

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
	ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	63 (1921)
<b>Heft:</b>	11
<b>Artikel:</b>	Toxische Wirkung von Brennereirückständen auf Fische
<b>Autor:</b>	Seeberger, X.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-590439">https://doi.org/10.5169/seals-590439</a>

### **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:** 12.01.2026

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

Aus dem veterinär-pathologischen Institut der Universität Zürich.  
Direktor: Prof. Dr. Walter Frei.

## Toxische Wirkung von Brennereirückständen auf Fische.\*)

(Beitrag zur Fischtoxikologie.)

Von X. Seeberger, Zürich.

Neben den Infektionskrankheiten verursachen Abwässer verschiedener Herkunft (Fabrikabwässer, Hausabwässer usw.) nicht selten beträchtliche Schädigungen in Fischbeständen. Die Erhaltung des Fischbestandes unserer Gewässer aber ist von nicht zu unterschätzender volkswirtschaftlicher Bedeutung. Aus diesem Grunde, nicht nur vom rein wissenschaftlichen Erkenntnistriebe geleitet, sollten wir uns wieder mehr, als es in der letzten Zeit geschehen ist, mit dem Studium der Fischkrankheiten und aller jener Faktoren befassen, die den Fischbestand unserer Gewässer gefährden oder schädigen können. Das Gebiet der Fischkrankheiten bzw. der Fischvergiftungen darf nicht als für den Tierarzt zu weit abliegend betrachtet werden. Es kommt der Tierarzt (nicht nur der im Laboratorium arbeitende, sondern auch der praktische) ab und zu in die Lage, sich mit Fischkrankheiten oder mit dem Untersuch von Fischvergiftungsfällen abzugeben.

Veranlassung zu den im folgenden mitgeteilten Versuchen gaben Fischsterben, bei denen in einem Falle (bei dem der Verfasser als gerichtlicher Experte fungierte) Zwetschenbrennrückstände, in einem anderen Falle abdestillierter Obstwein ursächlich beschuldigt wurden.

Bekanntlich sind nun die pathologisch-anatomischen Veränderungen an Fischen, die infolge Einwirkung chemischer Substanzen zugrunde gehen, nicht derart, dass an Hand dieser Veränderungen, wenn überhaupt solche makroskopisch wahrnehmbar sind, mit Sicherheit und in jedem Falle auf ein bestimmtes Gift geschlossen werden könnte. Experimentelle Versuche mit den meisten, Fischsterben verursachenden, chemischen Substanzen haben ebenfalls ergeben, dass die pathologisch-ana-

\*) Nach einem Vortrage, gehalten an der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (Vet.-mediz.-biolog. Sektion) in Schaffhausen, den 27. August 1921.

tomischen Veränderungen nicht hinreichen, um eine spezifische Todesursache diagnostizieren zu können. Seit Jahren wurde an der biologischen Versuchsstation für Fischerei in München speziell in dieser Richtung gearbeitet. Auch anderwärts sind experimentelle, in theoretischer, wie in praktischer Hinsicht wertvolle, fischtoxikologische Untersuchungen ausgeführt worden. Für die Grosszahl der bei akuten und chronischen Fischsterben ursächlich beschuldigten, chemischen Stoffe wurde deren Toxizität Fischen gegenüber festgestellt. Von schweizerischen Forschern haben Steinmann und Surbeck einen wertvollen Beitrag zur Fischtoxikologie geliefert durch ihre experimentellen Untersuchungen über die Schädlichkeit der Stalljauche auf Fische. Die Ergebnisse sind niedergelegt in der Preisschrift der Schweizerischen Zoologischen Gesellschaft 1918: „Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer, fliessender Gewässer“. Ferner seien erwähnt die experimentellen Versuche mit Teerstoffen, ebenfalls von Steinmann und Surbeck, publiziert in der Zeitschrift für Hydrologie, 1920, nunmehr erschienen in einem Sonderheft.

Bei den Vergiftungen spielen die Konzentration und die Einwirkungszeit eine grosse Rolle. So wird eine für Fische stark giftige Substanz ev. auch in höherer Konzentration bei zu kurzer Einwirkungszeit keinen tödlichen Effekt ausüben (wenn die Letalmenge nicht aufgenommen wurde). Umgekehrt kann eine an sich für Fische leicht toxische Substanz den Tod der Fische zur Folge haben bei genügend langer Einwirkungszeit. Es kann ein Stoff auch so wirken, dass die Fische der erstmaligen Aufnahme desselben nicht erliegen; es bleiben aber die Fische an Ort und Stelle gelähmt liegen, sofern sie nicht von der Wasserströmung fortgerissen werden. Diese Fische sind nun einem oder mehreren Nachschüben dieser betreffenden Substanz neuerdings ausgesetzt und damit mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Tode überliefert. Besonders für narkotisierend wirkende Stoffe trifft diese Möglichkeit zu. Von Wichtigkeit ist sodann auch die Temperatur, bei welcher schädigende Substanzen einwirken. Durch diese Versuche hat man auch einen tieferen Einblick in die Wirkungsweise verschiedener Fischgifte erhalten.

In den meisten, besonders den akut verlaufenden, Fällen von Fischvergiftungen verstreckt vom Beginn der Einwirkung einer Giftsubstanz, bzw. vom Moment der ersten Todesfälle, bis zur Wahrnehmung derselben gewöhnlich schon geraume

Zeit. Bis zur Inangriffnahme der fachmännischen Untersuchung geht wiederum Zeit verloren. Es ist daher verständlich, dass der Chemiker öfters gar nicht mehr imstande ist, die Anwesenheit einer Fremdsubstanz in der entnommenen Wasserprobe nachzuweisen. Nachforschungen ergeben dann meistens, dass auf irgendeine Art und Weise einem Fischwasser gewisse Stoffe zuflossen oder zugeführt wurden. Von welchem Werte die genaue Kenntnis der fischschädigenden Eigenschaften einer in einem gerade vorliegenden Falle in Frage kommenden Substanz oder eines Stoffgemisches ist (sowohl hinsichtlich der Ursache wie auch in bezug auf Abstellung derselben), dürfte klar sein. Es ist ja zwar naheliegend, eine Substanz als die Ursache einer Fischvergiftung anzunehmen, wenn die Einwirkung dieser Substanz in einer Reihe gleichartiger Vergiftungsfälle tatsächlich festgestellt ist. Mit einer bedeutend grösseren Sicherheit kann aber von einer Substanz behauptet werden, sie sei fischschädlich, wenn deren Toxizität Fischen gegenüber experimentell nachgewiesen ist. Beim Experiment können eben die Wirkungen eines Stoffes, wie kaum anderswo besser, genau verfolgt und festgehalten werden. Ausserdem hat man volle Sicherheit, dass keine anderen Stoffe gleichzeitig eingewirkt haben. Nach unserem Dafürhalten darf eine Substanz erst dann als ein Fischgift taxiert werden, wenn deren Toxizität Fischen gegenüber experimentell festgestellt ist.

In der Literatur finden sich Angaben über durch Brennerei-rückstände verursachte Fischsterben gar nicht selten. Nach diesen Angaben werden gelegentlich ganze Bestände auf weite Strecken hin vernichtet.\*). Die Schädlichkeit der Brennerei-rückstände auf Fische wird aber auch heute noch nicht allgemein anerkannt. Speziell Brennereibesitzer wollen von einer Schädlichkeit nichts wissen. Die Angaben gerade der Brenner sind immer mit einer gewissen Reserve aufzunehmen. Mitteilungen über das Vorhandensein oder Nichtbestehen pathologisch-anatomischer Veränderungen bei den angeblich infolge Einwirkung solcher Rückstände gestorbener Fische, über Konzentrationsverhältnisse usw. liessen sich in der Literatur nicht finden. Bis anhin scheinen auch experimentelle Prüfungen von Brennerei-rückständen auf Fischtoxizität nicht vorgenommen worden zu sein.

Vorgängig der Mitteilungen über unsere Versuche sei erwähnt, dass die Sektion der uns im betreffenden Vergiftungs-

\*) U. a. „Schweiz. Fischereizeitung“, 1915, Nr. 10, S. 279 und 286.

falle eingelieferten, toten Fische (Bachforellen) ein ziemlich negatives Resultat ergeben hatte. Ausser einer mehr oder weniger starken Blutfülle der Darmgefässe waren pathologisch-anatomische Veränderungen nicht vorhanden. Erreger einer bakteriellen Infektion konnten nicht nachgewiesen werden.

Zu den im folgenden wiedergegebenen Versuchen wurden Rückstände verwendet, die amtlich bei der betreffenden Brennerei zur Zeit des Vergiftungsfalles entnommen worden waren. Bei Versuch 1 wurde dem Gefäss kontinuierlich lufthaltendes Wasser in kleinen Mengen zugeführt. Bei Versuch 2 blieb die Zufuhr lufthaltenden Wassers die ersten 15 Minuten nach dem jeweiligen Eingiessen der Versuchsflüssigkeit ausser Funktion. In den weiteren Versuchen stellten wir diese Zufuhr überhaupt ab. Es konnte dies ohne Bedenken geschehen. Einmal dauerten die Versuche nicht allzulange. Sodann war durch Kontrollversuche festgestellt worden, dass Fische stunden-, ja sogar tage lang in Gefässen ohne besondere Sauerstoffzufuhr ohne Nachteil leben können (eine Tatsache, die wir schon bei früheren Versuchen beobachtet hatten, die übrigens auch von anderen Experimentatoren wahrgenommen wurde).

### Versuche mit Zwetschenbrennrückständen.

Versuchsfische: Bachforellen, durchschnittlich 120 Gramm schwer (bei Versuch 6 Gewicht 146 Gramm; Temperatur 11° C. Zu jedem Versuch gewöhnlich ein bis zwei Exemplare verwendet.

*Versuch 1:* Konzentration: 2,5% (dreimalige Erneuerung der Anfangskonzentration nach je 10 Minuten). Wirkung: Keine Reaktion beobachtet.

*Versuch 2:* Konzentration: 5 % (dreimalige Erneuerung der Anfangskonzentration nach je 10 Min.). Wirkung: Geringgradige Unruhe; nach 2 Stunden in frisches Wasser gelegt, vollkommen normales Verhalten.

*Versuch 3:* Konzentration: 30%. Wirkung: Momentan eintretendes, während der ersten 3 Minuten dauerndes starkes Aufregungsstadium; nach 4 Minuten Seiten- und bald darauf Rückenlage (vollkommene Ruhe); nach 5 Minuten in frisches Wasser gebracht, baldige Erholung.

*Versuch 4:* Konzentration: 30%. Wirkung: Erste 6 Minuten heftige Agitation. Nach 8 Minuten Seitenlage. Nach 10 Minuten in frisches Wasser: schnappende Bewegungen an der Wasseroberfläche; nach weiteren 10 Minuten Erholung.

*Versuch 5:* Konzentration: 30%. Wirkung: Ersten 5 Minuten heftige Agitation. Nach 6 Minuten Seitenlage. Nach 15 Minuten in frisches Wasser: Erholung in weiteren 12 Minuten.

*Versuch 6:* Konzentration: 30%. Wirkung: Ersten 20 Min. heftige Agitation trotz Seitenlage (nach 5 Minuten); dann intermittierende Zuckungen; Kiemendeckelbewegungen nur noch vereinzelt.

Nach 45 Minuten in frisches Wasser gelegt: Atmung wieder regelmässiger. Fisch kommt weitere 10 Minuten in die Versuchslösung: Stillstand der Atmung. In frischem Wasser keine Erholung. Exitus.

*Sektion:* Maul- und Kiemenspalten weit geöffnet; Kiemen blass (!); im Schlund Versuchsmaterial; Darm starke Gefässinjektion und diffuse Rötung der Schleimhaut.

*Versuch 7:* Konzentration: 15%. Wirkung: Ersten 5 Minuten leichtgradiges Aufregungsstadium. Nach 5 Minuten Seitenlage. In der Folgezeit zeitweise stärkere Zuckungen. Atmung unregelmässig.

Nach 100 Minuten in frisches Wasser: schnappendes Emporschnellen über die Flüssigkeitsoberfläche.

Nach 6 Tagen: (unter normalen Aquariumsverhältnissen gehalten) ohne sichtbare Erkrankungszeichen gestorben. Sektion ohne besonderen Befund.

*Versuch 8:* Konzentration: 10%. Temperatur: 10,5° C. Wirkung: Ersten 5 Minuten starkes Aufregungsstadium. Seitenlage nach 5 Minuten. In der Folgezeit intermittierende Exzitationszustände. Nach 102 Minuten aussetzende Kiementätigkeit. In frischem Wasser keine Erholung; bleibt in Seitenlage. Nach 4 Stunden 13 Minuten Maul- und Kiemenspalten weit geöffnet; Kiemen hochrot; kurzes, oberflächliches Atmen. Gestorben über Nacht.

*Sektion:* Geringgradige Injektion der Darmgefässe und leichte, diffuse Rötung der Darmschleimhaut.

Die bei diesen und den weiteren Versuchen nichtgestorbenen Fische wurden nach den Versuchen noch längere Zeit in normalen Aquariumsverhältnissen gehalten und auf eventuell nachträglich eintretende Erscheinungen beobachtet.

Aus diesen Versuchen ging hervor, dass die uns zur Untersuchung vorgelegten Zwetschenbrennrückstände einen offensichtlich schädigenden, toxischen Effekt auf Forellen auszuüben imstande waren. Auffallend dabei war die Konstanz der Primärwirkungen der 30-, 15- und 10%igen Lösung: sofortige Auslösung eines ziemlich starken Aufregungsstadiums während der ersten Minuten, Eintritt von ausgesprochener Lähmung (Narkose) nach vier bis acht Minuten. Eine 30%ige Lösung bewirkte bei einer Einwirkungszeit von fünf Minuten, ebenso nach zehn und fünfzehn Minuten keine dauernde Schädigung. Bis zum Eintritt des Todes brauchte eine 30%ige Lösung 55 Minuten. Eine 100 Minuten dauernde Einwirkung einer 15%igen Lösung

verursachte nicht den unmittelbaren Tod des Fisches (Versuch 7). Es ist unentschieden, ob der Tod auf Vergiftung durch die Rückstände zurückzuführen ist. Dass offenbar bei diesem Tier eine grössere Widerstandsfähigkeit bestand, lässt sich aus Versuch 8 schliessen. Bei letzterem Versuche erlag eine gleichschwere Forelle bei einer Einwirkungszeit von 102 Minuten und einer Konzentration von 10% nach einigen Stunden. Lösungen mit tiefer Konzentration (2,5- und 5 %ig) schienen einen besonderen Effekt nicht auszuüben. Bei höheren Konzentrationen nahm die Toxizität mit steigender Konzentration zu. Es dürfte die für die Forellen des betreffenden Vergiftungsfalles tödlich wirkende Konzentration kaum unter 10%, wohl eher höher gelegen haben. Dass solche Konzentrationen bei kleinen Bächen, speziell in wasserarmen Jahreszeiten, möglich sind, dürfte kaum bestritten werden.

Nachdem nun festgestellt war, dass Zwetschenbrennrückstände in einer gewissen Konzentration und bei einer gewissen Einwirkungszeit auf Forellen tödlich wirken können, lag die Frage nahe, was für Substanzen in diesen Rückständen toxische Eigenschaften zu kommen. An Hand einer chemischen Analyse wäre diese Frage leicht zu beantworten gewesen. Es scheinen aber bis jetzt über Zwetschenbrennrückstände chemische Analysen nicht vorzuliegen. Und doch mussten wir die Gewissheit haben, dass wirklich diese Rückstände den Tod der Forellen verursacht haben konnten. Es hätten ja möglicherweise andere, gewöhnlich sich nicht in den Rückständen befindende Substanzen eine tödliche Wirkung ausüben können. Es wäre dann im vorliegenden Falle die Vergiftung eine Ausnahme gewesen, während sonst solche Brennereirückstände eine Giftwirkung auf Fische nicht hätten. Mit Sicherheit kann angenommen werden, dass in den Rückständen, ausgehend vom chemisch genau bekannten Ausgangsmaterial, sich finden: Spuren von Methylalkohol, gebundene Blausäure, Äthyl- und höhere Alkohole, sogenannte Fuselöle. Unter den möglichen Rückständen kommen auch verschiedene Säuren in Frage. Nach Wehmer enthalten die Früchte Apfelsäure (weder Zitronen- noch Weinsäure); sodann Salizylsäure und Bernsteinsäure.\*). Vielleicht finden sich in den Rückständen auch Eiweisszersetzungsprodukte. Von der Blausäure in den Kernen ist bekannt, dass sie bei ihrem Freiwerden

\*) Wehmer, „Die Pflanzenstoffe“, 1911, S. 296.

auf den warmblütigen Organismus in sehr kleinen Mengen rapid toxisch wirkt. Es sind denn auch Vergiftungen durch freiwillige Aufnahme amygdalinhaltiger Pflanzen und Pflanzenteile bei den Haustieren, namentlich bei den Schweinen, Pflanzenfressern und beim Geflügel nicht selten. Über einen Fall eines grossen Fischsterbens durch Blausäure im Jahre 1919 berichtet die „Allgemeine Fischereizeitung“. \*) Ob experimentelle Versuche mit Blausäure an Fischen gemacht wurden, ist uns nicht bekannt. Die Bedeutung der Säuren in den Rückständen, sowie der eventuell vorkommenden Zersetzungprodukte allein und in Gesellschaft mit den Alkoholen darf nicht vernachlässigt werden. Man kennt ja die grossen Modifikationen der Giftwirkung einer Substanz durch eine begleitende Verbindung, selbst, wenn diese an sich nicht giftig ist. \*\*)

Es wurden von uns zur Prüfung der Wirkung an Fischen Versuche angestellt mit Blausäure, Cyankali, Methyl- und Aethylalkohol, sowie mit zwei höhern Alkoholen.

#### Blausäureversuche.

Ausgehend von einer 25%igen Lösung wurden folgende wässrige Lösungen hergestellt (jedesmal frisch bereitet):

0,025	promillig (Volumpromill)	Um sich von der 0,000625 promilligen Lösung eine Vorstellung zu machen, sei mitgeteilt, dass auf 20 Liter Wasser kaum 2 Tropfen der 25prozentigen Lösung benötigt wurden.
0,0125		
0,00625		
0,003125		
0,00125		
0,000625		

In der 0,025 promilligen Lösung starben eine Forelle im Gewicht von 180 g, sowie eine 220 g schwere Barbe nach 10 Minuten, eine kleine Barbe von 24 g nach dieser Zeit in frisches Wasser gebracht, erlag erst nach 1½ Stunden. — In den übrigen Lösungen verblieben die Versuchsfische (jeweils eine grosse und eine kleine Barbe) durchschnittlich eine halbe Stunde und wurden dann in normale Aquariumsverhältnisse gebracht. In die Lösung verbracht, machte sich schon nach den ersten fünf Minuten ein unruhiges Hin- und Herschwimmen geltend, schnappendes Emporschnellen an die Flüssigkeitsoberfläche. Seiten- und Rückenlage trat nach 5–10 Minuten ein. Dann überaus heftige, tetanische Krämpfe mit absoluter Ruhelage abwechselnd, Atmung anfänglich vermehrt, dann stark vermindert, angestrengt. Kiemen hochrot werdend. — Die grossen Barben gingen ausnahmslos alle kurze

\*) Kurzes Referat in der „Schweiz. Fischereiztg.“, 1920, Nr. 1, S. 23.

\*\*) Vgl. Krupski, „Über die Wirkung von Giftkombinationen auf Bakterien“, Dissertation, Zürich 1915.

Zeit nach der Verbringung in frisches Wasser zugrunde, während auffallenderweise die kleinen Barben sich wieder erholten. Die Vergiftungssymptome waren bei diesen kleinen Barben bedeutend leichter als bei den grossen. Bei der Sektion zeigten alle verendeten Fische starke, diffuse Rötung des Enddarmes; Darminhalt blutig. (Versuch 9—14.)

#### Versuche mit Cyankali.

In einer wässerigen Lösung von 0,1 % starben kleine Barben und Weissfische (im Gewichte von durchschnittlich 250 g) nach 12—15 Minuten. — In einer 0,01 %igen Lösung verblieben eine Forelle (163 g), eine grosse Barbe (220 g) und eine kleine Barbe (23 g) eine halbe Stunde. In frischem Wasser Erholung bei allen dreien. Bei einem weiteren Versuche, ebenfalls mit 0,01 %iger Lösung, starben eine Forelle und eine grosse Barbe nach einem Aufenthalt von 40 Minuten, eine kleine Barbe erholte sich wieder in frischem Wasser. — Die Symptome der Vergiftung waren ganz analog denen mit Blausäure. (Versuch 15—17.)

#### Versuche mit Methylalkohol.

Eine  $\frac{1}{10}$  und eine  $\frac{1}{2}$  promillige Lösung hatten keine schädigende Wirkung zur Folge. Die Aufenthaltszeit der Fische in diesen Lösungen betrug vier Stunden (Versuch 18 und 19). Auch in einer 5 promilligen Lösung von  $\text{CH}_3\text{OH}$  liessen sich bei einer Einwirkungszeit von 88 Minuten nachteilige Folgen nicht wahrnehmen. Es stellten sich weder Unruhe, noch ein Aufregungsstadium, noch Narkose, noch besondere Nachwirkungen ein (Versuch 20).

#### Versuche mit Butylalkohol ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ )

ergaben:  $\frac{1}{2}$  promillige Lösung ohne besondern Einfluss; Aufenthaltszeit 88 Minuten (Versuch 21). 5 promillige Lösung: ersten zwei Minuten starkes Aufregungsstadium; nach drei Minuten Seitenlage; dann kurze Zeit vollständige Ruhe; sodann intermittierende, stärkere Zuckungen. Nach 20 Minuten Rückenlage; hochrote Färbung der Kiemen. In frischem Wasser baldige Erholung. Der Tod wäre wahrscheinlich in absehbarer Zeit eingetreten, wenn der Fisch noch einige Minuten in der Versuchslösung geblieben wäre (Versuch 22).

#### Versuche mit Amylalkohol ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ ).

$\frac{1}{2}$  promillige Lösung: Fisch legt sich nach einem leichten Aufregungsstadium bereits nach zwei Minuten in Seitenlage, nach 48 Minuten in Rückenlage. Kiemen hochrot. Nach 78 Minuten in frisches Wasser gebracht: baldige Erholung (Versuch 23).

5 promillige Lösung: ersten drei Minuten überaus heftiges Aufregungsstadium, dann sofortiger Eintritt der Seiten- und Rückenlage mit heftigen Zuckungen. Nach 7 Minuten Eintritt des Todes. Kiemen hochrot (Versuch 24).

**Versuche mit dem gewöhnlichen Alkohol (Äthylalkohol C<sub>2</sub> H<sub>5</sub> OH), dem Hauptbestandteil der gegorenen Zwetschenmasse und des Zwetschgenwassers.**

Eine 5 promillige sowie eine 1 prozentige Lösung blieben bei einer Einwirkungszeit von 80 Minuten ohne nachteilige Folgen auf die Versuchsfische (Versuche 25 und 26).

Eine 5 prozentige Lösung vermochte den Fisch innert 36 Minuten zu töten. Während der ersten sechs Minuten mittelstarkes Aufregungsstadium, dann Seitenlage. Nach 16 Minuten ein sieben Minuten dauerndes starkes Exzitationsstadium und schliesslich Exitus (Versuch 27).

Aus diesen Versuchen mit den einzelnen Alkoholen ging hervor, dass diese auf Fische narkotisch wirken. Wenn wir ihre Wirkung vergleichen mit derjenigen des Zwetschenbrennrückstandes, so sehen wir eine weitgehende Übereinstimmung, welche den Schluss zulässt, dass die hauptsächlichst wirkenden Agentien in diesen Rückständen Alkohole sind. Besonders der Amylalkohol (Gärungssamylalkohol) dürfte in den Brennereirückständen bezüglich Quantität und Wirkung von Wichtigkeit sein.

Schon Weigelt \*) hat experimentell festgestellt, dass von den drei Alkoholen, Methyl-, Äthyl- und Amylalkohol nur der letztere bei Fischen Schädigungen verursacht. Fühner \*\*) hat durch Versuche an der biologischen Versuchsanstalt (Prater) Wien die narkotischen Grenzkonzentrationen für *Phoxinus laevis* (Ellritze) bestimmt und gefunden für:

Methylalkohol 1,9 Gewichts%

Äthyl- „	1,1 – 1,2 „	
<i>n</i> Propyl- „	0,4 „	Isopropylalkohol 0,9 Gewichts%
<i>n</i> Butyl- „	0,13 „	Isobutyl- „ 0,18 „
<i>n</i> Amyl- „	0,04 „	Isoamyl- „ 0,055 „ (Gärungssamylalkohol)
<i>n</i> Heptyl- „	0,0032 „	
<i>n</i> Oktyl- „	0,0011 „	Isokapryl- „ 0,0025 Gew. 0/0

Nach Fühner fällt die Aufhebung der Lokomotion meist mit der narkotischen Grenzkonzentration zusammen. Die Empfindlichkeit der Wassertiere gegenüber höheren Alkoholen (Heptylalkohol) bei Gleichbleiben der Empfindlichkeit gegenüber dem Äthylalkohol nimmt zu mit der Entwicklungshöhe der Wassertiere. An Hand zahlreicher Versuche mit Wassertieren verschiedener Entwicklungsstufe konnte Fühner das zahlenmässig nachweisen. Interessant sind sodann auch die Beobachtungen Fühners, dass

\*) Weigelt, „Die Schädigungen von Fischerei und Fischzucht durch Industrie- und Hausabwässer“, Arch. f. Hygiene, Bd. 3, S. 64.

\*\*) Fühner, „Der Wirkungsgrad der einwertigen Alkohole“, Zeitschrift f. Biologie, Bd. 57, S. 465.

kleine Süßwasserfische (Ellritzen), die nur wenig über der narkotischen Grenzkonzentration liegenden Konzentrationen (Äthylalkohol 1,4 Gewichts%) oder in normalem Heptylalkohol 0,0035 Gewichts%) gehalten wurden, diese Konzentrationen viele Stunden lang ohne Schädigung ertragen. Die Fische lagen auf der Seite oder auf dem Rücken. Durch Anstossen oder Kneifen ihrer Schwanzflosse war keine Zuckung auszulösen, Atem- und Herztätigkeit blieben dauernd normal.

Sodann hat Otto\*) am Institut für Biologie und Pathologie der Fische der tierärztlichen Hochschule in Wien die Wirkung einwertiger Alkohole auf Forellen und deren Dottersackbrut geprüft. Weigelt \*\*) war in seinem Rückblicke auf die Gesamtheit der Resultate zum Ergebnis gekommen, dass das Körpergewicht des Tieres eine hervorragende Rolle spielt. „Je schwerer, d. h. im allgemeinen je älter der Fisch, umso kräftiger vermag er die schädlichen Einflüsse zu überdauern. Die verderbenbringenden Verunreinigungen wüten also am unheilvollsten unter den jugendlichen Tieren und — wenn auch unbewiesen — scheint doch der Rückchluss zulässig — den Embryonen und den Eiern sind sie relativ am gefährlichsten.“ Nach Otto (Versuche mit verschiedenen narkotischen Mitteln auf Fische, hauptsächlich auf kleine Barschen und Schleien) soll die Wirkung des betreffenden Narkotikums auf grosse Exemplare eine viel stärkere sein. Speziell nun die Versuche Ottos an Dottersackbrut von *Trutta iridea* und ausgewachsenen Exemplaren sind, obwohl als ein Beitrag zur Meyer-Overtonschen Narkosetheorie ausgeführt, für die Fischerei von Interesse. Die Werte der narkotischen Grenzkonzentrationen differieren für Methyl- und Äthylalkohol nur wenig:

Dottersackbrut (Methylalkohol 2,75; *Trutta iridea*: 2,65

Äthyl- „ 1,37; „ 1,3 (Gew.%), im Gegensatz zu den Werten für höhere Alkohole, bei denen mit steigendem Werte die Grenzkonzentrationen bedeutend abnehmen: Dottersackbrut: *n*Propylalkohol 0,85; *Trutta iridea*: 0,55

*n*Heptyl- „ 0,0055; „ „ 0,0035

Isobutyl- „ 0,26; „ „ 0,19

Isoamyl- „ 0,095; „ „ 0,055 (Gw.%)

Mit diesen Versuchen hat Otto nachgewiesen, dass die narkotischen Grenzkonzentrationen für Embryonalstadien und ausgewachsene Individuen einer Tierart Abweichungen zeigen, und zwar in dem Sinne, dass ausgebildete Fische gegenüber höheren Alkoholen eine viel höhere Empfindlichkeit zeigen als embryonale (im Gegensatz zu Weigelt). Möglicherweise hatte Weigelt mit unreinen Substanzen operiert.

\*) Otto, „Die Einwirkung einwertiger Alkohole auf Forellen und deren Dottersackbrut“, Zeitschrift f. Biologie, Bd. 59, S. 165.

\*\*) Weigelt, l. c. S. 65.

Bei einem anderen Fischvergiftungsfalle wurde abdestillierter Obstwein ursächlich beschuldigt. Im folgenden seien unsere Versuche kurz wiedergegeben. Als Versuchsfische dienten mittelgrosse Weissfische. Die Temperatur der Flüssigkeiten betrug 10—11° C.

*Versuch 1:* In der Flüssigkeit, wie sie uns zur Untersuchung vorgelegt wurde, zeigte der Versuchsfisch während der ersten zwei Minuten ein hochgradiges Exzitationsstadium, nach zwei Minuten Seitenlage, nach zwölf Minuten Exitus.

*Versuch 2:* Lösung 50%ig: Anfangs starkes Aufregungsstadium; dann intermittierende, heftige Zuckungen, nach acht Minuten Seitenlage. Eintritt des Todes in 41 Minuten.

*Versuch 3:* Lösung 25%ig: Ganz leichtes, anfängliches Exzitationsstadium, sodann auffallende, durch vereinzelte Zuckungen unterbrochene Ruhelage (Seitenlage nach acht Minuten). Exitus nach 2 Stunden 56 Minuten.

*Versuch 4:* Lösung 12,5%ig: Intermittierende, krampfartige Zuckungen, Seitenlage nach einer Stunde, Eintritt des Todes nach 2 Stunden 56 Minuten.

*Versuch 5:* Versuchsfisch, gehalten in einem gleichgrossen und gleichgeformten Gefäss wie bei Versuch 4, in gleicher Menge Versuchsflüssigkeit (hier aber Wasser). Nach 3 Stunden 32 Minuten wurde der Fisch in frisches Wasser gebracht. Weder während noch nach dem Versuche irgendwelche besonderen Erscheinungen feststellbar.

*Versuch 6:* Lösung 6,25%ig: Während der ersten vier Stunden keine Reaktion. Nach 5 1/4 Stunden Seitenlage, nach sechs Stunden Eintritt des Todes.

Der uns vorgelegte abdestillierte Obstwein war somit ebenfalls imstande, auf Fische einen toxischen Effekt auszuüben. Ein auffallender Unterschied machte sich im Vergleich zu den Erscheinungen mit Zwetschenbrennrückständen schon in der Initialwirkung geltend. Bei abdestilliertem Obstwein nur bei höheren Konzentrationen stärkeres Aufregungsstadium, Eintritt der Narkose wesentlich später. Bei Zwetschenbrennrückständen Narkose ziemlich konstant innert der ersten acht Minuten. Hier wurde die Zeitspanne bis zum Eintritt der Narkose mit abnehmender Konzentration immer grösser, so dass bei einer Konzentration von 12,5% sogar eine ganze Stunde verstrich, bis Seitenlage sich bemerkbar machte.

Die Sektion ergab bei allen verendeten Fischen starke Rötung der Kiemen und starke Blutfülle der Darmgefässe, bei Fisch 1 und 2 ausserdem starke, diffuse Rötung der Magen-Darmschleimhaut (Entzündung).

Wir haben dann auch noch Versuche angestellt, um den Einfluss von Temperaturerhöhungen zu studieren.

*Versuch 1:* Forelle (126 g) in 30%iger Lösung von Zwetschenbrennrückständen, 48° C.: Tod in zwei Minuten.

*Versuch 2:* Forelle (121 g) in 30%iger Lösung von Zwetschenbrennrückständen, 42° C.: Tod in zwei Minuten.

*Versuch 3:* Forelle (97 g) in 30%iger Lösung von Zwetschenbrennrückständen, 30° C.: Tod in vier Minuten.

*Versuch 4:* Forelle (97 g) in Wasser, 30° C.: Tod in vier Minuten.

Bei Versuchsfisch 1 und 2 heftige Agitation, bei 3 mittelstarke Agitation, bei 4 grosse Unruhe.

*Versuch 5:* Forelle (142 g), Konz. 30%ige Zwetschenbrennrückstände, Temperatur 23° C. Zwei Minuten sehr starkes Exzitationsstadium, nach zwei Minuten Seiten- und Rückenlage, folgende zehn Minuten vollkommen ruhig, dann intermittierende, heftige Aufregungszustände. Nach 60 Minuten war die Temperatur auf 18° gesunken. Kiementätigkeit unregelmässig. In frisches Wasser gebracht, Atmung lebhafter. Fisch blieb in Rückenlage. Am andern Morgen (nach 14 Stunden) Seitenlage, Atmung ziemlich regelmässig, aber verlangsamt. Den ganzen Tag verblieb die Forelle in Seitenlage und verendete am Abend (nach 24 Stunden).

*Sektion:* Maul- und Kiemenspalten weit geöffnet, Kiemen hochrot, Darmgefässe stark injiziert, Darmschleimhaut stellenweise stark gerötet, Magen mit starkem Schleimbefall.

Auffallend war bei diesem Versuch der etwas frühere Eintritt der Narkose. Wenn auch eine einstündige Einwirkung nicht direkt den Tod verursachte, so war immerhin die Narkose sehr tief, blieb doch die Forelle bis zum Exitus in Seitenlage.

*Versuch 6:* Forelle (130 g), Konz. 20%ige Zwetschenbrennrückstände, Temperatur 17° C. Leichtgradiges Aufregungsstadium während der ersten fünf Minuten, nach fünf Minuten Seitenlage mit zeitweiser, stärkerer Agitation. Nach vierzig Minuten Exitus. Temperatur auf 15° gesunken.

Dieser Versuch illustrierte uns neuerdings die Tatsache, dass individuelle Verschiedenheiten bestehen. Bei Versuch 5 war eine intensivere Wirkung zu erwarten gewesen (nach einer Stunde noch kein tödlicher Effekt), während hier der Tod bereits nach vierzig Minuten sich einstellte bei niedriger Konzentration und tieferer Temperatur.

*Versuch 7* zeigte, dass eine Temperaturerhöhung des Wassers auf 25° C. keine auffallenden Folgen hatte: Einsetzen einer Forelle in Wasser von 10° C. Durch Eingießen von heißem Wasser ziemlich plötzlicher Temperaturanstieg auf 25° C. Ausser etwas angestrengter Atmung keine besonderen Erscheinungen. Nach 24 Stunden kam der Fisch in frisches Wasser, war bald wieder lebhaft, auch in der Folgezeit.

*Versuch 8: Eine Temperaturerhöhung von 10° C. auf 36° C. bedingte innerst vier Minuten den Tod des Fisches.*

Ein Vergleich der Versuche 5, 6 und 7 ergibt, dass nicht etwa schon eine Erhöhung des Wärmegrades (bis 25) an sich eine tiefgreifende oder gar tödliche Wirkung ausübt. Allerdings genügen höhere Temperaturen auch des Wassers allein (Versuche 4 und 8), um Fische umzubringen. Wie aus den Versuchen ersichtlich, bedingte eine 30%ige Lösung des Zwetschenbrennrückstandes bei 30° nicht einen früheren Eintritt des Todes als gewöhnliches Wasser von 30°. Bei Erhöhung der Temperatur der Brennrückstände beobachteten wir (wie bereits erwähnt) eine frühere Auslösung der Narkose.

Zum Schlusse möchten wir noch einige Worte über die Beurteilung des Überlebens oder Absterbens der Kleinlebewesen bei Fischvergiftungen verlieren. Das Überleben oder Absterben der Kleinlebewesen werden gewöhnlich als die ersten Anhaltspunkte für Fischwasserverunreinigungen und Fischwasservergiftungen angesehen. In diesem Zusammenhang seien nun die Versuche Fühners\*) an Ellritzen und an Süßwasserflohkrebsen noch erwähnt. Ellritzen wurden in einer Äthylalkohol- sowie in einer Heptylalkohollösung bald narkotisiert. Bei *Gammaurus pulex* (in die gleichen Lösungen verbracht) bewirkte die Äthylalkohollösung ebenfalls Narkose, wenn auch nach etwas längerer Zeit, die Heptylalkohollösung aber keine Narkose. Die Süßwasserflohkrebsen sollen sich in der Heptylalkohollösung ebenso verhalten haben, als ob man sie in reines Wasser verbracht hätte. Um bei *Gammaurus pulex* durch Heptylalkohol eine gleichstarke Wirkung zu erzielen, wie durch Äthylalkohol, musste die Konzentration etwa doppelt so stark genommen werden. Es kann also für zwei Tierarten die narkotische Grenzkonzentration eines Produktes dieselbe sein, während sie von einem andern, chemisch nahe verwandten, Produkte sehr verschiedene Werte aufweist. Wenn dies auch für Butyl- und Amylalkohol zutrifft, so wäre es also sehr wohl möglich, bei einem Vergiftungsfalle durch Alkohole tote Fische zu finden, während noch lebende Flohkrebsen angetroffen werden können. Aus der Feststellung des Überlebens von Flohkrebsen dürfte man dann nicht ohne weiteres bei Fischsterben eine Einwirkung von chemischen Substanzen ausschliessen.

\*) Fühner, l. e.