiner chemischen Beschaffenheit entweder das Rosten der Dampfkessel befördern oder Veranlassung zu Kesselsteinbildungen geben. Ein höherer Gehalt des Wassers an Luft, resp. Sauerstoff, an freier und halbgebundener Kohlensäure, ebenso Anwesenheit grösserer Mengen von Ammoniaksalzen und von Chlormagnesium haben rasches Rosten zur Folge. Die Kalk- und Magnesiasalze geben Anlass zur Kesselsteinbildung. Erheblichen Schaden kann auch Wasser verursachen, das reichliche Mengen Humussubstanzen einschliesst (wie dies bei Wasser aus Torfmooren der Fall ist), und solches, das fetthaltig ist. Das Fett wird durch den Wasserdampf unter Bildung von Fettsäuren zersetzt, diese greifen entweder das Eisen direkt an oder schaden durch die Bildung einer dünnen Schicht von Kalkseife, welche die Benetzung des Kesselbleches verhindert. Zum Speisen von Dampfkesseln sollten also weiche Wasser verwendet werden, die arm sind an Ammoniaksalzen, freier und halbgebundener Kohlensäure, an Sauerstoff und Humussubstanzen, sowie frei von Chlormagnesium und Fett. Genügt ein zu Gebote stehendes Wasser diesen Anforderungen nicht, was bei Quell- und Brunnenwasser in der Regel der Fall ist, so müssen wir vor dessen Gebrauch die schädlichen Stoffe entfernen. Es geschieht dies am besten durch Erwärmen auf 60—70 ^{0} und nachherigen Zusatz von Soda. Das Erwärmen hat das Entweichen der Gase und das Abscheiden der Bicarbonate von Kalk und Magnesia zur Folge, durch Sodazusatz werden die übrigen noch in Lösung befindlichen Erdkalisalze ausgefällt, auch das Fett unschädlich

gemacht. Fett gelangt in das Speisewasser, wenn mittelst Kondensationswassers, das infolge Schmierens der Dampfcylinder fetthaltig ist, vorgewärmt wird. Es würde zu weit führen, wollte ich die Anforderungen, die die verschiedenen Industrien an ihre Betriebswässer stellen, alle aufzählen. Es sollen nur die Anforderungen, die von den Gährungsgewerben, Brauereien und Brennereien gestellt werden, noch angeführt werden. Neuere bakteriologische Untersuchungen haben bewiesen, dass die Reinheit der Hefe für den glatten Verlauf der Gährung von grösster Wichtigkeit ist. Man hat daher bei den Gährungsgewerben sorgfältig darauf zu achten, dass keine fremden Gährungserreger, noch fremdartige organische Substanzen in den Gährflüssigkeiten vorkommen. Daher darf das Wasser, das zur Verwendung kommen soll, weder eine grössere Zahl von Bakterien beherbergen, noch reich an „organischer Substanz" sein. Eine hohe Härte des Wassers verlangsamt und beeinträchtigt das Quellen und Keimen der Gerste. Die Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung des Gipsgehaltes haben *Lintner* folgende Schlüsse ziehen lassen:

1. Die Extraktausbeute aus dem Malz wird durch einen Gipsgehalt des Brauwassers wesentlich herabgesetzt.
2. Der Gehalt der Würze an Eiweisssubstanzen wird durch den Gipsgehalt nicht beeinflusst.
3. Der Phosphorsäuregehalt der Würze wird durch den Gipsgehalt wesentlich vermindert.

Uebergehend zur Besprechung der Untersuchungsergebnisse über die Wasser Frauenfelds, muss ich noch bemerken, dass ich diese Wasser in erster Linie als Genusswasser kennen lernen wollte und darum ihre mineralischen Bestandteile, deren Art und Menge nur bei der Beurteilung eines Wassers als „Brauchwasser" besonders ins Gewicht fallen, weniger eingehend geprüft habe.

I. Das städtische Leitungswasser.

Das Hauptquellgebiet dieses Wassers liegt ungefähr 5 Kilometer von Frauenfeld entfernt, in der Nähe von Dingenhart. Oberhalb der Talverengung wird es als der Zusammenlauf des unterirdischen Wassers vom obern Teile des Thun-

bachtales in einer Tiefe von 11 Meter gefasst, und von dort teils in Stollen, teils in offenen Geländen durch das Thunbachtobel abwärts nach dem ca 700 Meter langen Fuchsbergstollen geleitet. Beim Eingange dieses Stollens und in demselben mischen sich dem Wasser der Hauptquelle (ca 400 Minutenliter) noch die Wasser kleinerer Quellen, welche zusammen ca 150—200 Minutenliter liefern, bei. Nach dem Passiren des grossen Stollens fliesst das Wasser in eine Messbrunnenstube, von dieser wird es durch eine 1800 Meter lange Leitung in das ungefähr 600 Kubikmeter fassende Reservoir geleitet. Diese Wasserversorgungsanlage wurde in den Jahren 1885/86 erstellt. Das Quellgebiet ist zum Teil Wiesland, zum Teil mit Wald bepflanzt und sehr schwach bewohnt. Die wasserführende Schicht, von der das Wasser abgeleitet wird, liegt 10—11 Meter tief; ein Einfluss der Düngung des Bodens auf die Beschaffenheit des Wassers ist also nicht zu befürchten. Die Quellschächte und zum Teil auch die Stollen sind mit Cementsteinen ausgemauert und machen in Bezug auf Reinheit einen günstigen Eindruck. Das Rinnsal für das Wasser ist aus Beton gegossen, stellenweise auch durch Einlage von Cementröhren mit 0,4 Meter Lichtweite und 12 cm dicken Wandungen erstellt worden. Die Messbrunnstube ist in Betonmauerwerk mit Deckengewölbe erbaut. Die Leitung von der Messbrunnstube zum Reservoir besteht aus Cementröhren mit 0,3 Meter Lichtweite, an den Verbindungsstellen sind Muffen aufgegossen[1]. Dieser Teil der Anlage lässt einiges zu wünschen übrig; einmal ist das Gefäll auf einer Strecke von 1200 Meter gering, nur 1 $^0/_{00}$, während der Höhenunterschied vom Auslaufe der Messbrunnstube und dem Einlauf ins Reservoir 8 Meter beträgt, was auf die Entfernung von 1800 Meter einem Durchschnittsgefäll von 4,4 $^0/_{00}$ entsprechen würde. Der obere Teil der Leitung liegt nur etwa 3 Dezimeter tief, an einigen Stellen berührt diese die Bodenoberfläche, was eine Erwärmung des Wassers im Sommer während des Transportes zur Folge hat und die Möglichkeit einer Beschädigung der Leitung in sich schliesst. Der Röhrenstrang ist durch 7 Besichtigungsschächte unterbrochen. Das

[1] Baubericht über die Wasserversorgung der Stadt Frauenfeld.

Reservoir besteht aus 2 durch eine starke Mauer getrennten Kammern, von denen jede 305 Kubikmeter fasst und für sich allein die Wasserversorgung bedienen kann. Das Reservoir wird während eines Jahres gewöhnlich 4 mal gereinigt, was ohne Unterbrechung der Wasserabgabe geschehen kann. Die Hauptleitung vom Reservoir in die Stadt besteht aus gusseisernen Röhren von 200 mm Lichtweite, die Abzweigungen aus solchen von 150, 120 und 100 mm Lichtweite.

Zu den Untersuchungen des Wassers dieser Wasserversorgungsanlage wurde das nötige Quantum jeweilen der Leitung im chemischen Laboratorium der Kantonsschule entnommen.

Untersuchungsresultate.

Alle Proben waren klar, farb- und geruchlos. Die Temperatur schwankte in den verschiedenen Jahreszeiten zwischen 5 und 13 ⁰ Cel. (nach den Aufzeichnungen eines Angestellten der städtischen Ortsverwaltung schwankt die Temperatur des Wassers im Reservoir zwischen 5 1/2 ⁰ und 9 ⁰ Celsius.) Die *mikroskopische* Prüfung deutete stets Abwesenheit von lebenden Infusorien. Die *chemischen* Untersuchungen ergaben im Durchschnitt folgende Resultate:

Feste Bestandteile (bei 100—105 ⁰ getrocknet)	Milligramm pro Liter	333
Glührückstand	„ „ „	295
(Gesamthärte 29,5 franz. Grade)		
„Organische Substanz“	„ „ „	18
Ammoniak (durch Destillation)	„ „ „	0,012
Albuminoides Ammoniak	„ „ „	0,042
Chloride (als Chlor berechnet)	„ „ „	4,8
Salpetrige Säure	„ „ „	keine
Sulfate		deutliche Reaktion

Die *bakteriologischen* Untersuchungen hatten folgende Ergebnisse

Tag der Probenahme	Bakterienzahl pro Kubikcent. 1. Probe		2. Probe		3. Probe		Mittel	Artenzahl
20. März 1889	241	228	260	236	Gelat. verfl.	245	240	—
11. April „	152	163	140	132	—	—	147	8
18. April „	155	169	180	191	—	—	174	5
13. Mai „	109	97	126	—	—	—	111	—
29. Juni „	102	113	95	96	—	—	102	6
1. Oktbr. „	54	59	—	—	—	—	56	—

Da gute Quellen in der Regel nicht mehr als 50 Bakterien pro Kubikcentimeter enthalten, mussten diese Untersuchungsresultate etwas befremden. Ich fasste daher auch im Quellgebiete Proben, um zu erfahren, woher der relativ hohe Bakteriengehalt stammt. Die Resultate sind in folgendem zusammengestellt.

Tag der Probenahme	Ort der Fassung	Bakterienzahl 1. Probe		2. Probe	
13. Mai 1889	Oberster Quellschacht	3	2	3	2
	Vor dem Fuchsbergstollen	1	2	2	2
	2 Quellen aus dem Thunbachtobel. Grössere Quelle	15	16	11	68
	Kleinere Quelle	41	43	51	44
	Messbrunnstube	30	32	25	—
	Einlauf ins Reservoir	28	30	45	29

Wir sehen hieraus, dass das Wasser aus dem Thunbachtal ein sehr gut filtrirtes Quellwasser ist und dass die Fassung desselben und die Leitung bis zum Fuchsbergstollen in gutem Zustande sind. Die Quellen im Thunbachtobel, namentlich die kleinere, stehen in der Qualität dem Wasser aus dem Hauptquellgebiete nach. Die Fassung und Leitung lassen zu wünschen übrig. Die Bakterienzahl des Wassers beim Einfluss in die Messbrunnstube deutet darauf hin, dass auch die im Fuchsbergstollen zufliessenden Quellen von etwas weniger guter Qualität sind; nach der Aussage von Eingeweihten war die Fassung derselben keine sorgfältige. Das Quellgebiet dieser Zuflüsse ist mit Wald bepflanzt und unbewohnt; sie können daher an organischen Stoffen nur die Zersetzungsprodukte abgestorbener Pflanzen aufnehmen; eine Verunreinigung mit Stoffen tierischer Abkunft oder mit Abfällen aus dem menschlichen Haushalte ist kaum zu befürchten. Dieser Umstand mag bei der Erstellung dieser Leitungen berücksichtigt worden sein; er ist wahrscheinlich der Grund, warum die kleinern Quellen nicht besser gefasst sind.

Das ins Reservoir einlaufende Wasser hatte im Durchschnitt 33 Bakterien pro Kubikcentimeter, kann also vom bakteriologischen Standpunkte aus als ein gutes bezeichnet werden. Wenn nun das dem städtischen Leitungsnetz entnommene meist über 100 Bakterien pro Kubikcentimeter

zeigte, so muss dieser Unterschied auf eine Vermehrung der Bakterien im Reservoir und in den Leitungen zurückgeführt werden. Je häufiger die Leitungen durch Oeffnen der Hydranten ausgespült werden, um so kleiner wird der Unterschied sein.

II. Die Broteggleitung.

Das Wasser dieser Leitung speist die meisten öffentlichen Brunnen der Stadt; sein Quellgebiet ist Wiesland; die Fassung liegt ca 8 Meter tief. Durch eine ca 100 Meter lange Leitung aus Thonröhren gelangt das Wasser in eine Brunnenstube. Dort mischt sich demselben noch eine kleine Quelle bei. Fassung und Leitung der Hauptquelle sind gut, die Anlage und der Zustand der kleinen Quelle aber wenig Vertrauen erweckend. Das zur Untersuchung nötige Wasser wurde dem Brunnen der Kantonsschule entnommen.

Untersuchungsresultate.

Die untersuchten Proben waren klar, farb- und geruchlos. Die Temperaturschwankungen bewegen sich zwischen $5\frac{1}{2}$ und 13 ° Celsius Lebende Infusorien konnten keine darin nachgewiesen werden. Die *chemische* Untersuchung ergab im Durchschnitt:

Feste Bestandteile	408	Milligramme pro Liter
Glührückstand	344	„ „ „
„Organische Substanz“	11,80	„ „ „
Ammoniak	0,01	„ „ „
Albuminoides Ammoniak	0,04	„ „ „
Chlor	8,3	„ „ „
Salpetrige Säure	leise Spur	
Sulfate	deutliche Reaktion	

Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung:

Datum der Fassung	Bakterienzahl				Mittel	Arten
18. April	20	18	15	24	19	4
22. Mai	14	14	15	17	15	7 Schimmelkolonien
1. Juni	13	13	20	19	16	—

In der Brunnenstube gefasste Probe:

		Bakterienzahl				Mittel
22. Mai	Grosse Quelle	6	7	5	7	6
	Kleine Quelle	32	17	34	30	28

III. Das Wasser aus Oberholz und Schindgarten.

Diese Quelle liefert 30—40 Minutenliter und speist die Brunnen in Ergaten. Das Quellgebiet ist zum grössten Teil mit Wald bepflanzt. Dieses Wasser hat nach dem Durchschnitte der Untersuchungsresultate folgende *chemische* Beschaffenheit:

Feste Bestandteile	394	Milligramm pro Liter
Glührückstand	331	„ „ „
„Organische Substanz“	12	„ „ „
Ammoniak	Spur	
Salpetrige Säure	keine	
Chlor	3,9	„ „ „

Die *bakteriologische* Untersuchung ergab:

	Bakterienzahl				Mittel
am 22. Mai	19	14	20	19	18
„ 1. Juni	14	15	14	15	15

Das Wasser ist also guter Qualität; wenn die Beschaffenheit desselben seiner Zeit zu Klagen Anlass gab, so war dies dem damaligen Zustande der Leitung und Brunnenstube zuzuschreiben.

Schlussfolgerungen.

Die Betrachtung der Wasserverhältnisse Frauenfelds führt zu folgenden Resultaten:

1. Das der Stadt zur Verfügung stehende Wasserquantum entspricht dem Bedürfnisse zu jeder Jahreszeit vollkommen.
2. In Bezug auf Qualität sind die Wasser der 3 Wasserversorgungsanlagen wenig verschieden.
3. Alle 3 Wasser genügen den aus gesundheitlichen Rücksichten im allgemeinen zu stellenden Anforderungen.