

Untersuchungen über das Neckarwasser, in Rücksicht auf die Veränderungen, welche es während seines Laufes von oberhalb Berg bis unterhalb Cannstatt erleidet.

Von Dr. A. Klinger, Vorstand des städtischen Laboratoriums in Stuttgart.

Das in den letzten Jahrzehnten erfolgte grossartige Aufblühen der Industrie hat notwendigerweise auch eine erhöhte Menge von Abfallstoffen und Abwassern den natürlichen Wasserläufen, den Bächen und Flüssen, zugeführt. Eine ohne Frage noch grössere Menge von Schmutzwasser gelangt aus den stark bevölkerten Bezirken und den grösseren, an Einwohnerzahl ungemein rasch wachsenden Städten in die Gewässer. Dadurch werden manche Bäche und Flüsse so erheblich verunreinigt, dass über Belästigung geklagt und Abhilfe verlangt wird. Es soll diese Verunreinigung, wenn nicht gänzlich beseitigt, so doch auf ein solches Mass zurückgeführt werden, dass die Anwohner an ihrer Gesundheit nicht beschädigt werden und dass die Verwendung der Wasser als Reinigungsmittel in Gewerbe und im Haushalt nicht unmöglich wird. Zugleich wird auch angestrebt, diese Verunreinigung so weit zu verhindern, dass diese Bäche und Flüsse der Fischzucht erhalten bleiben bezw. derselben wieder gewonnen werden.

Diese Beschwerden über Verunreinigung der Gewässer sind allenthalben an der Tagesordnung, sie sind, wie Dr. KÖNIG in seinem neuesten Werke „Die Verunreinigung der Gewässer“ sich ausdrückt, in Permanenz erklärt. Auch unser Neckar ist ein solches Schmerzenskind. Durch die von Stuttgart her durch den Nesenbach dem Flusse zugeführten Abwasser werde das Wasser desselben ganz besonders verunreinigt.

Aus naheliegenden Gründen hat das städtische Laboratorium den Auftrag erhalten, periodische Untersuchungen des Wassers vor-

zunehmen, um Anhaltspunkte zu erhalten, ob und welche Veränderungen das Neckarwasser während seines Laufes von oberhalb Berg bis unterhalb Cannstatt erleide und bis zu welchem Grade es durch das Wasser des Nesenbachs verunreinigt werde. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden in der Zeit vom 13. März bis 29. Sept. 1885 in jedem Monat ein Mal an drei bestimmten Stellen dem Neckar Wasser entnommen und chemisch untersucht.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen dürfte auch für den Verein vaterländischer Naturkunde einiges Interesse bieten, weshalb ich mir gestatte, dasselbe in unsern Jahreshften zu veröffentlichen.

Die Wasserproben wurden stets am linken Neckarufer gefasst, und zwar:

Nr. 1 oberhalb des Wehres beim Wasserhaus in der Nähe der Gasfabrik Gaisburg.

Nr. 2 ca. 200 Schritte unterhalb der Einmündung des Mühlkanals in den Neckar beim Königl. Hoftheater in Cannstatt und

Nr. 3 ca. 200 Schritte unterhalb der neuen Gitterbrücke in Cannstatt.

Ausser dem für die chemische Untersuchung nötigen Wasser wurde jedesmal noch je eine kleinere weisse Flasche zu annähernd $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt, sofort an Ort und Stelle gut verschlossen und so im Laboratorium aufbewahrt, um zu beobachten, ob und welche Veränderungen das gegen Staub geschützt aufbewahrte Wasser unter dem Einfluss von Luft und Licht erleide.

Das Resultat der Analysen ist in der Tabelle zusammengestellt. Der bei der Analyse befolgte Gang war der allgemein übliche; ich habe nur zu bemerken, dass die Oxydierbarkeit des Wassers, die Ermittlung der sog. organischen Substanz in alkalischer Lösung begonnen und in saurer Lösung zu Ende geführt wurde (Verfahren von SCHULZE). Die Menge des zur Oxydation erforderlich gewesenenen Kaliumpermanganats mit 5 multipliziert wurde als organische Substanz aufgeführt. Es möge nun noch das Ergebnis der Analysen besprochen werden. Das am 13. März gefasste Wasser war infolge von Hochwasser sehr trüb und schmutzig, so dass die Menge der suspendierten Stoffe bei allen drei Proben grösser war als die der gelösten. Nach Abzug der suspendierten Stoffe enthielten die Proben eine Menge gelöster Substanz, die sehr niedrig war im Vergleich zu der, welche bei den übrigen Untersuchungen des bei mittleren Wasserständen gefassten Wassers gefunden worden ist. Während nämlich in der Regel die Menge der gelösten Stoffe nicht unter 33

Analysen von dem Fluss entnommenem Neckarwasser.

In 100 000 Teilen Wasser sind enthalten:	Gefasst am:			24. April			30. Mai			29. Juni			28. Juli			20. August			29. September			
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	2.	1.	2.	3.	
Rückstand bei 140° C. getrocknet:																						
Gelöste Stoffe suspendierte Stoffe	27,2)	27,0)	25,5	38,2	44,5	54,5	35,75	38,50	41,25	40,0	45,0	48,5	38,5	43,75	46,25	39,75	46,25	50,50	44,0)	46,5)	51,0)	
{	37,3)	37,5)	38,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,5)	12,5)	11,5)	
{	64,5	64,5	63,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50,5	59,0	62,5	
{	57,0)	54,7)	56,0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,0)	48,0)	51,5)	
{	7,5)	9,8)	7,5)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,5)	11,0)	11,0)	
{	10,0	12,0	10,0	13,0	14,7	17,0	—	—	—	13,4	14,8	15,0	—	—	—	13,6	15,0	17,4	12,5	16,0	16,0	
Kalk	1,83	1,97	1,91	3,05	2,97	4,0	—	—	—	2,92	2,92	3,04	—	—	—	1,57	1,69	1,91	3,38	3,94	3,94	
Bittererde	3,34	4,35	4,68	7,89	8,85	12,34	5,48	6,38	8,02	9,0	10,2	11,2	7,88	8,56	9,8	9,1	10,2	12,78	9,43	9,43	10,87	
Schwefelsäure	Spur.	Spur.	Spur.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,36	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Salpetersäure	1,3	1,7	1,5	1,6	2,9	2,7	1,8	2,3	2,6	1,4	2,6	2,6	1,5	2,1	2,3	1,4	2,6	2,8	1,77	2,13	2,13	
Chlor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Salpêtrige Säure	Spur.	Spur.	Spur.	0,05	0,06	0,08	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	Spur.	
Ammoniak																						
Zur Oxydation forderliches Kaliumpermanganat entsprechend	1,67	1,78	2,54	0,84	1,66	1,94	1,01	1,07	1,06	1,2	0,994	1,03	1,01	1,23	1,1	0,88	0,91	0,912	2,5	2,25	2,25	
organ. Substanz	8,35	8,90	12,7	4,2	8,31	9,7	5,05	5,35	5,3	6,0	4,97	5,15	5,05	6,15	5,5	4,4	4,55	4,56	12,50	11,25	11,25	

pro 100 000 Wasser herabgeht, ist dieselbe in dem bei hohem Wasserstand entnommenen Wasser auf 27 bzw. 25,5 Gew.-Teile herabgegangen. Diese Verdünnung macht sich durchweg geltend, nur hinsichtlich des Bedarfs an Kaliumpermanganat zur Oxydation ist das Verhalten ein anderes, die Wasser erfordern mehr von dem Oxydationsmittel als dies sonst der Fall ist.

Auch das nach vorhergegangenem mehrtägigem Regen am 29. Sept. gefasste Wasser war durch suspendierte Stoffe stark, doch nicht so erheblich getrübt wie das vom 13. März. Bei den September-Proben wiederholt sich hinsichtlich der Menge der leicht oxydierbaren Substanz die gleiche Erscheinung; sie sind daran viel reicher als die bei mittleren Wasserständen gefassten.

Das im April, Mai, Juni, Juli und August gefasste Neckarwasser war mechanisch so wenig verunreinigt, dass es auch beim Fassen als klar und farblos bezeichnet werden durfte; ein Geruch war an demselben nicht bemerkbar.

Sieht man von dem am 13. März gefassten Wasser ab, so ergibt sich aus der Untersuchung aller übrigen Proben, dass das Neckarwasser auf der kurzen Strecke vom Wasserhaus bei Gaisburg bis unterhalb der neuen eisernen Brücke in Cannstatt immer reicher an gelösten Stoffen wird, dass der Gehalt an Kalk und Bittererde zunimmt und ebenso die Menge der an Basen gebundenen Schwefelsäure und des Chlors. Diese Zunahme an gelösten Stoffen beträgt für 100 000 Gewichtsteile Wasser:

	24. April	30. Mai	29. Juni	28. Juli	20. Aug.	29. Sept.
Vom Wasserhaus oberhalb des Wehres bis Cannstatt beim Kgl. Hoftheater (Nr. 2)	6,3	2,75	5	5,25	6,50	2,5
Von da bis unter Cannstatt (Nr. 3)	10,0	2,75	3,50	2,50	4,25	4,5
	16,3	5,50	8,50	7,75	10,75	7,0

Diese Vermehrung der gelösten Stoffe ist offenbar keine zufällige, denn sie hat sich innerhalb einer Beobachtungszeit von 7 Monaten und unter verschiedenen Witterungsverhältnissen bemerkbar gemacht. Die Zunahme an gelösten Stoffen ist ohne Frage bedingt durch den Zufluss des Nesenbachs und durch die von Cannstatt kommenden Abwässer. Zieht man die Einwohnerzahl von Stuttgart und Cannstatt in Betracht, so ist es nicht zu gewagt zu sagen, dass dem Neckar durch die Abwässer Cannstatts mehr gelöste Stoffe zugeführt werden als dies durch den Nesenbach geschieht.

Der Einfluss, den die von Stuttgart und Cannstatt her dem Neckar zugeführten Abwässer auf das Flusswasser hinsichtlich der Menge der leicht oxydablen sog. organischen Substanz ausüben, ist ein sehr wechselnder. Während z. B. bei den am 24. April gefassten Proben die zur Oxydation erforderliche Menge Kaliumpermanganat von Stelle zu Stelle zunimmt, ergibt sich für die am 30. Mai gefassten Wasser eine so unbedeutende Differenz, dass sie nicht in Betracht kommen kann. Ein ähnliches Resultat haben in dieser Hinsicht auch die vom Juni bis August ausgeführten Untersuchungen ergeben. In diesen drei Monaten ist der Gehalt an organischer Substanz 2 mal nicht viel höher und einmal sogar nicht so hoch als der konventionell für nicht erheblich verunreinigtes Nutzwasser selbst Trinkwasser noch als zulässig erachtete Mittelwert von 5 pro 100 000. Dieses Resultat ist um so auffallender, als bei dem warmen Wetter und während der lebhaften Badezeit eine grössere Verunreinigung durch leicht oxydierbare Stoffe hätte erwartet werden sollen.

Nimmt man als Massstab der Verunreinigung eines Wassers die zur Oxydation erforderliche Menge Kaliumpermanganat bezw. den daraus berechneten Gehalt an sog. organischer Substanz und vergewärtigt man sich die Beschaffenheit des Nesenbachwassers, das zur Oxydation im Mittel 10 Kaliumpermanganat für 100 000 Gew.-Teile Wasser erfordert, so ist es zu verwundern, dass das Neckarwasser, dem in 24 Stunden rund 13 000 cbm Wasser vom Nesenbach zugeführt werden, nicht eine grössere Menge Permanganats zur Oxydation bedarf.

Die dem Neckar von dem Nesenbach zweifellos in grosser Menge zugeführte leicht oxydierbare Substanz wird also auf der kurzen Strecke von der Einmündung des Nesenbachs in den Mühlkanal bis zum Königl. Hoftheater in Cannstatt ganz erheblich vermindert. Durch Verdünnung allein kann diese Verminderung nicht herbeigeführt werden, vielmehr muss hierzu eine Selbstreinigung des Flusses beitragen. Es muss ohne Frage sowohl durch den im Flusswasser gelösten Sauerstoff, als auch durch den Sauerstoff der Luft eine Zersetzung der organischen Stoffe herbeigeführt, eine Zersetzung, welche, wie die neueren Untersuchungen gezeigt haben, ganz besonders durch die Thätigkeit von gewissen Mikroorganismen befördert und beschleunigt wird.

Eine solche Selbstreinigung der Flüsse wurde früher — und diese Zeit liegt gar nicht weit hinter uns — entschieden in Abrede

gestellt, jedenfalls als unwesentlich bezeichnet. Es waren hierbei wohl die Ansichten englischer Chemiker, namentlich die E. FRANKLAND's, nicht ohne Einfluss, sowie auch die Untersuchungen der englischen Kommission, welche zur Prüfung der Mittel, die Flussverunreinigung zu verhüten, ernannt worden war, zu dieser Annahme beigetragen haben mögen. Diese Kommission kommt nämlich auf Grund angestellter Versuche zu dem Schlusse: „dass die Oxydation der im Londoner Kanalwasser (Schmutzwasser) vorhandenen organischen Substanzen mit äusserster Langsamkeit vor sich geht, auch wenn es mit einer grossen Menge nicht verunreinigten Wassers vermischt wird und dass es unmöglich ist anzugeben, einen wieweiten Weg solches Wasser zurücklegen muss, bis die aus dem Kanalwasser stammenden Stoffe vollkommen oxydiert sind. Das aber kann mit Sicherheit abgeleitet werden, dass es keinen Fluss in Grossbritannien gibt, der lang genug wäre, um die Vernichtung des Schmutzwassers durch Oxydation zu erreichen.“ (Dr. O. REICH: Reinigung und Entwässerung Berlins, I. Anhang, p. 97.)

Die Ansicht der englischen Kommission ist durch neuere Untersuchungen widerlegt. Wie Dr. KÖNIG (Die Verunreinigung der Gewässer, p. 99) erwähnt, war Prof. ALEX. MÜLLER der erste, der eine Selbstreinigung der Flüsse annahm und diesen Vorgang in seinen Ursachen schon 1869 richtig erkannt hat, wonach der Reinigungsprozess in der Hauptsache durch mikroskopisch kleine, tierische und pflanzliche Lebewesen ausgeführt wird.

Vegetationsversuche mit Neckarwasser.

Wie schon eingangs erwähnt, wurde jedesmal beim Fassen der Wasser je eine kleine weisse Flasche zu ca. $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllt, um zu beobachten, ob und welche Veränderungen das gegen Staub sorgfältig geschützte Wasser unter dem Einfluss von Luft und Licht erleide.

Die zu diesem Zweck an den drei genannten Stellen gefassten Wasser verhielten sich bei diesen Vegetationsversuchen ganz gleich. Das über den Sedimenten stehende Wasser blieb, selbst wenn es mehrere Tage, ja Wochen lang aufbewahrt worden war, klar, farblos und geruchlos, wie es zur Zeit des Fassens gewesen war. Es traten keine Vegetationserscheinungen auf, es waren noch viel weniger die Wasser in Fäulnis übergegangen und die von anfang an vorhandenen Sedimente hatten sich nicht vermehrt.

Die mikroskopische Untersuchung der Wasser hat ergeben,

dass die Sedimente vorwiegend aus mineralischen Stoffen (Thon), Holzfasern und sonstigen vegetabilischen Fasern bestehen; von lebenden Organismen waren vorzugsweise Diatomeen zu bemerken, ausserdem fanden sich vereinzelt farblose Algenfäden und hin und wieder freie chlorophyllhaltige runde Zellen. Soweit ich mir an der Hand von EYFERT'S Beschreibung der Süswasserbewohner ein Urteil erlauben darf, waren von Diatomeen: *Synedra*, *Navicula*, *Pleurosigma* und *Surirella* vorhanden. Ich betone, dass bei diesen Vegetationsversuchen den Wässern sog. Nährflüssigkeiten (z. B. sterilisierte Fleischextraktlösung) absichtlich nicht zugesetzt worden sind. Ist nämlich, wie behauptet werden will, das Neckarwasser an bestimmten Stellen durch fäulnisfähige Stoffe so erheblich verunreinigt, dass es zu gewissen Zeiten, namentlich in den Sommermonaten, in Fäulnis übergeht, so musste erwartet werden, dass die Proben des Wassers, wie sie gefasst worden waren, ohne irgend einen Zusatz, unter dem Einfluss von Luft und Licht, ebenfalls mehr oder weniger rasch in Zersetzung übergehen werden. Dies war nicht der Fall und es ist noch besonders hervorzuheben, dass die in den Monaten Juni und Juli bei niedrigem Wasserstande gefassten und in den warmen Laboratoriumsräumen wochenlang aufbewahrten Wasser nicht die mindeste Veränderung erlitten haben!

Es entsteht nun die Frage, ist das Wasser des Neckars, nachdem es den Weg von oberhalb Berg bis unterhalb Cannstatt zurückgelegt hat, als erheblich verunreinigt zu bezeichnen?

Die schon erwähnte englische Kommission, die bekanntlich in Beurteilung der Beschaffenheit des Wassers einen entschieden puristischen Standpunkt einnimmt — wird doch von E. FRANKLAND, in Konsequenz dieses Standpunktes, jedes Wasser, welches durch kultiviertes Land, wo Äcker gedüngt werden, fliesst, als „verdächtig“ erklärt — diese Kommission bezeichnet ein Wasser als nicht verunreinigt, wenn es geschmack- und geruchlos ist, eine neutrale oder schwach alkalische Reaktion zeigt, in 100 000 Teilen selten mehr als $\frac{1}{2}$ Teil Kohlenstoff und $\frac{1}{10}$ Teil Stickstoff, beide in Form von organischen Stoffen enthält und nicht in Fäulnis übergeht, auch wenn es eine Zeit lang in bedeckten Gefässen der Sommertemperatur ausgesetzt wird.

Es ist mir nun leider ein zahlenmässiger Vergleich für das Verhältnis zwischen Kohlenstoff und Stickstoff gegenüber den organischen Stoffen nicht bekannt und ebensowenig vermag ich mit Sicherheit zu beurteilen wieviel Kohlenstoff und Stickstoff der

organischen Substanz, wie wir sie in Deutschland verstehen, entspricht. Ich glaube aber nicht zu irren, wenn ich annehme, dass die oben erwähnten Mengen weitaus mehr als 5 Teilen organischer Substanz im deutschen Sinne entsprechen und dass wir, unter Zurechnung von $\frac{1}{10}$ Stickstoff, nicht zu hoch greifen, wenn wir hierfür etwa 10 Gew.-Teile organischer Substanz setzen.

Ziehen wir nun in Betracht, dass im Neckarwasser der Gehalt an organischer Substanz — abgesehen von den mechanisch stark verunreinigten Wasserproben — 6 Gew.-Teile pro 100 000 Wasser nicht überschreitet, die Menge der gebundenen Schwefelsäure und des Chlors keineswegs gross ist und dass, was ich für sehr wichtig halte, die Proben nach längere Zeit dauerndem Stehen bei Sommer-temperatur nicht in Fäulnis übergehen, so sind wir, selbst im Sinne der englischen Auffassung berechtigt, das Wasser des Neckars auf der Strecke von oberhalb des Wasserhauses bei Gaisburg bis unterhalb des neuen Gitterstegs bei Cannstatt als nicht erheblich verunreinigt zu bezeichnen.

Ich bemerke noch, dass im vorigen Jahre von Juni bis Oktober diese Untersuchungen des Neckarwassers fortgesetzt worden sind. Auch bei diesen Untersuchungen wurde das Wasser des Neckars als nicht erheblich verunreinigt gefunden.

Es kann nun der Einwand gemacht werden, wenn das Neckarwasser nicht erheblich verunreinigt ist, wie kommt es dann, dass namentlich in den Sommermonaten an gewissen Stellen, z. B. bei der steinernen Brücke in Cannstatt, übelriechende Gase aus dem Flusse entweichen. Zugegeben dass dies zuweilen der Fall ist, so liegt dieser Erscheinung ohne Frage die Ursache zu Grunde, dass die Wehranlage bei der Brücke den genügend raschen Abfluss des Wassers verhindert; das Wehr wirkt als Stauvorrichtung, wodurch der Fluss, man könnte sagen, in einen See verwandelt wird; die suspendierten Stoffe sinken unter und verschlammten das Flussbett und das Ufer. Bei niedrigem Wasserstand wird der Schlamm blossgelegt und die darin noch enthaltenen organischen Stoffe gehen in Zersetzung über. Zu dieser Verschlammung und Verunreinigung tragen aber nicht ausschliesslich die durch den Nesenbach und von Cannstatt her in den Fluss gelangenden Schmutzwasser bei, sondern auch die dem Neckar in seinem oberen Laufe zugeführten Abfallstoffe.

Stuttgart, im März 1888.

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: 1888

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Klinger Aug.

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Neckarwasser, in Rücksicht auf die Veränderungen, welche es während seines Laufes von oberhalb Berg bis unterhalb Cannstatt erleidet. 240-247](#)