Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 6 (1915)

Heft: 1

Artikel: Ueber das Vorkommen von Methylalkohol im Harn bei verschiedener Ernährung

Autor: Fellenberg, Th. von / Schaffer, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-984354

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: 02.07.2025

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

Auf diese Weise werden alle Unsicherheiten, welche etwa durch ältere Reagentien, durch spurenweises Vorkommen von Methylalkohol in der Alkohol-Schwefelsäure, durch trübes Wetter, durch persönliche Unsicherheit in der Vergleichung verschiedenartiger Färbungen hervorgerufen werden könnten, ausgeschaltet.

Ueber das Vorkommen von Methylalkohol im Harn bei verschiedener Ernährung.

Von Th. von FELLENBERG.

(Mitteilung aus dem Laboratorium des Schweizerischen Gesundheitsamtes, Vorstand: Prof. Dr. Schaffer.)

Nachdem festgestellt worden ist, dass Pektin erhebliche Mengen Methylalkohol (ca. 9—12%) in veresterter und äusserst leicht abspaltbarer Form enthält,[1]) wissen wir, dass wir diesen in grösserer Dosis unzweifelhaft giftigen Körper täglich mit manchen unserer Speisen, mit den Gemüsen, besonders den Rüben- und Kohlarten, sowie mit allen Früchten, einnehmen.

Die Frage, ob der Genuss dieses Körpers in so kleinen Mengen etwa gesundheitsschädlich wirke, muss wohl verneint werden. Uns interessiert hier vor allem die Frage nach dem Verbleibe des Methylalkohols im Organismus. Es sind von vorneherein die beiden Möglichkeiten vorhanden, dass der Methylalkohol entweder in den Fäkalien mit dem unverdauten Pektin oder mit einem Spaltungsstück des Pektins den Darm verlässt oder dass er im Magen oder Darm abgespalten und nun entweder im Organismus verbrannt oder mit dem Harn ausgeschieden wird.

Um die erste Möglichkeit zu prüfen, wurden zwei Meerschweinchen zwei Tage lang ausschliesslich mit Rüben gefüttert, die Fäkalien kurze Zeit mit verdünnter Natronlauge behandelt, mit Schwefelsäure angesäuert und destilliert. Das Destillat wurde mit Natronlauge und etwas Silbernitrat versetzt, wieder destilliert und durch einige weitere Destillationen auf 3 cm^3 konzentriert. In dem Destillate liess sich nach der sehr empfindlichen Reaktion nach *Dénigès* (siehe vorhergehende Arbeit) kein Methylalkohol nachweisen. Somit wird der Methylalkohol, welcher in Form von Pektin eingenommen wird, nicht mit den Fäkalien ausgeschieden.

Es ist übrigens schon von vorneherein wahrscheinlich, dass der Methylalkohol des Pektins im Organismus abgespalten wird. Für die Rohkost erhellt dies daraus, dass die pektinhaltigen Pflanzenteile in der Regel das Enzym Pektase enthalten, welches Pektin in Pektinsäure und Methylalkohol spaltet. Für gekochte Pektinnahrung ist die Spaltung anzunehmen, weil derselbe Vorgang spielend leicht durch einen geringen Ueberschuss an Alkali bewirkt wird, also wohl auch durch die Alkalescenz des Dickdarmes bewirkt werden kann.

[1]) Zur Kenntnis des Pektins, diese Mitteilungen 1914, 5, 225.

Um die Möglichkeit des Vorkommens von Methylalkohol im Harn zu prüfen, wurde einen Tag lang nur von pektinreicher Nahrung, nämlich ausschiesslich von Aepfeln, gelebt und der während dieses Tages und der darauffolgenden Nacht ausgeschiedene Harn gesammelt und untersucht. Es wurden 20 Aepfel (die bekannte Bernersorte «Surgrauech») im Gewicht von 1625 g verzehrt. Der Trockensubstanzgehalt der Aepfel betrug 12,6 %, also wurden 240,8 g Trockensubstanz und 1420 g Wasser aufgenommen. Die frischen Früchte enthielten 59,1 mg Methylalkohol in 100 g; somit wurden im ganzen 960 mg Methylalkohol aufgenommen. Die Menge des ausgeschiedenen Harnes betrug 1713 g.

Man destillierte den Harn, unter Zusatz von etwas Tannin, um das Schäumen zu verhindern, aus einem 3 Liter Kolben mit Fraktionieraufsatz nach *Anderlini*, bis 340 g (= 20 %) übergegangen waren. Das Destillat wurde mit Schwefelsäure angesäuert, um die Basen zu binden, und wieder destilliert bis 68 cm³ (= 20 %) übergegangen waren. Von diesem zweiten Destillat wurden unter Zusatz von Natronlauge und Silbernitrat 30 cm³ (= ca. 40 %) abdestilliert. 3 cm³ davon gaben, nach *Dénigès,* eine Reaktion, welche 0,56 mg Methylalkohol entsprach. Somit waren im ganzen Destillat 5,6 mg Methylalkohol vorhanden.

Man könnte nun im Zweifel sein, ob die Reaktion wirklich von Methylalkohol verursacht wird oder ob nicht vielleicht ein anderer im Harn vorkommender Körper eine ähnliche Farbenreaktion gibt, obschon unser Destillat durch die Behandlung mit Schwefelsäure und mit Natronlauge und Silbernitrat bereits eine weitgehende Reinigung erfahren hat.

Bei den kleinen zur Verfügung stehenden Materialmengen schien mir eine Identitätsprüfung am erfolgreichsten, welche sich auf folgende Ueberlegung gründet. Enthält unser Harndestillat wirklich Methylalkohol, so muss derselbe darin in gleicher Weise überdestillieren, wie in einer wässrigen Methylalkohollösung gleichen Gehaltes. 18 cm³ unseres Destillates (= 3,36 mg Methylalkohol) wurden in ein Kölbchen von 200 cm³ Inhalt gebracht, mit 2 cm³ Wasser versetzt und unter Zusatz von Tonstücken destilliert. Man fing drei Fraktionen von je 3 cm³ auf. Genau in gleicher Weise wurde mit einer Lösung von 3,36 mg Methylalkohol in 20 cm³ Wasser verfahren. Mit den einzelnen Fraktionen führte man die Reaktion nach *Dénigès* aus und verglich die Farbstärken mit einander. Man erhielt folgende Werte:

	Destillat aus Harn	Methylalkohollösung
1. Fraktion	2,32 mg	2,32 mg
2. »	0,48 »	0,52 »
3. »	0,17 »	0,15 »

Die geringen Differenzen zwischen den Werten der 2. und 3. Fraktion liegen innerhalb der Versuchsfehlergrenze. Der Körper aus Harn destilliert in gleicher Weise mit Wasser über wie Methylalkohol. Die Färbung nach *Dénigès* ist auch im Tone bei gleichen Gehalten genau identisch. Es muss demnach wirklich Methylalkohol vorliegen.

Nun wissen wir aber noch nicht, ob der Methylalkohol in freier Form oder als Ester, etwa verbunden mit einer Fettsäure, in den Harn gelangt. Bei den von uns vorgenommenen Operationen wäre ein eventuell vorhandener Ester natürlich verseift worden. Um auch diese Möglichkeit zu prüfen, wurde bei einem spätern Versuche der Harn, welcher nach reichlicher Ernährung mit Blumenkohl ausgeschieden worden war, wiederum mit etwas Tannin destilliert. Das Destillat wurde diesmal mit Schwefelsäure in geringem Ueberschuss versetzt und der Ueberschuss mit Calciumcarbonat wieder entfernt. Das Destillat wurde weiter auf 25 cm^3 konzentriert und in 3 cm^3 davon der Methylalkohol bestimmt. Man fand 0,206 mg Methylalkohol, das macht 1,37 mg auf 20 cm^3. Man destillierte wiederum von 20 cm^3 drei Fraktionen zu je 3 cm^3 ab und verfuhr ebenso mit einer Methylalkohollösung von 1,37 mg in 20 cm^3. Die Farbstärken der einzelnen Fraktionen wurden mit einander verglichen, ohne dass diesmal der Gehalt selbst bestimmt worden wäre. Man fand folgende Verhältnisse:

	Destillat aus Harn		Methylalkohollösung
1. Fraktion	1,22	:	1,00
2. »	0,86	:	1,00
3. »	minimale Spur		minimale Spur

Die erste Fraktion des Harndestillates zeigt eine stärkere, die zweite eine schwächere Färbung als das Methylalkoholdestillat. Dies spricht dafür, dass der Methylalkohol im Harn in einer etwas leichter flüchtigen Form, wohl als Ester irgend einer Säure, vielleicht der Essigsäure, vorhanden ist.

Es ist nun möglich, dass neben dem flüchtigen Ester des Methylalkohols noch eine nicht flüchtige Verbindung dieses Körpers im Harn vorkommt, besonders da wir nur wenig über ein halbes Prozent des eingenommenen Methylalkohols im Harndestillat nachweisen konnten. Um auch auf diese Möglichkeit zu prüfen, wurde der Destillationsrückstand von zwei Harnen mit Natronlauge destilliert und das Destillat nach dem Reinigen und Anreichern bis auf 3 cm^3 nach *Dénigès* geprüft. Man hatte hier den Tages- und den darauffolgenden Nachtharn verwendet, welche, wie weiter unten des näheren ausgeführt wird, nach Einnahme von methylalkoholhaltigem Obsttresterbranntwein ausgeschieden worden waren. Der Tagesharn hatte in den ersten 20 % Destillat 5,53 mg Methylalkohol ergeben, der Nachtharn 1,74 mg. Als nun die Destillationsrückstände auf die beschriebene Weise geprüft wurden, ergab sich für den Tagesharn noch 0,45, für den Nachtharn 0,30 mg Methylalkohol. Diese geringen Mengen machen die Reste aus, welche mit den ersten 20 % nicht übergegangen sind, wie aus den in der vorhergehenden Arbeit ausführlich behandelten Destillationsbedingungen hervorgeht. Es ist dort gezeigt worden, dass aus einer sehr verdünnten wässrigen Methylalkohollösung gegen 60 % überdestilliert werden müssen, um allen Methylalkohol in das Destillat zu bekommen. Obgleich nun für unsern Methylester die Verhältnisse etwas günstiger zu liegen scheinen, müssen wir doch einen ansehnlichen Betrag davon im Rückstand finden. Demnach

dürfte es ausgeschlossen sein, dass sich ein Teil des Methylalkohols in nicht flüchtiger, beim Kochen mit Natronlauge abspaltbarer Form, also in Form irgend eines nicht flüchtigen Esters im Harn vorfindet. Die Hauptmenge des Methylalkohols wird somit offenbar im Organismus verbrannt. Die bei ausschliesslicher Obstkost in den Harn gelangende Menge beträgt in unserm Falle, auch wenn wir den bei den Destillationen verlorenen Betrag mitrechnen, noch nicht 1%.

Es war nun von Interesse, die Abhängigkeit der Methylalkoholausscheidung von der Art der Ernährung zu untersuchen. Um möglichst einfache Verhältnisse zu schaffen, wurde während der ganzen Versuchsdauer auf den Genuss von Fleisch, und soweit nichts anderes bemerkt ist, auch auf den von Alkohol verzichtet. Dagegen wurde gelegentlich Fleischbrühe in Suppen und Gemüsen nicht verschmäht. An animalischer Kost wurde auch Milch und etwas Käse in die Kost einbezogen. An gewissen Tagen wurde nur pektinfreie Nahrung, an andern Tagen daneben auch pektinhaltige, an einigen Tagen ausschliesslich pektinhaltige Kost eingenommen. Als pektinfrei wurden betrachtet die stärkehaltigen Nahrungsmittel, Getreide, also vor allem Brot, sodann Gerste, Hirse, Mais, Reis, Kartoffeln, nachdem festgestellt worden war, dass einige Gramm dieser Speisen bei der Behandlung mit Natronlauge keine nachweisbare Menge Methylalkohol in Freiheit setzen. Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht bei Verwendung sehr grosser Mengen Material doch vielleicht ein wenig Methylalkohol hätte aufgefunden werden können. Jedenfalls tritt seine Menge in diesen Produkten vollständig zurück gegenüber den Mengen, welche in eigentlich pektinhaltigen Nahrungsmitteln, wie weissen, gelben und roten Rüben, Weisskohl, Rotkohl, Blumenkohl, Rosenkohl und in Früchten gefunden werden.

Es war denkbar, dass auch die Kuhmilch Methylalkohol enthalten könnte, da sich die Kühe von pektinhaltigen Gräsern nähren. Man fand jedoch in einem Liter Milch nur 0,38 mg Methylalkohol, eine für uns hier vollständig ausser Betracht fallende Menge. In Uebereinstimmung damit wurden in 400 cm^3 einer alten, verdorbenen, nach Käse riechenden Milch 0,2 mg Methylalkohol gefunden. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass auch Käse praktisch methylalkoholfrei ist.

Zur Untersuchung des Harns wurde in der Regel der Tagesharn und der Nachtharn besonders aufgefangen. Der Tagesharn wurde von morgens nach dem Frühstück bis abends 6 Uhr, der Nachtharn von abends 6 Uhr bis am nächsten Morgen mit Einschluss der ersten Morgenentleerung gesammelt.

Die Anreicherung des Methylalkohols erfolgte gleich wie in dem bereits weiter oben behandelten Falle. Der Harn wird in einem 3 Liter fassenden Kolben mit Fraktionieraufsatz nach *Anderlini* unter Zusatz von etwas Tannin destilliert bis 20% übergegangen sind. Nun wird das Destillat mit etwas überschüssiger Schwefelsäure versetzt, um die Basen zu binden und wieder 20% abdestilliert. Das nun bereits auf ein ziemlich kleines Volumen ge-

brachte Destillat wird mit etwas Natronlauge versetzt, um die Säuren zu binden und zur Vorsicht ungefähr 0,05 g Silbernitrat zugefügt, um eventuell vorhandene ungesättigte Körper zu oxydieren und nun in einem 400 cm³ Kolben ohne Fraktionieraufsatz wieder destilliert, diesmal bis 40% übergegangen sind. Das Destillat wird in gleicher Weise durch Destillation von stets 40% oder etwas mehr weiter konzentriert, bis 3 cm³ erhalten werden. Mit diesem Destillat wird die Bestimmung ausgeführt. In einzelnen Fällen, wo grössere Mengen Methylalkohol erwartet wurden, ging man mit der Konzentrierung nur bis auf 10 oder 20 cm³.

Um zu erfahren, wieviel von der Gesamtmenge des Methylalkohols auf diese Weise erhalten werden, wurden Destillationsversuche mit kleinen Methylalkoholmengen in gleicher Weise ausgeführt.

Man löste 1 mg Methylalkohol in 1000 cm³ Wasser, destillierte davon 200, davon 40, davon 16, davon 6,5 und davon schliesslich 3 cm³ ab. In diesem letzten Destillat fand man 0,647 mg Methylalkohol.

In einer spätern Versuchsreihe (siehe Tab. II) wurden kleinere Mengen Harn destilliert, nämlich das bei jeder Entleerung gesammelte Quantum besonders. Um auch diesen Fällen Rechnung zu tragen, wurden je 100 und 200 cm³ Wasser mit verschiedenen Methylalkoholmengen in der folgenden Weise destilliert.

Man löste 0,2, 0,4 und 1 mg Methylalkohol in je 100 cm³ Wasser und destillierte davon aus einem 400 cm³ Kolben 20, davon 7,5 und davon 3 cm³ ab und führte im letzten Destillat die Bestimmung aus.

Andrerseits wurden die gleichen Mengen Methylalkohol in 200 cm³ Wasser gelöst und davon 40, davon 16, davon 6,5 und davon schliesslich 3 cm³ abdestilliert.

Man fand folgende Methylalkoholmengen:

Gelöst in 100 cm³	Gefunden	Gelöst in 200 cm³	Gefunden
0,2 mg	0,162 mg	0,2 mg	0,158 mg
0,4 »	0,316 »	0,4 »	0,322 »
1 »	0,642 »	1 »	0,643 »

Die in den Lösungen von 100 und 200 cm³ gefundenen Werte sind unter sich sehr ähnlich. Wir können somit das Volumen der Harnmenge vernachlässigen. Um die Berechnung der wirklichen aus der gefundenen Methylalkoholmenge zu erleichtern, stellen wir mit Hilfe unserer 3 Zahlen eine Kurve auf, in welcher wir die Gehalte direkt ablesen können. Für die Werte über 1 mg wenden wir die gleiche Korrektur wie für 1 mg an, wir multiplizieren den gefundenen Wert mit dem Faktor $\frac{1}{0,643} = 1,55$. Wenn dies auch nicht ganz richtig ist, so genügt es doch für unsere Zwecke, da es uns ja mehr auf Vergleichung unserer Werte unter sich, als auf den höchsten Grad von Genauigkeit ankommt.

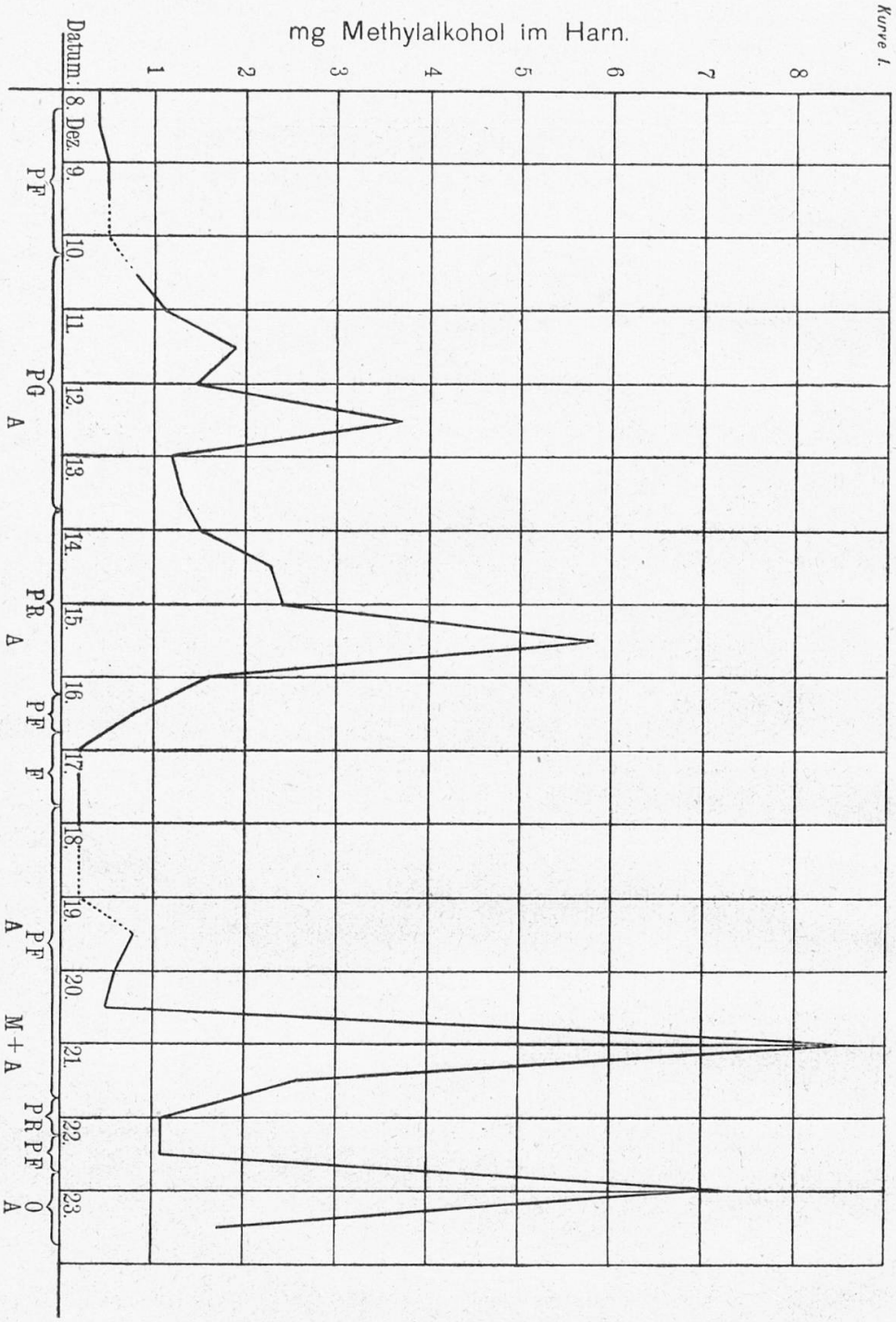
Der bei dem Destillationsversuch mit 1 Liter erhaltene Wert von 0,647 für 1 mg liegt nun so nahe bei den mit 100 und 200 cm³ gewonnenen

Zahlen, dass wir auch für die grossen Flüssigkeitsmengen von 1 Liter und darüber ruhig unsere Kurve bezw. für die höhern Methylalkoholwerte den Faktor 1,55 benutzen können.

Tab. I.

Datum	Tages- oder Nachtharn	Nahrung	Harnmenge g	mg Methylalkohol gefunden	mg Methylalkohol berechnete Gesamtmenge
4. Dez.	Tag- und Nachtharn	Ausschliesslich Aepfel, 1625 g enthaltend 960 mg Methylalkohol . . .	1713	5,6	8,7
7. »	Tagesharn	Pektinhaltige Nahrung	704	1,10	1,7
8. »	»	Pektinfreie Nahrung	637	0,3	0,4
8.-9. »	Nachtharn	» »	820	0,3	0,4
9.-10. »	Tag- und Nachtharn	» »	1470	0,70	1,0
10.-11. »	Nachtharn	Gekochte, pektinhaltige Nahrung .	700	0,55	0,8
11. »	Tagesharn	» » » . .	880	0,73	1,1
11.-12. »	Nachtharn	» » » . .	750	1,20	1,9
12. »	Tagesharn	» » » . .	767	0,96	1,5
12.-13. »	Nachtharn	» » » abends 5 Uhr 0,3 Liter Bier getrunken .	1422	2,41	3,7
13. »	Tagesharn	Gekochte, pektinhaltige Nahrung .	856	0,76	1,2
13.-14. »	Nachtharn	» » » .	622	0,87	1,3
14. »	Tagesharn	Pektinhalt. Nahrung, Obst roh gegess.	885	0,95	1,5
14.-15. »	Nachtharn	» » » » »	714	1,5	2,3
15. »	Tagesharn	» » » » » mittags 0,4 Liter Rotwein getrunken	977	1,58	2,4
15.-16. »	Nachtharn	Pektinhalt. Nahrung, abends 0,3 Liter Rotwein getrunken	1176	3,75	5,8
16. »	Tagesharn	Pektinhalt. Nahrung, Obst roh gegess.	856	1,03	1,6
16.-17. »	Nachtharn	Pektinfreie Nahrung	575	0,58	0,8
17. »	Tagesharn	Gefastet	520	0,18	0,2
17.-18. »	Nachtharn	» abends 150 cm³ Wasser getr.	532	0,14	0,2
18. »	Tagesharn	Pektinfreie Nahrung	524	0,15	0,2
18.-19. »	Nachtharn	» »	404	–	–
19. »	Tagesharn	» » mittags 0,3 Liter Rotwein getrunken	730	–	–
19.-20. »	Nachtharn	Pektinfreie Nahrung	633	0,56	0,8
20. »	Tagesharn	» »	1068	0,44	0,6
20.-21. »	Nachtharn	» »	930	0,36	0,5
21. »	Tagesharn	» » mittags 60 cm³ Obsttresterbranntwein getrunken . .	1102	5,53	8,6
21.-22. »	Nachtharn	Pektinfreie Nahrung	690	1,74	2,6
22. »	Tagesharn	Pektinhaltige Nahrung	817	0,71	1,1
22.-23. »	Nachtharn	Pektinfreie Nahrung	583	–	1,1
23. »	Tagesharn	0,375 l Yogurth, 100 g Konfitüre, 1438 g Aepfel, enthaltend 900 mg Methylalkohol	1904	–	7,1
23.-24. »	Nachtharn	Abends nichts gegessen	460	–	1,7

Die Resultate der Tabelle sind in der Kurve I noch anschaulicher dargestellt.



Methylalkoholausscheidung bei wechselnder Kost.

PF = Pektinfreie Nahrung.
PG = Gekochte, pektinhaltige Nahrung.
PR = Pektinhaltige Nahrung; Obst roh gegessen.
F = Gefastet.
O = Nahezu nur Obst gegessen.
A = Alkohol in irgend einer Form genossen.
M = Methylalkohol eingenommen.

In der Tabelle I sind unsere Resultate kurz zusammengestellt. Der Ausdruck «pektinfreie Nahrung» bedeutet, dass die Nahrung ausschliesslich aus den oben erwähnten stärkehaltigen Speisen nebst täglich $^3/_4$ Liter Milch oder derselben Menge Yogurth und gelegentlich etwas Käse bestand. Die Bezeichnung «pektinhaltige Nahrung» bedeutet, dass daneben noch zum Frühstück Konfitüre, mittags Gemüse[1]) (meist Kohl- oder Rübenarten) und Aepfel, abends Aepfel genossen wurden. Die dabei verzehrte Menge Gemüse machte in der Regel ungefähr 250 g, das Obst mittags und abends je ungefähr 250—300 g aus. Einen Anhaltspunkt über den Methylalkoholgehalt dieser Nahrungsmittel bieten folgende Zahlen: In je 100 g frischer Substanz wurde gefunden bei

Rüben	205 mg	Methylalkohol
Blumenkohl . .	65 »	»
Aepfeln . . .	59 »	»

Man unterschied ferner zwischen vollständig gekochter pektinhaltiger Nahrung und solcher, bei welcher die Aepfel im rohen Zustande verzehrt wurden.

Bis zum 9. Versuchstag wurde vollständig alkoholfrei gelebt. Als dann ein zufällig getrunkenes Glas Bier eine deutlich erkennbare Wirkung auf die Methylalkoholausscheidung ausübte, wurden noch einige weitere Tage mit Alkoholgenuss eingeschaltet.

Der Tag mit ausschliesslicher Aepfelkost (4. Dezember) konnte in der Kurve nicht gut aufgeführt werden, weil keine Trennung in Tages- und Nachtharn vorgenommen worden war. Man beginnt mit pektinfreier Kost (8. Dezember). Die Werte halten sich bei 0,4 mg. Mit dem Einsetzen der gekochten pektinhaltigen Kost steigt der Gehalt auf 1,1 bis 1,9 mg im Maximum. Bei gleichzeitiger Einnahme von Bier schnellt die Kurve auf 3,7 hinauf, um nachher wieder auf das normale Mass zu sinken. Rohes Obst (14.—15. Dezember) scheint zunächst gegenüber gekochtem eine Erhöhung zu verursachen; man findet im Nachtharn vom 14. Dezember 2,3 mg Methylalkohol. Aus meinen Notizen geht aber hervor, dass damals zum Nachtessen 400 g Aepfel, also mehr als gewöhnlich, genossen wurden. Die Erhöhung kann also darauf zurückgeführt werden. Nach Genuss von Wein am 15. steigt die Kurve steil an auf 5,8 mg. Erst im Nachtharn macht sich dieses Ansteigen deutlich bemerkbar. Der Fasttag vom 17. Dezember lässt den Methylalkoholgehalt auf 0,2 mg sinken; auch während des darauffolgenden Tages bleibt bei pektinfreier Nahrung diese Depression bestehen. Die beiden folgenden Zahlen fehlen leider, da mit den Harnen ein Unfall passiert ist. Die eine Zahl betrifft den Nachtharn vom 18. bei pektinfreier Kost, die andere den Tagesharn vom 19. ebenfalls bei pektinfreier Kost, aber bei gleichzeitigem Genuss von Wein zum Mittagsessen. Aus den Zahlen vom 15. sehen wir, dass Genuss von Wein mittags erst im Nachtharn ein An-

[1]) Das Gemüse wurde stets in gedämpftem, niemals in abgebrühtem Zustande gegessen.

steigen des Methylalkoholgehaltes zur Folge hat. Wir sehen denn auch in unserm Nachtharn vom 19.—20. Dezember eine kleine Erhöhung; man findet 0,8 gegenüber 0,2 mg Methylalkohol, also längst nicht die Mengen, die bei pektinhaltiger Kost mit gleichzeitigem Weingenuss auftreten.

Nun wurde bei pektinfreier Kost ein methylalkoholhaltiger Branntwein eingenommen. Bei einer frühern Gelegenheit [1]) stellte ich fest, dass Obsttresterbranntweine mit einem natürlichen Gehalte von bis über 4 Vol. % Methylalkohol, berechnet auf den Gesamtalkohol, im Handel vorkommen. Es war nun interessant, die Wirkung eines so stark methylalkoholhaltigen Getränkes auf den Organismus zu studieren. Da der Branntwein mit dem höchsten Gehalte aufgebraucht war, versetzte ich einen 2 % Methylalkohol enthaltenden Obsttresterbranntwein mit der berechneten Menge Methylalkohol von *Kahlbaum,* um ihn auf 4 % zu bringen und stellte ihn auf den Gesamtalkoholgehalt von 50 % ein. Davon wurden am 21. Dezember 60 cm³, entsprechend 1,2 cm³ oder 947 mg Methylalkohol, während des Mittagessens eingenommen, und zwar bei pektinfreier Kost. Die Folge war, dass der Methylalkoholgehalt im Tagesharn von 0,5 auf 8,6 mg anstieg; im Nachtharn waren immer noch 2,6 mg vorhanden. Durch den Tresterbranntwein, d. h. durch die kombinierte Wirkung von 947 mg Methylalkohol und 30 cm³ Aethylalkohol war also die höchste Methylalkoholausscheidung bewirkt worden, 11,2 mg innert 24 Stunden; das macht 1,18 % des eingenommenen Methylalkohols aus.

Unser letzter Versuch (23. Dezember) betrifft ähnlich wie der erste die Methylalkoholausscheidung bei nahezu reiner Aepfelkost. Auch hier haben wir eine starke Erhöhung des Methylalkoholgehaltes. Am 8. Dezember wurden 960 mg Methylalkohol in Form von Aepfeln eingenommen und 8,7 mg oder 0,91 % davon mit dem Harn wieder ausgeschieden. Bei diesem Versuche trat ein kleiner Verlust von vielleicht 1 mg ein, indem bei einer der Destillationen der Verbindungspfropfen zwischen Kolben und Fraktionieraufsatz eine kurze Zeit lang nicht dicht schloss. Am 23. Dezember wurden in den Aepfeln und der Konfitüre zusammen ungefähr 970 mg Methylalkohol eingenommen. Ausgeschieden wurden davon 8,8 mg oder 0,91 %, also weniger, als bei Genuss von methylalkoholhaltigem Obsttresterbranntwein, bei ungefähr gleicher Dosis Methylalkohol.

Aus unserer ganzen Versuchsreihe geht folgendes hervor:

Bei pektinfreier Kost wird eine sehr kleine Menge Methylalkohol im Harn ausgeschieden; an Fasttagen verringert sie sich noch auf ungefähr die Hälfte. Bei mässig pektinhaltiger Kost steigt der Gehalt auf das Mehrfache an. Es kommt dabei nicht in Betracht, ob das Pektin in Form von Gemüse oder Obst, ob die Nahrung in rohem, pektasehaltigem, oder in gekochtem, pektasefreiem Zustande genossen wird. Folglich wird der Methylalkohol aus dem Pektin nicht etwa nur durch die in der Nahrung enthaltene Pektase, sondern auch durch die Verdauungssäfte des Organismus selbst in Freiheit

[1]) Diese Mitteilungen 1913, **4**, 146.

gesetzt, wobei die Frage unerörtert bleiben mag, ob dabei Enzyme tätig sind oder ob die Alkalescenz des Darmes allein die Spaltung bewirkt.

Bei ausschliesslicher oder nahezu ausschliesslicher Obstkost steigt der Methylalkoholgehalt stark über das normale Mass. Genuss von Aethylalkohol lässt bei pektinfreier Kost eine minimale Erhöhung, bei pektinhaltiger Kost eine starke Erhöhung des Methylalkoholgehaltes erkennen. In analoger Weise bewirkt auch die gleichzeitige Einnahme von Methyl- und Aethylalkohol in Form von Obsttresterbranntwein ein starkes Ansteigen des Methylalkoholgehaltes im Harn.

Die kombinierte Wirkung des Methyl- und Aethylalkohols glauben wir folgendermassen deuten zu müssen. Der Organismus verbrennt bekanntlich den Methylalkohol nur schwer und unvollständig, bedeutend schwerer als den Aethylalkohol. Wird nun neben dem Methylalkohol des Pektins noch Aethylalkohol eingenommen, so erschwert die in erster Linie erfolgende Verbrennung des Aethylalkohols diejenige des Methylalkohols und es werden etwas grössere Mengen des letzteren Körpers mit dem Harn ausgeschieden.

Bei dem Versuch mit Obstkost vom 23. Dezember wurde jede einzelne Harnentleerung für sich aufgefangen und untersucht. Auf diese Weise konnte man sich ein genaueres Bild machen von der Abhängigkeit der Harnmenge und des darin vorhandenen Methylalkohols von der eingenommenen Nahrung. Der Versuch begann den 22. Dezember abends 10 Uhr und wurde bis zum 24. Dezember morgens um 7 Uhr 30 Min. fortgeführt. Er umfasst somit einen ganzen Tag samt den beiden ihn einschliessenden Nächten.

Die Tabelle II ebenso wie die danach konstruierte Kurve II gibt Aufschluss über die eingenommene Nahrung, die ausgeschiedene Harnmenge und den darin direkt gefundenen und den wirklich vorhandenen Methylalkohol. Ueber die Art der Destillation des Harnes und die Berechnung des Methylalkohols wurde bereits weiter oben berichtet.

In der Kurve sind die Werte für die eingenommene Nahrung und den ausgeschiedenen Harn in einem andern Massstabe eingezeichnet als diejenigen für den Methylalkohol.

Tab. II.

a) Am 23. Dezember eingenommene Nahrung.

Zeit	Art und Menge der eingenommenen Nahrung	Darin vorhandener Methylalkohol
7 h. 30- 7 h. 40	ca. 400 g Yogurth	0
	ca. 100 g Johannisbeerkonfitüre	ca. 60 mg
8 h. 05- 8 h. 35	616 g Aepfel, 8 Stück (Surgrauech) . .	364 »
9 h. 30- 9 h. 45	338 g » 4 » » . .	200 »
11 h. -11 h. 15	230 g » 4 » » . .	136 »
2 h. 30- 2 h. 50	352 g » 4 » » . .	208 »
	2040 g, davon 1536 g Aepfel	ca. 970 mg

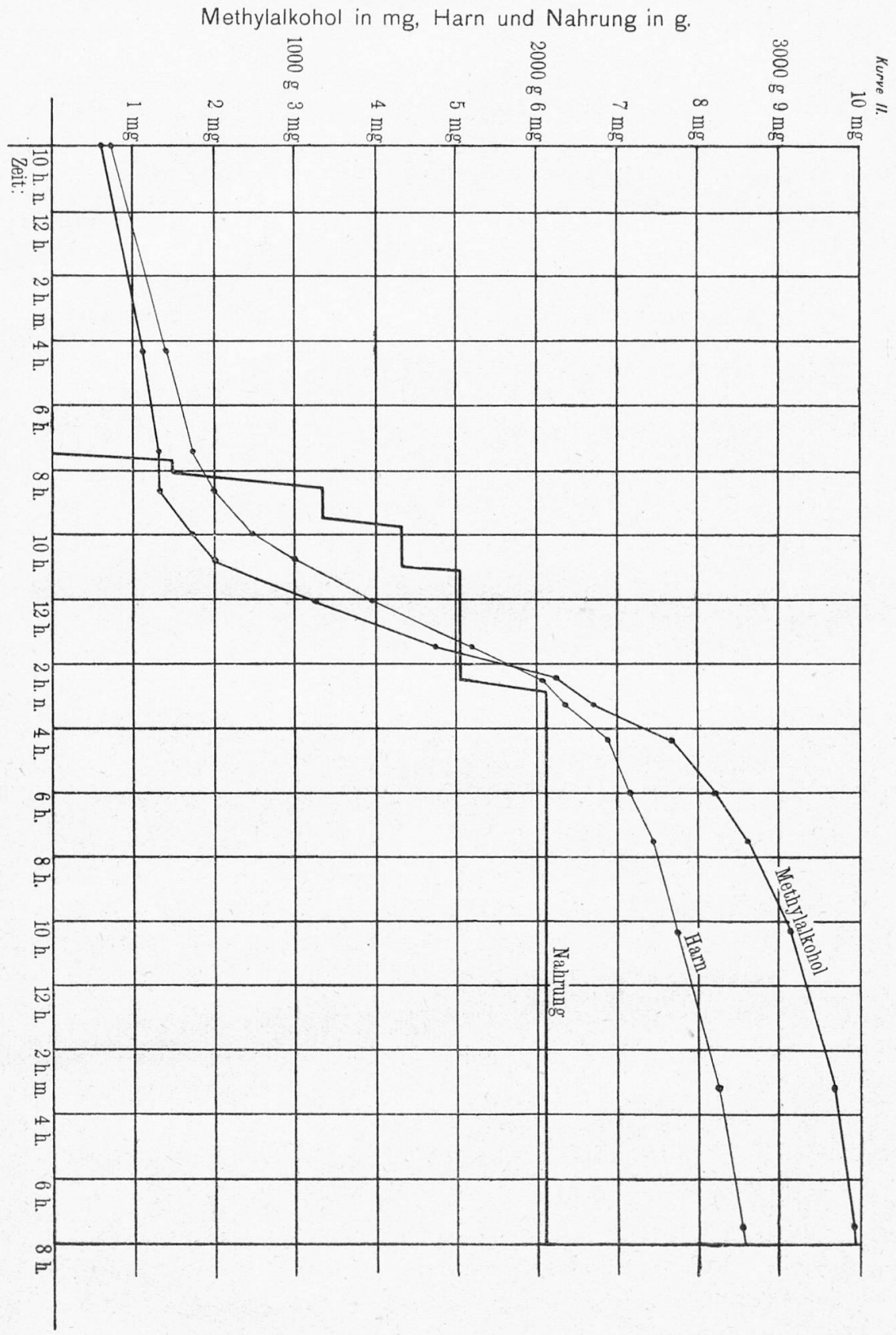
b) Vom 22. Dezember abends bis zum 24. Dezember morgens ausgeschiedene Harn- und Methylalkoholmenge.

Zeit der Harnentleerung	Harnmenge	mg Methylalkohol	
		gefunden	wirklich vorhanden
22. XII. 10 h. 20 n.	258	0,46	0,62
23. XII. 4 h. 20 m.	216	0,38	0,50
» 7 h. 25 »	109	0,14	0,17
» 8 h. 35 »	80	0,05	0,05
» 9 h. 55 »	161	0,27	0,34
» 10 h. 50 »	193	0,27	0,34
» 11 h. 20 »	172	0,36	0,46
» 12 h. 5 n.	141	0,55	0,78
» 1 h. 30 »	411	0,97	1,47
» 2 h. 25 »	284	0,99	1,51
» 3 h. 15 »	94	0,37	0,48
» 4 h. 20 »	172	0,65	0,95
» 6 h.	96	0,41	0,55
» 7 h. 30 »	100	0,30	0,41
» 10 h. 20 »	80	0,38	0,50
24. XII. 3 h. 10 m	172	0,42	0,56
» 7 h. 30 »	107	0,20	0,25

Das Frühstück am 23. Dezember, bestehend aus Yogurth und Konfitüre, wird 7 h. 30 - 7 h. 40 eingenommen. Gleich darauf steigt die Harnkurve an, während die Methylalkoholkurve zunächst noch keine Erhöhung erfahren hat. Im Gegenteil scheint gerade jetzt der Punkt erreicht zu sein, wo nahezu die letzten Reste des gestern aufgenommenen Methylalkohols ausgeschieden sind, wo der Harn praktisch methylalkoholfrei wird.

Die nächste Nahrungsaufnahme findet 8 h. 5 - 8 h. 35 statt. Die verzehrten 8 Aepfel bewirken ein ziemlich starkes Ansteigen sowohl der Harn-, wie der Methylalkoholkurve, welche beide bald darauf ihre maximale Steigung erreichen. Dies trifft aber wieder für den Harn früher ein als für den Methylalkohol. Um 10 Uhr, also kurz nach der zweiten Aufnahme von Aepfeln, ist der Punkt erreicht, wo der Harn für die nächste Zeit gleichmässig steil ansteigt; für den Methylalkohol ist dies von 10 h. 50 an der Fall. Nach der letzten Nahrungsaufnahme, 2 h. 30 - 2 h. 50, beginnt die Harn- sowie die Methylalkoholkurve sich wieder allmählich abzuflachen, und zwar tritt diese Tendenz für den Harn früher ein als für den Methylalkohol. Gegen Morgen des 24. Dezember haben beide Kurven wieder ungefähr den Steilheitsgrad, welchen sie am vorhergehenden Morgen besassen.

Wir sehen also, dass die Methylalkoholausscheidung ungefähr eine Stunde nach Aufnahme der pektinhaltigen Nahrung einsetzt, ungefähr zwei Stunden lang schwächer, dann stark ansteigt und sich nach der Nahrungsaufnahme allmählich wieder verringert, um gegen Morgen nahezu aufzuhören. Die



Vermehrung der Harnabsonderung beginnt früher, als diejenige der Methylalkoholausscheidung und nimmt nach Aufhören der Nahrungszufuhr auch schneller wieder ab.

Aus den vorliegenden Ergebnissen dürften sich auch hygienisch wertvolle Schlüsse ziehen lassen. Es ist gezeigt worden, dass bei mässiger Einnahme von Pektin nur äusserst geringe Methylalkoholmengen in den

Harn gelangen, also nahezu aller Methylalkohol verbrannt wird. Bei Einnahme von Aethylalkohol in Form von Wein oder Bier neben Pektin oder bei gleichzeitiger Einnahme von Aethyl- und Methylalkohol in Form von Tresterbranntwein, treten grössere Mengen Methylalkohol im Harn auf; die Verbrennung des Methylalkohols wird erschwert, indem dem Organismus gleichzeitig die Verbrennung verhältnismässig grosser Mengen Aethylalkohol zugemutet wird. Dadurch ist wohl auch die Möglichkeit gegeben, dass der Methylalkohol seine schädigende Wirkung in viel eingreifenderer Weise ausüben kann. Während also der Genuss von Obst auch in grossen Mengen wohl niemals auch nur zu leichten Methylalkoholvergiftungen führt, so scheint uns die Einnahme von Branntweinen mit verhältnismässig hohem Gehalt an Methylalkohol, also vor allem von Obsttresterbranntweinen, bedenklich.

Als Verfasser vor zwei Jahren [1]) in Obsttresterbranntweinen Methylalkoholmengen von 1,3—4,2%, bezogen auf den Gesamtalkohol, auffand, wandte sich das eidgenössische Gesundheitsamt an Herrn Dr. *F. Stocker*, Chefarzt der kantonalen Augenklinik in Luzern, mit der Bitte um Auskunft, ob er in der Zentralschweiz, wo bekanntlich Obsttresterbranntwein in grossen Mengen konsumiert wird, Krankheitserscheinungen, bezw. Sehstörungen beobachtet habe, welche an akute oder chronische Methylalkoholvergiftung durch übermässigen oder lange andauernden Genuss von Obsttresterbranntwein, sog. « Träsch », denken liessen. Mit Einwilligung von Herrn Dr. *Stocker* lasse ich hier seine am 2. März 1913 erfolgte Antwort folgen.

« Die Zentralschweiz ist allerdings wohl das hauptsächlichste Absatzgebiet für den sog. « Träsch »; ja man könnte wohl sagen, ohne sich der Uebertreibung schuldig zu machen, dass der « Träsch », spez. Birnenträsch, ein eigentliches Volksgetränk ist und schon lange gewesen ist.

« In meiner 25jährigen Augenpraxis habe ich denn auch Jahr für Jahr mehrere Patienten zu behandeln gehabt, welche infolge chronischen, übermässigen Träschgenusses an ihren Sehorganen erkrankt waren. Mit Vorliebe kam die retrobulbäre Neuritis, die interstitielle Entzündung der Sehnerven zur Beobachtung, welche sich namentlich durch Schädigung des papillomaculären Bündels auszeichnet und wegen dem zentralen Ausfall der Empfindung für Grün und Rot auch Amblyopia macularis centrica genannt wird. Es ist zu betonen, dass nicht, wie man früher von gewissen Seiten annahm, die Anwesenheit von Nikotinvergiftung dazu nötig ist, ich habe viele, viele solche Fälle bei nikotinabstinenten Träschtrinkern gesehen. Neben dieser Sehnervaffektion fand ich auch häufig Retinalblutungen; wie weit letztere nun dem Träsch und nicht der durch den Alkohol erzeugten Arteriosklerose zuzuschieben sind, lässt sich nicht sagen.

« Ebenso wenig ist es mir möglich zu sagen, ob diese Augenstörungen eigentlich und spezifisch durch den im Träsch enthaltenen Methylalkohol

[1]) Diese Mitteilungen 1913, 4, 146.

erzeugt werden, da mir diesbezügliche Untersuchungen fehlen. Sonderbar ist schon, dass alle an Retinitis oder Retrobulbärneuritis obiger Art Erkrankten richtige Träsch-, oder vulgär Schnapstrinker waren; Most-, Bier- oder Weintrinker kamen nur insoweit in Betracht, als diese eben gewohnt waren, nach einer Dosis Wein, Most oder Bier das « Träsch » daraufzusetzen zum, wie sie sagen « Zerreissen » (« Verrissen »).

« Die gleichen Beobachtungen machte ich auch in den letzten 3½ Jahren als Chefarzt der kantonalen Augenklinik und ich kann das auf pag. 57 des Spitalberichtes von 1911 Gesagte dahin ergänzen, dass alle diese Patienten Träschtrinker waren. »

Nach Herrn Dr. *Stocker* lassen sich also die genannten Erkrankungen der Sehorgane unzweifelhaft auf den Genuss von Obsttresterbranntwein zurückführen, während die methylalkoholfreien alkoholischen Getränke Most, Wein und Bier keine derartigen Störungen hervorrufen. Allerdings lässt Herr Dr. *Stocker* die Frage offen, ob die Schädigungen dem Methylalkoholgehalt des Träsch zuzuschreiben sind. Dass dies tatsächlich der Fall ist, glauben wir durch unsere Untersuchungen über die kombinierte Wirkung von Methyl- und Aethylalkohol wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht zu haben.

Unsere Untersuchungen sind weit davon entfernt, vollständig zu sein. Sie wurden an einer einzigen, in der Regel den Alkohol meidenden Versuchsperson bei vegetarischer Kost durchgeführt. Während der ganzen Versuchsperiode wurde eine gleichmässige Tätigkeit (Laboratoriumstätigkeit) eingehalten; auch Sonntags wurden grössere körperliche Leistungen vermieden. Ferner fallen die Versuche alle in eine bestimmte Jahreszeit, in eine Zeit von ungefähr gleich bleibender Witterung (ziemlich feuchtes Wetter, Temperatur meist über 0°). Diese Konstanz der Bedingungen war für unsere vergleichenden Beobachtungen durchaus erwünscht. Daneben wäre es aber sehr interessant, bei verschiedenen Personen, z. B. auch bei gewohnheitsmässigen Alkoholikern, ferner bei anämischen Personen, bei welchen die Oxydationswirkung im Organismus herabgesetzt ist, dann auch bei verschiedener Tätigkeit, also auch bei strenger körperlicher Arbeit, sodann zu verschiedenen Jahreszeiten ähnliche Versuche durchzuführen. Es wäre dabei wünschenswert, Art, Menge und Methylalkoholgehalt der eingenommenen Nahrung fortlaufend genau zu registrieren.

Nach dem bereits vorliegenden Material halten wir es für angezeigt, dass der Frage nähergetreten werde, ob es nicht im Interesse der Volkswohlfahrt liege, gesetzliche Vorschriften gegen den Konsum methylalkoholhaltiger Branntweine zu erlassen. Es müssten dann wohl gleichzeitig Mittel und Wege gesucht werden, die Trester entweder so zu vergären, dass dabei kein Methylalkohol entsteht, oder aber dieses Abfallsprodukt in anderer, für die Gesundheit unschädlicher Weise zu verwerten.