

Das Wasser der Donau bei Linz.

Von

Dr. Karl Schiedermayr.

Vorwort.

Die vorliegende Studie wurde ursprünglich dadurch veranlasst, dass es wünschenswert erschien, über die Qualität des Donauwassers im Gebiete der Stadt Linz durch chemische und mikroskopische Analyse, ähnlich wie diese schon früher auf die Brunnenwässer von Linz angewendet wurde, positiven Aufschluss zu erhalten, nachdem vielseitig die Frage aufgeworfen worden war, ob nicht das Wasser der Donau für technische und Reinigungszwecke, also als Nutzwasser, heranzuziehen, und auf diese Weise die immerhin schwierige Herbeischaffung grösserer Mengen von Wasser, welches zugleich als Trink- und Nutzwasser zu dienen hätte, entbehrlich zu machen wäre.

Wenn nun auch in neuester Zeit die Strömung in den massgebenden Kreisen einem solchen Plane nicht mehr günstig und die durch vielfältige Erfahrungen als richtig erprobte Ansicht von der Unzweckmässigkeit einer doppelten Leitung innerhalb eines und desselben Stadtgebietes bereits im weitesten Umfange zum Durchbruche gelangt ist, und wenn auch das Schlagwort: „Nutzwasser“ nur ganz selten mehr vernommen wird, so kann es doch kaum überflüssig erscheinen, nähere Auskünfte über die Beschaffenheit des Wassers eines Flusses zu erhalten, welcher für die Stadt Linz in jeder Beziehung eine hervorragende Bedeutung hat.

Abgesehen vom hygienischen Standpunkte, dürfte auch das am Schlusse gegebene Verzeichnis der mikroskopisch erforschten pflanzlichen und thierischen Organismen der Donau während ihres Laufes im Gebiete der Stadt Linz einiges wissenschaftliche Interesse bieten.

Dem Herrn Apotheker und Gerichts-Chemiker Franz Rucker, welcher die Schöpfung der Wasserproben besorgt und die chemische Analyse derselben in uneigennützigster Weise ausgeführt hat, sei an dieser Stelle der gebührende Dank ausgesprochen.

Linz, im November 1887.

Der Verfasser.

Das Wasser der Donau bei Linz.

Von Dr. Karl Schiedermayr.

Die Entnahme der Proben behufs der vorzunehmenden Prüfung der Qualität des Donauwassers geschah in der Weise, dass Glasflaschen mit einem Rauminhalte von zwei Litern durch Ausschwenken mit concentrirter Schwefelsäure sterilisiert, sodann bis zum Verschwinden der saueren Reaction mit dem zu prüfenden Wasser ausgewaschen und gänzlich angefüllt wurden. Der Verschluss geschah durch einen mit Guttaperchapapier umwundenen Pfropf von entfetteter Baumwolle.

Innerhalb des Zeitraumes vom 11. Mai bis 5. Juni 1885, während dessen die Donau einen mittleren Wasserstand von 0.41 Metern über dem Nullpunkte des Brückenpegels einhielt (Wasserstand der Donau aus dem Mittel von 1855 bis 1879 = 1.05 Meter), wurden an den nachbenannten Stellen Wasserproben geschöpft:

1. Oberhalb der Anschlussmauer bei Margarethen.
2. In Margarethen oberhalb der Einmündung des Zauberthalbaches.
3. Beim Hause Nr. 101 der oberen Donaulände.
4. " " " 75 " " "
5. " " " 47 " " "
6. " Pindeus-Bade.
7. Gleich unterhalb der Brücke, wo das Wasser zur Strassenbespritzung geschöpft wird.
8. Beim Hause Nr. 20 der unteren Donaulände
9. " Einfahrtsthore der Umfassungsmauer der Wasserkaserne.
10. In der Männerschwimmschule.
11. Beim Muck'schen Holzplatz.
12. In der Schiffswerfte.
13. Schulhof'scher Brunnen in der Männerschwimmschule.

Das Resultat der Untersuchung wurde in die beiliegende Tabelle eingetragen und dient zur Erläuterung derselben Folgendes:

Unter Härtegrad versteht man die Gegenwart von 1 Theil Kalk (Calciumoxyd) in 100.000 Theilen Wasser. Die Bestimmung der Härte hat, ausser der Beurtheilung der Eignung eines Flusswassers zu technischen und Reinigungszwecken, noch die Bedeutung, dass die betreffenden Salze als die anorganischen Repräsentanten jener Stoffe zu betrachten sind, welche aus dem so vielfach verunreinigten Untergrunde einer stark bewohnten Stadt in das Grundwasser übergehen und als „Stadtlaugenstoffe“ bezeichnet werden.

Die Gegenwart von Chlor, welche aus dem Gehalt an Chlornatrium (Kochsalz) berechnet wird, gilt als Criterium der Verunreinigung des Wassers durch Abfallstoffe (Kloakeninhalt und häusliche Effluven aller Art) und erscheint daher dessen quantitative Bestimmung von besonderer Wichtigkeit.

Ebenso deutet Schwefelsäure (in der Regel in Verbindung mit Alkalien als schwefelsaure Salze) bei Abwesenheit von schwefelsaurem Kalk (Gyps), der im Donauwasser nicht vorkommt, auf Verunreinigung durch Stadtlauge.

Die quantitative Bestimmung der organischen Substanz durch Chamäleon-Lösung beruht darauf, dass die in dem violett-rothen übermangansäuren Kali (Chamaeleon) enthaltene Uebermangansäure einen Theil ihres Sauerstoffes nur sehr locker gebunden hält und denselben leicht an andere Körper abgibt, welche eine starke Verwandtschaft zum Sauerstoff zeigen und also reducirend wirken. Aus der Menge des zur Oxydation verwendeten Chamäleons lässt sich dann ein Schluss ziehen auf die Quantität der vorhandenen organischen Substanz.

Die Gegenwart von Ammoniak wird im Wasser durch gährungsfähige Stoffe bedingt und ist dessen Ermittlung daher ein Gradmesser für fermentative Prozesse.

Salpetrige Säure und Salpetersäure sind als Oxydationsstufen von Ammoniak zu betrachten, und müssen sich daher bei der chemischen Wasseranalyse an die Ammoniakbestimmung anreihen.

Dieser allgemeinen Darstellung knüpfen sich die nachstehenden Bemerkungen an.

Was zunächst die Härte des Donauwassers anbelangt, so liess sich bei dem Umstande, als die Donau, mit Ausnahme des Inn, bis zur Einmündung der Traun und Enns keine kalkhaltigen Zuflüsse aufnimmt, nur ein ganz geringer Härtegrad erwarten (durchschnittlich 6·95). Die Ausnahme in der Station 7 wird weiter unten

besprochen werden. Da als Grenzwert ein Härtegrad von 18 bis 20 angenommen wird, so wäre in dieser Hinsicht die Donau ein vorzügliches Nutzwasser.

Der Chlorgehalt, berechnet aus der Quantität des vorgefundenen Chlornatriums (Kochsalz), ist, obwohl an und für sich kein bedeutender, doch im Verhältnisse zur Weichheit des Wassers, also zu dem geringen Gehalte an Trockensubstanz, ein keineswegs geringfügiger und deutet auf kontinuierliche Verunreinigung durch häusliche Abfallstoffe, wie sie sich ja durch die Einmündung mehrerer Hauscanäle in die vorüberfließende Donau von selbst ergibt. Dasselbe gilt, obwohl in geringerer Masse, von dem Gehalte an Schwefelsäure, beziehungsweise an schwefelsauren Salzen.

Es wurde bereits oben angeführt, dass die Quantität der für die Oxydation der einem solchen Prozesse zugänglichen organischen Substanz erforderlichen Chamäleon-Lösung als Massstab für die Menge dieser Substanz angenommen wird. Die bei der Analyse verwendeten Gewichtstheile des genannten Reagens sind keinesfalls unbedeutend und lassen auf die Gegenwart ziemlich reichlicher derartiger Stoffe schliessen. Es muss übrigens hier bemerkt werden, dass es sich bei dieser Reaction nur um oxydierbare Substanzen handelt, zu welchen die durch die mikroskopische Analyse nachgewiesenen lebenden Organismen nicht gezählt werden können.

Höchst auffallend ist die Thatsache, dass Ammoniak in der Mehrzahl der untersuchten Wasserproben theils gar nicht, theils nur in geringen Spuren, salpetrige Säure und Salpetersäure aber in gar keiner derselben vorgefunden wurde. (Die Probe Nr. 7 macht auch hier eine weiter unten zu besprechende Ausnahme.) Nachdem die Gegenwart von Ammoniak im Wasser durch Gährvorgänge bedingt wird, so ist das Fehlen, beziehungsweise die minimale Quantität desselben bei gleichzeitigem Vorhandensein reichlicher organischer Substanz ein Beweis, dass diese letztere, theils wegen der Strömung des Wassers, theils aber, und gewiss in noch höherem Masse, durch die kontinuierliche, gleichsam von Schritt zu Schritt neu zugeführte Menge solcher Substanzen, nicht Zeit gewinnt, eine Gährung einzugehen, und dass, in weiterer Folge, es auch nicht zur Oxydation, also zur Bildung von salpetriger und Salpetersäure kommen kann. Wenn letztere nicht an und für sich als gesundheitsschädliche Stoffe in irgendeinem Wasser, sondern nur als sogenannte Indicatoren für das Stattfinden fermentativer Vorgänge betrachtet werden, so muss der Schluss von dem Fehlen der genannten chemi-

schen Verbindungen bei gleichzeitiger Gegenwart einer grösseren Quantität organischer Stoffe auf eine schlechte Qualität des betreffenden Wassers als ein vollkommen gerechtfertigter erscheinen.

Der Oxydationsprocess, welchen organische Stoffe im weiteren Verlaufe eingehen, gilt unter anderen als eine Art Reinigung des Flusswassers.

Diese sogenannte Selbstreinigung eines Flusses, auf die man grosse Stücke zu halten gewohnt ist, und die durch Präcipitation, Ablagerung und Klärung, aber auch durch Verwesung und Oxydation stattfindet, stellt jedenfalls einen sehr complicierten Vorgang dar (Prof. Dr. Fleck, über Flussverunreinigung, Dresden 1884), und ist keineswegs innerhalb kurzer Stadien des Flusslaufes, sondern erst nach Durchmessung einer längeren Strecke zu erwarten, für deren Bemessung uns gegenwärtig noch alle Anhaltspunkte fehlen. Der genannte Autor citirt Seite 48 eine Stelle aus dem im Jahre 1868 von einer Commission über die Verunreinigungen mehrerer Flussläufe Englands abgegebenen Berichte, worin es heisst: „Immer gelangen wir zu demselben unabweisbaren Schlusse, dass die Oxydation der im Canalwasser vorhandenen organischen Substanzen mit äusserster Langsamkeit vor sich geht, auch wenn das Canalwasser mit einer grossen Menge nicht verunreinigten Wassers vermischt wird, und dass es unmöglich ist, anzugeben, einen wie weiten Weg solches Wasser zurücklegen muss, bis die aus dem Canalinhalte herrührenden Stoffe vollkommen oxydiert sind. Das aber kann mit Sicherheit aus den angeführten Resultaten abgeleitet werden, dass es keinen Fluss in Grossbritannien gibt, der lang genug wäre, um die Vernichtung des Canalinhaltes durch Oxydation herbeizuführen.“ Der Autor bemerkt hiezu: „Diese Auffassung der Angelegenheit entspricht im allgemeinen auch den hier (in Dresden) erlangten Resultaten.“

Was endlich die im Donauwasser durch mikroskopische Analyse nachgewiesenen Organismen anbelangt, so sind die meisten Algen, insbesondere die Diatomaceen, als ein harmloser Befund zu betrachten, während dagegen die Spaltpilze (Bacterien) und die lebenden thierischen Organismen, wenn auch nicht directe gesundheitsschädlich, doch als Kriterien für die Anhäufung grösserer Mengen zersetzungsfähiger Stoffe, sonach für die schlechte und gesundheitswidrige Beschaffenheit des Mediums, in welchem sie leben und sich weiter fortpflanzen, angenommen werden müssen.

Fassen wir nun die einzelnen Oertlichkeiten, aus welchen die Wasserproben entnommen wurden, ins Auge, so muss es zuerst auffallend erscheinen, dass an der oberen Grenze der Versuchslocalitäten, nämlich oberhalb der Anschlussmauer bei Margarethen, welche Stelle von der nächst oben gelegenen bewohnten Ortschaft Wilhering 6 Kilometer weit entfernt liegt, und an welcher doch ein reines Flusswasser zu erwarten war, die Verunreinigung mit organischen Substanzen und mit Chlorverbindungen ziffermässig nachgewiesen werden konnte. Es ist dies, mit Rücksicht auf das oben Gesagte, ein weiterer Beweis, dass die Verunreinigungen, die man unserer guten alten Donau während ihres ganzen Laufes jahraus jahrein aufbürdet, auch nach einer so langen Strecke noch nicht eliminiert sind. Das Mass dieser Verunreinigungen vergrössert sich allmählich, je mehr die entnommenen Wasserproben sich dem Gebiete der eigentlichen Stadt nähern, um an der Station 7 (Pumpbrunnen, aus welchem das Donauwasser zur Strassenbespritzung geschöpft wird), ganz unvermittelt und sozusagen sprungweise den höchsten Grad zu erreichen. Hier macht sich der Einfluss des die Stadt von Süd nach Nord durchziehenden unterirdischen Unrathscanales, der die Effluven der ganzen westlichen Stadthälfte in sich aufnimmt und unmittelbar unterhalb der Brücke der Donau zuführt, in auffälligster Weise geltend, und zwar durch relativ grosse Härte, bedeutenden Chlorgehalt, starken Ammoniakgehalt, der bei einer zweiten, im November 1887 durchgeführten chemischen Analyse sogar quantitativ bestimmt werden konnte, und eine gleichfalls berechenbare Menge von Salpetersäure. Von da an nehmen die Verunreinigungen wieder stufenweise ab, wobei jedoch nicht unbeachtet gelassen werden darf, dass in dem Wasser der städtischen Schwimmschule die zweitgrösste Menge organischer Substanz unter allen Wasserproben, wie auch nachweisbare Spuren von Ammoniak constatirt wurden. Auch muss betont werden, dass das Wasser des Schulhof'schen Brunnens in der Männerschwimmschule, ein jedenfalls auf natürlichem Wege filtrirtes Donauwasser, an Chlorgehalt und mikroskopisch bedenklichen Beimengungen sogar manche der übrigen Wasserproben übertrifft.

Nach den angeführten Untersuchungs-Ergebnissen dürfte wohl der Ausspruch nicht allzu pessimistisch erscheinen, dass das Wasser der Donau im Gebiete der Stadt Linz, in der Nähe des Ufers, wo ja dasselbe regelmässig zu Verbrauchszwecken entnommen wird, und bei niedrigem Wasserstande, wie er einen grossen Theil des Jahres hindurch herrscht, den Charakter einer Pfütze trägt. Wenn auch

das Donauwasser durch seine Weichheit sich als Nutzwasser empfehlen würde, so wird diese allerdings schätzenswerte Eigenschaft durch die in hygienischer Beziehung keineswegs unbedenklichen, jedenfalls aber eckelhaften Beimengungen als Reinigungsmittel unbrauchbar, und muss eine massenhafte Verwendung desselben als Nutzwasser ohne entsprechende Filtrations-Vorrichtungen, deren Wert überdies sehr zweifelhaft ist, als vom gesundheitlichen Standpunkte unzulässig erklärt werden. Die Hygiene verlangt heutzutage, dass ein Verbrauchswasser ebenso rein sein soll, wie ein Trinkwasser, und mit vollem Rechte. Professor Dr. Kratschmer in Wien äusserte sich gelegentlich der hygienischen Beurtheilung des Projectes der Wiener-Neustädter Tiefquellen-Leitung in Nr. 23 der Wiener medicinischen Wochenschrift vom Jahre 1885 über das Donauwasser als Nutzwasser wie folgt: „Als Spülwasser von Ess- und Trinkgeschirren, als Bad, als allgemeines Reinigungsmittel findet es immer Gelegenheit genug zu directer schädlicher Einwirkung; die kolossalen Wassermassen, welche namentlich in der wärmeren Jahreszeit zum Zwecke der Reinigung und Bespritzung auf die Strassen aufgetragen werden, hinterlassen jene schädlichen Agentien als Staub, den dann die bewegte Luft aufnimmt, und wir athmen nun das Wasser ein, welches zu trinken wir mit Recht Bedenken getragen hatten.“

Es dürfte an dieser Stelle nicht ungehörig sein, auf die ausserordentliche Vermehrungsfähigkeit der Wimper-Infusorien hinzudeuten. Nach E. Maupas, berichtet durch L. Webel (Nr. 47 der Zeitschrift: „Naturwissenschaftliche Rundschau“ vom Jahre 1887) könnte bei der hiefür günstigsten Temperatur von 25 bis 27 Graden Celsius, also bei der Sommerhitze, eine einzelne *Stylonichia* (eine der in der Donau sehr häufigen Gattung *Oxytricha* nahe verwandte) in 4 Tagen 1 Million, in 8 Tagen 1 Billion und in 9 $\frac{1}{2}$ Tagen 100 Billionen Nachkommen erzeugen.

Nach allem diesen muss, im Einklange mit dem in der Sitzung der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien am 22. Mai 1885 von Professor Dr. Kratschmer gehaltenen Vortrage, mit vollster Entschiedenheit ausgesprochen werden, dass die Heranziehung des Donauwassers, in welcher Form und Verwendung immer, erst dann ernstlich in Betracht genommen werden könnte, wenn keine andern Hilfsquellen mehr für diesen Zweck nachweislich zu Gebote stehen.

Uebersichts-Tabelle,

enthaltend

die Resultate, der im Jahre 1885 vorgenommenen Untersuchung von

Donauwasser.

Verzeichnis der im Wasser der Donau bei Linz beobachteten Organismen.

A. Pflanzliche Organismen.

1. Spaltpilze.

Micrococcus spec. vereinzelt.

Sarcina hyalina Winter, selten.

Bacterium Termo Duj, häufig.

Proteus vulgaris Hauser, häufig.

Leptothrix parasitica Ktzg., häufig.

Spirillum Rugula (Müll.) Ehb g., sehr häufig.

Spirillum tenue Ehb g., selten.

2. Hefepilze.

Saccharomyces, eine dem *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ähnliche Art, selten.

3. Algen.

Gloeocapsa aeruginosa (Carmich) Ktzg., selten.

Oscillaria tenerrima Ktzg., selten.

Oscillaria tenuis Vauch. *Var. viridis* Ktzg., selten.

Oscillaria nigra Vauch., selten.

Hyphcothrix spec. selten.

Cyclotella operculata Ktzg., vereinzelt.

Cyclotella Kützingiana Thw., häufig.

Cyclotella antiqua Sm., selten.

Melosira varians Ag.

Melosira arenaria Moore.

Ceratonöis Arcus Ktzg., sehr häufig.

Epithemia turgida Ktzg., selten.

Tabellaria fenestrata Ktzg., selten.

- Fragilaria virescens* Ralfs, häufig.
Fragilaria capucina Desm., minder häufig, wie die vorige.
Synedra pusilla Ktzg.
Synedra minutissima Ktzg.
Synedra Ulna Ehb g., sehr häufig.
Synedra spleudens Ktzg., sehr häufig.
Synedra amphirhynchus Ehb g.
Synedra capitata Ehb g.
Synedra Acus Ktzg., häufig.
Meridion circulare Ag., häufig.
Diatoma vulgare Bory, häufig.
Diatoma tenue Grun.
Cymatopleura Solea Bréb., häufig.
Cymatopleura elliptica Bréb., häufig.
Nitzschia acicularis Sm., häufig.
Nitzschia sigmoidea Sm., ziemlich häufig, meist eine kleinere Form.
Nitzschia linearis Sm.
Nitzschia Palea Sm.
Achnanthes minutissima Ktzg., häufig.
Achnanthes exilis Ktzg., häufig.
Gomphonema vulgare Ktzg.
Gomphonema constrictum Ehb g., häufig.
Cocconëis Pediculus Ehb g., häufig.
Cocconëis Placentula Ehb g., häufig.
Encyonema prostaticum Ralfs, selten.
Cocconema Cistula Hempr.
Cymbella gastroides Ktzg., häufig.
Cymbella maculata Ktzg.
Cymbella affinis Ktzg.
Cymbella ventricosa Ag.
Amphora ovalis Ktzg., häufig.
Pleurosigma attenuatum Sm., selten.
Stauronëis ventricosa Ktzg., selten.
Navicula cuspidata Ktzg., häufig.
Navicula gracilis Ehb g.
Navicula lanceolata Sm.
Navicula affinis Ehb g.
Navicula cryptocephala Ktzg., häufig.
Navicula gracillima Pritsch.
Pinnularia major Rbh.

Pinnularia radiosa (Kt zg.) Rbh., häufig.

Pinnularia borealis Ehb g.

Mastogloia Smithii Thw., selten.

Penium lamellosum Bréb., selten.

Closterium Leibleinii Kt zg.

Closterium Dianae Ehb g.

Closterium Venus Kt zg.

Closterium parvulum Naeg.

Hyalotheca dissiliens Bréb., selten.

Rhaphidium polymorphum Fres.

Palmodactylon subramosum Naeg.

Hydrurus foetidus Kirchn. (*H. penicillatus* Ag.), an Steinen im Fabriksarme vom Ingenieur Knörlein gefunden; auch einmal an einem Brückenpfeiler vom Verfasser beobachtet.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Bréb., nicht selten.

Pediastrum Boryanum (Turpin) Menegh., *b. subuliferum*, nicht selten.

Hormiscia zonata (Webet. M.) Aresch. (*Ulothrix zonata* Kt zg.) am nördlichen Ufer der Strasser-Insel.

Ulothrix stagnorum Rbh., selten.

Cladophora insignis (Kt zg.) Ag. In Lachen beim Seidlufer.

Cladophora glomerata Kt zg., in mehreren Formen am nördlichen Ufer der Strasser-Insel, auch mehreremale an einem Brückenpfeiler.

B. Thierische Organismen.

1. Wurzelfüssler.

Amoeba diffluens Ehb g., häufig und in den verschiedensten Grössen.

Amoeba Proteus Aut., häufig.

Dactylospherium radiosum (Ehb g.)

2. Sonnenthiere.

Actinophrys Sol Ehb g., in allen Grössen, meist aber in kleinen Formen, allgemein verbreitet.

3. Geisselträger.

Cercomonas longicauda Duj, sehr häufig.

Oikomonas Termo (Ehb g.), ausserordentlich häufig.

Monas Guttula (Ehb g.) Stein, sehr häufig.

- Anthophysa vegetans* O. F. Müll., selten.
Trachelomonas hispida Stein, selten.
Euglena viridis Ehb g., häufig.
Euglena deses Ehb g., selten.
Peranema trichophorum Ehb g., häufig.
Anisonema sulcatum Ehb g.
Chlamydomonas Pulvisculus Ehb g., selten.
Pandorina Morum Ehb g., selten.
Chilomonas Paramaecium Ehb g., nicht häufig.

4. Infusorien.

- Prorodon teres* Ehb g., selten.
Paramaecium Aurelia O. F. Müll., selten.
Colpidium Colpoda Ehb g., häufig.
Glaucoma scintillans Ehb g., häufig.
Cyclidium Glaucoma Ehb g., häufig,
Chilodon Cucullulus O. F. Müll., ziemlich häufig.
Stentor Roeselii Ehb g., vereinzelt.
Oxytricha Pelionella O. F. Müll., sehr häufig.
Oxytricha fallax Stein, seltener als die vorige.
Euplotes Charon Ehb g., häufig.
Aspidisca Lynceus Ehb g., selten.
Vorticella Campanula Ehb g., häufig.

5. Rädertiere.

- Notommata lacinulata* Ehb g., nicht selten.
Rotifer vulgaris Ehb g., ziemlich häufig.
Monura duleis Ehb g.
Salpina redunca Ehb g.
Monostyla cornuta Ehb g.
Chaetonotus Larus Müll., häufig.

6. Würmer.

- Anguillula fluviatilis* Ehb g., sehr häufig.
Trichocephalus dispar Götze. Das Ei, einmal.
Oxyuris vermicularis (L.) Das Ei, einmal.

7. Krustentiere.

- Cyclops quadricornis* L., nicht häufig.