

Ueber Branntwein,

seine Darstellung und Beschaffenheit in Hinblick auf seinen Gehalt
an Verunreinigungen,

sowie

über Methoden zu deren Erkennung, Bestimmung und
Entfernung.

Von

Dr. Eugen Sell.

Geh. Regierungsrath und Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Professor an der Universität
und Docent an der technischen Hochschule.

(Sonderabdruck aus den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Band IV“.)



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.

ISBN-13: 978-3-642-47291-6
DOI: 10.1007/978-3-642-47724-9

e-ISBN-13: 978-3-642-47724-9

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1888

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Einleitung	1
Kurze Besprechung der in der Brennerei angewendeten Rohmaterialien und ihrer Verarbeitung	2
Ueber die Beschaffenheit verschiedener Sorten von Branntwein	11
Reinigung der Trinkbranntweine	14
Methoden zum Nachweis und zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein	18
Bestimmung des Fuselgehaltes der Trinkbranntweine nach der Methode von Köse. — Modifikation derselben durch Stüger und Reitmair. — Apparat von G. Herzfeld	20
Vorversuche zum Zwecke der Aufstellung einer Tabelle zur Berechnung des Fuselgehaltes	26
Ueber den Einfluß der wichtigsten neben dem Methylalkohol in den Branntweinen vorhandenen Substanzen auf die Ergebnisse des Köse'schen Verfahrens	34
Die kapillarimetrische Methode nach Traube	50
Die stalagmometrische Methode von Traube	74
Einfluß des spezifischen Gewichtes und der Temperatur auf die Tropfenzahl	81
Vorversuche mit Amylalkohol zum Zwecke der Aufstellung einer Tabelle zur Berechnung des Fuselgehaltes aus der Tropfenzahl	83
Einfluß ätherischer Oele und anderer im Trinkbranntwein sich findender Substanzen auf die Tropfenzahl	86
Vergleichende Kritik der Methode Köse-Stüger-Reitmair, der kapillarimetrischen und der stalagmometrischen Methode	93
Beschaffenheit deutscher Trinkbranntweine des Kleinhandels	100
Tabelle I. Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben, geordnet nach ihrem Alkoholgehalte	101
Tabelle II. Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben, geordnet nach ihrem Gehalte an Fuselöl in 100 Theilen der Flüssigkeit	108
Tabelle III. Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben, geordnet nach ihrem Gehalte an Fuselöl auf 100 Volumprocent Alkohol berechnet	111

E i n l e i t u n g.

Schon seit längerer Zeit hat das Gesundheitsamt Veranlassung gehabt, die von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Methoden zu dem qualitativen Nachweis und der quantitativen Bestimmung des Fuselöls im Branntwein einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Bereits an dieser Stelle möge hervorgehoben werden, daß ihm bei diesem Unternehmen die Arbeiten von A. Stuzer und D. Reitmair¹⁾ und anderen auf diesem Gebiete thätigen Forschern von hervorragendem Nutzen gewesen sind.

Zahlreiche, zu dem gedachten Zwecke im Laboratorium des Amtes angestellte Versuche, welche besonders von dem dort beschäftigten Hilfsarbeiter Herrn Carl Windisch mit anerkennenswerthem Fleiß und großer Sorgfalt ausgeführt worden sind, haben zur Erkenntniß der Thatsache geführt, daß wir uns seit nicht zu langer Zeit in dem Besitze von Verfahren befinden, welche den Anforderungen in Bezug auf die erwähnte Aufgabe mit hinreichender Genauigkeit entsprechen, wie dies übrigens auch schon von anderen Stellen aus anerkannt worden ist.

Bei dieser Sachlage wird es Allen, welche sich für die Beschaffenheit des Trinkbranntweins vom hygienischen Standpunkte aus interessieren, verständlich sein, daß das Gesundheitsamt die ihm zur Verfügung stehenden Erfahrungen benutzt hat, um sich darüber aufzuklären, von welcher Beschaffenheit der von den breiteren Schichten der Bevölkerung des deutschen Reiches genossene Branntwein im Allgemeinen, vornehmlich aber auch in Bezug auf seinen Gehalt an Fuselöl ist, denn dem letzteren wird bekanntlich eine besondere gesundheitschädliche Einwirkung auf den menschlichen Organismus zugeschrieben. Hierzu war die Entnahme zahlreicher Proben aus Schankstätten der verschiedensten Theile unseres Vaterlandes erforderlich, zu deren Erlangung das Gesundheitsamt die Mitwirkung zahlreicher Behörden und Privatpersonen in Anspruch nehmen mußte. Das allseitig ihm hierbei bewiesene Entgegenkommen kann an dieser Stelle nur mit besonderem Danke hervorgehoben werden.

¹⁾ Ergänzungsheft zum Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege II. Bd. Heft 3. S. 191 ff.

Die Ueberzeugung, daß die Kenntniß der gewonnenen Resultate als Ergänzung zu dem bereits von anderen Seiten vorliegenden werthvollen Material nicht bloß für die zunächst interessirten Kreise der Fachleute willkommen sein wird, sondern daß es wünschenswerth ist, diese auch solchen zugänglich zu machen, welche im übermäßigen Genuß des Branntweins eine Gefahr für das Volkswohl erblicken, ist Veranlassung zu dem nachstehenden Bericht gewesen.

Der Mittheilung der eigenen Arbeiten des Gesundheitsamtes ist eine kurze Erörterung der den verschiedenen Zweigen der Branntweinbrennerei zu Grunde liegenden Verhältnisse vorangeschickt. Während der Fachmann über diese hinweggehen wird, dürfte sie allen denjenigen nicht unwillkommen sein, welche sich im Hinblick auf das fertige Produkt auch über die verschiedenen zur Gewinnung desselben im Gebrauche befindlichen Rohmaterialien und die dessen Umwandlung in Branntwein vermittelnden Prozesse soweit unterrichten wollen, als zur Erlangung eines allgemeinen Ueberblickes wünschenswerth erscheint. Nur zum Zwecke der Orientirung sind die nachfolgenden Zeilen geschrieben, da in keiner Weise die Absicht besteht, dem Gärungschemiker oder Brenner durch dieselben praktische Winke für die Art seines Betriebes zu geben.

Kurze Besprechung der in der Brennerei angewendeten Rohmaterialien und ihrer Verarbeitung.

Alle durch Gährung bereiteten spirituosén Flüssigkeiten verdanken ihren Gehalt an Weingeist einem in der noch nicht vergohrenen Flüssigkeit vorhandenen Gehalt an einem gährungsfähigen Zucker und zwar meist an Traubenzucker und Maltose, welche unter dem Einfluß der Hefe größtentheils in Kohlensäure und Aethylalkohol gespalten werden. Nebenbei entstehen aber noch, wie durch die berühmten Arbeiten Pasteurs und Anderer nachgewiesen worden ist, zahlreiche andere chemische Verbindungen, welche zum Theil höhere Alkohole der Aethylalkoholgruppe sind und, wie noch im Einzelnen dargelegt werden soll, mit dem Gesamtnamen des Fuselöls bezeichnet werden. Außerdem bilden sich Fett Säuren, Ester, Bernstein Säure, Glycerin und andere bisher nicht näher untersuchte Produkte. Wenn gleich die Mengen, in welchen diese Körper entstehen, gegen die bei der Gährung erzeugten Quantitäten von Aethylalkohol sehr zurücktreten, wenn sie in manchen Fällen sogar verschwindend klein sind, so wird doch gerade diese Klasse von Körpern vornehmlich Gegenstand späterer Besprechung sein, da sie einerseits den Charakter bestimmter Branntweinforten bedingen, andererseits wegen ihrer physiologischen Wirkungen auf den menschlichen Organismus die Aufmerksamkeit der Hygieniker erregt haben.

In vielen gährungsfähigen Flüssigkeiten, besonders denjenigen, welche durch Auspressen von Früchten gewonnen werden, wie Traubenmost, Saft der Aepfel, Birnen, Stachelbeeren u. dgl., ist der Zucker bereits fertig gebildet vorhanden; andere in den Gärungsgewerben verwendete Materialien enthalten zunächst nur Stärke, welche erst durch besondere Prozesse in Zucker umgewandelt werden muß, ehe eine weitere Umkehrung des letzteren in Alkohol vor sich gehen kann. Zu dieser Gruppe von Rohmaterialien gehören in erster Linie die Kartoffel und die Körnerfrüchte, besonders Roggen, Weizen, Gerste.

Die chemische Wissenschaft kennt verschiedene Mittel, um die Stärke in Zucker überzuführen; in der Praxis geschieht dies, wenn es sich um Bereitung des Kartoffelstärkezuckers handelt (der im reinen Zustande mit dem Traubenzucker identisch ist), durch Behandlung der stärkemehlhaltigen Substanz mit verdünnten Säuren, hauptsächlich Schwefelsäure; der Gärungstechniker, welcher mit stärkemehlhaltigen Substanzen arbeitet, sieht aber von solchen Mitteln ab, da ihm durch den sogenannten Malzprozeß die Verzuckerung der Stärke sehr viel einfacher gelingt.

Obgleich es möglich ist, auch aus andern Getreidesorten Malz zu bereiten, wird doch von den Bierbauern wie den Brennern die Gerste hierzu bevorzugt, weil das aus dieser dargestellte Malz in höherem Grade als andere Malzarten zuckerbildende Eigenschaften besitzt. Das Mälzen ist ein künstlicher, in einem bestimmten Stadium unterbrochener Keimprozeß. Das Getreide wird in „Weichen“ oder „Quellbottichen“ mit Wasser eingeweicht, bis es etwa 50 Prozent Wasser aufgenommen und die Quellweiche erlangt hat, (eingequellt), dann auf der Malztenne unter häufigem Umschaukeln zum Keimen gebracht. Sobald sich der Blattkeim hinreichend entwickelt hat, wird der Keimprozeß unterbrochen, indem dem Produkt, dem Grünmalz, auf dem Trockenboden (Schweflboden) Feuchtigkeit und Wärme schnell entzogen, und hierdurch der Keim zum Absterben gebracht wird. Das Produkt wird gequetscht und kann alsdann ohne Weiteres verwendet, d. h. eingemaischt, werden. Während der Brauer das Malz häufig noch auf der Darre einem besonderen Röstprozeß unterwirft und es in „Darrmalz“ überführt, verwendet der Brenner nur Grünmalz. Der Vorgang, durch welchen die im Getreidekorn (Malz) enthaltene Stärke in Zucker übergeführt wird, ist folgender: Zunächst bildet sich während des Keimens auf Kosten der im rohen Getreide vorhandenen stickstoffhaltigen Bestandtheile, der Proteine (Kleber), ein als Diastase bezeichnetes ungeformtes Ferment, welches die Fähigkeit besitzt, das Stärkemolekül unter gleichzeitiger Aufnahme von Wasser, in Malzzucker (eine besonders edle Zuckerart), geringe Mengen von Traubenzucker und mehrere Dextrine zu spalten. Gleichzeitig werden die durch den Keimprozeß in Lösung gebrachten Eiweißkörper vorherrschend in Amide, zum geringeren Theil in Peptone zerlegt. Das Verfahren, durch welches diese Umwandlung bewerkstelligt wird, bezeichnet man als Maischprozeß. Das Parenchym, in welchem die Stärkekörner eingebettet sind, wird mehr und mehr zerrissen oder doch sehr gelockert. Schließlich bilden sich auf Kosten der Stärke ein paar Prozent Dextrin und etwa ein halbes Prozent Zucker.

Die in einem gegebenen Quantum Malz vorhandene Diastase ist nicht bloß ausreichend, um die in dem Getreide selbst vorhandene Menge Stärke zu verzuckern, sondern sie vermag noch die Verzuckerung von etwa der zehnfachen Menge Stärkemehls zu bewirken, es kann daher die überschüssige Kraft der Diastase zur Verzuckerung einer gewissen, anderen Quelle als dem Gerstenmalz entstammenden, Stärkemenge gebraucht werden.

Während sich der Bierbrauer nur in besonderen Fällen, z. B. bei der Anfertigung von Kartoffelbier, diese Eigenschaft der Diastase zu Nutzen macht, ist letztere für die Durchführung des vom Brenner eingeleiteten Maischprozeßes geradezu eine nothwendige Grundlage, insofern derselbe sie durch Zugabe möglichst großer Mengen anderer stärkemehlhaltiger Substanzen zum Malz bis auf das Aeußerste ausnutzen muß.

Die zuckerhaltige Flüssigkeit, die Maische, gelangt dann in den Gährebottich, wo sie unter dem Einfluß der Hefe vergohren wird. Ist der Gährprozeß beendet, so wird die vergohrene Maische, sofern die Branntweinbereitung beabsichtigt wird, dem „Brennen“ unterworfen, mit welchem Namen man im vorliegenden Fall die Destillation der alkoholhaltigen Flüssigkeit bezeichnet. Während dieser Prozeß früher in Destillirblasen der allereinfachsten Art vorgenommen wurde, wobei man nur einen dünnen Spiritus erhielt, der erst durch mehrfach wiederholte Destillation auf die nöthige Stärke gebracht werden mußte, hat man später die Konstruktion der Destillirapparate derartig vervollkommenet, daß man im Stande ist, den Spiritus des Handels (den Rohspiritus) direkt aus der Maische zu erzeugen. Dieser Rohspiritus, welcher neben Wasser und Aethylalkohol noch Fuselöle und andere flüchtige Gährungsprodukte enthält, kommt nur in verhältnißmäßig geringen Mengen, mit Wasser verdünnt, als Branntwein zum menschlichen Genuß. Seine Hauptmenge gelangt vielmehr in besondere Raffinationsanstalten, die Spiritfabriken, wo er je nach den in Bezug auf seine Qualität gestellten Anforderungen, entweder völlig oder nahezu von den fremden Beimengungen befreit wird, da dieselben ihn für viele Zwecke unbrauchbar machen. Auch verliert er dort den größten Theil des beigemengten Wassers, so daß der „Feinsprit“ einen nahezu reinen Aethylalkohol darstellt.

Im Vorstehenden ist das Werden des Branntweines bis zu dem entferntesten Rohmaterial, den stärkehaltigen Früchten, in wenigen Worten angedeutet. Aber nicht aller im Verkehr vorkommender Branntwein entstammt derartigem Rohmaterial, vielmehr werden auch solche Stoffe auf Branntwein verarbeitet, die schon an sich zuckerhaltig sind, den Maischprozeß also nicht mehr durchzumachen brauchen, sondern direkt in den Gährungsprozeß eintreten können. Endlich gewinnt man den Alkohol durch Destillation spirituöser Flüssigkeiten, in welchen er bereits fertig gebildet vorhanden ist.

Wie man sieht, ist die Zahl der zur Branntweinerzeugung brauchbaren Rohstoffe sehr groß, doch finden dieselben keineswegs alle in gleicher Ausdehnung Verwendung, weil einer solchen bei vielen theils technische, theils wirthschaftliche Gründe hindernd im Wege stehen. Da die Art der Spirituserzeugung auf das Engste mit der Steuergesetzgebung verknüpft ist, so wird erstere in den verschiedenen Ländern ganz verschieden betrieben. Sie ist aus diesen Gründen auch nicht überall zu der gleichen Vollkommenheit gelangt. Was speziell unser Vaterland betrifft, so haben es die Verhältnisse dahin gebracht, daß der beste bei uns aus Kartoffeln erzeugte Sprit von so großer Güte ist, daß er den Weltmarkt beherrscht. Wir wollen daher zunächst den Kartoffelsprit in den verschiedenen Phasen seiner Entstehung etwas näher betrachten.

Die Kartoffeln werden nach ihrer Ernte zunächst von Steinen, Erde und sonstigen anhaftenden Unreinigkeiten befreit mittels der sogenannten „Kartoffelwäsche“. Ein Verbleiben dieser Stoffe auf den Knollen würde sehr leicht eine Beschädigung maschineller Vorrichtungen der Brennereibetriebe im Gefolge haben und die Reinigung der Apparate erschweren; in die Schlempe gelangt, würden sie dieses werthvolle Futtermittel in seinem Nährwerth herabsetzen und im Verdauungskanal des Thieres als unniützer, möglicherweise gar schädlicher Ballast wirken.

An Stelle der früher üblichen Handwäsche ist heutzutage selbst in kleineren Brennereien die Reinigung durch Kartoffelwaschmaschinen getreten, welche von den Fabriken für Brennereieinrichtungen für Hand- und Maschinenbetrieb geliefert werden. Da der Stärkegehalt der Kartoffeln mit der Ausbeute an Alkohol im engsten Zusammenhang steht, so wird der erstere vielfach vorher aus dem spezifischen Gewicht der zu verarbeitenden Knollen berechnet, nachdem man dasselbe mit Hilfe einer für gedachten Zweck besonders konstruirten hydrostatischen Wage ermittelt hat. Die gewaschenen Kartoffeln werden nun gedämpft und zerkleinert, indem man sie unter Mithilfe von Dampf gar kocht. Man bewirkt hierdurch ein Aufquellen der Kartoffelstärke; dieselbe nimmt hierbei eine kleisterartige Beschaffenheit an, welche sie für die später stattfindende Einwirkung der Diastase des Malzes besonders empfänglich macht. Durch die hierbei erfolgende Umwandlung der Kartoffeln in Brei werden die günstigsten Bedingungen herbeigeführt, um das Material im möglichst aufgeschlossenen Zustande dem Maischbottich zuzuführen; denn nur so ist es möglich, die ganze Kraft der Diastase bei der Ueberführung der Stärke in Zucker zur Ausnutzung zu bringen. Früher geschah das Dämpfen fast ausschließlich in hölzernen Dämpffässern. Aus diesen gelangten dann die Kartoffeln nach beendetem Kochen in eine Quetschmaschine, in welcher sie zwischen Walzen zu Brei gequetscht wurden. Gegenwärtig dürften solche Vorrichtungen sich nur noch vereinzelt in kleineren Brennereien vorfinden, die Mehrzahl der größeren Anlagen läßt das Kochen und Zerkleinern der Kartoffeln in einem einzigen Apparat vor sich gehen, welcher zur Ausführung des sogenannten Hochdruck- und Zerkleinerungsverfahrens gebaut und nach seinem Konstrukteur Henze'scher Dämpfer genannt wird. Derselbe ist geschlossen und steht mit dem Dampfessel in Verbindung. Die darin befindlichen Kartoffeln werden erst durch gespannten Dampf erweicht und dann vermittels des auf die Oberfläche der Flüssigkeit wirkenden Dampfdruckes abgedrückt oder ausgeblasen, d. h. durch enge Oeffnungen gepreßt, die, von scharfen Kanten umgeben, ihnen die Beschaffenheit eines gleichmäßigen Breies verleihen. Alle Apparate beruhen auf demselben Principe; ihre Erbauer sind, jeder für sich, bemüht gewesen, die Ausbeute an verzuckerungsfähigem Material möglichst zu erhöhen; daher erklärt es sich, daß die von verschiedenen Fabriken angefertigten Modelle in konstruktiven Einzelheiten unter einander verschieden sind. Der gedämpfte Kartoffelbrei gelangt nun in die Gefäße, in welchen das Einmaischen vorgenommen wird. Bei diesem kommt die aufgeschlossene Stärke mit Malz in Berührung und wird durch die in diesem enthaltene Diastase verzuckert. In früheren Zeiten wurde die Einmaischung in denselben Bottichen vorgenommen, in welchen man später die Gährung einleitete. Gegenwärtig nimmt man beide Prozesse in verschiedenen Behältern vor, und zwar die Einmaischung in dem sogenannten Vormaischbottich, in welchem sich zum Einteigen der Masse, durch Maschinen in Bewegung gesetzte Rührwerke befinden, die an Stelle der früher üblichen von Menschenhänden geführten Rührscherte getreten sind.

Gemeinhin bevorzugt der Brenner das Gerstenmalz, welches er auf eigener Malzteme herzustellen pflegt; doch kommt auch eine Mischung von Gerstenmalz und Roggenmalz zur Verwendung. Die Mengen, in welchen man das Malz zusetzt, sind verschieden, im Allgemeinen scheinen 4,5—6 Theile Grünmalz auf 150—180 Theile Kar-

toffeln befriedigende Ergebnisse zu liefern. Von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit für eine gute Ausbeute ist die gründlichste mechanische Durcharbeitung der Maische, welche durch die im Vormaischbottich befindlichen Rührwerke erzielt wird. Es handelt sich hierbei darum, die Bestandtheile der Kartoffeln mit denjenigen des gequetschten und geschroteten Malzes auf das Innigste zu vermischen und in Form eines möglichst gleichmäßigen Breies einzuteigen, die Schalen der Kartoffeln und die Hülsen des Malzes von der anhaftenden Stärke zu befreien und alle Theile der ganzen Masse der Einwirkung der Diastase zugänglich zu machen, um eine möglichst vollständige Verzuckerung herbeizuführen. Sehr bedeutungsvoll für den Brenner ist auch der Wärmegrad, welcher bei dem Maischprozeß erhalten werden muß. Eine zu hohe Temperatur kann die Wirkung der Diastase verringern, oder gar ganz aufheben, eine zu niedrige reicht nicht aus, um die Spaltpilze unschädlich zu machen, welche später unwillkommene Nebengährungen hervorrufen können, und ist auch die Ursache, daß die Stärke unvollkommen verzuckert wird. Gewöhnlich hält man eine bei etwa 60° C liegende Temperatur für den Maischprozeß für die geeignetste, wenn man die Zeit der Einwirkung nicht allzulange hinzieht; letzteres ist auch nicht erforderlich, weil Erfahrungen der Neuzeit erwiesen haben, daß die Verzuckerung schon in 15—30 Minuten hinreichend vorgeschritten ist. Früher hielt man einen Zeitraum von 1—3 Stunden zu diesem Zweck für unerläßlich. Da die aus dem Dampfcocher tretende Masse eine so hohe Temperatur besitzt, daß die Diastase in ihrer Wirksamkeit bedroht wird, ist es nothwendig, die Maische zu kühlen. Dieses läßt sich durch langsames Abblafen in den Vormaischbottig und durch besondere Vorrichtungen, wie Kühlschlangen u. dgl., ohne Schwierigkeit erreichen.

Nach Beendigung des Maischprozeßes wird die verzuckerte Maische innig mit Hefe gemischt und in den eigentlichen Gährbottichen zur Gährung gebracht. Wie bekannt, ist der Eintritt und der Verlauf der Gährung von der dabei herrschenden Temperatur abhängig, sie wird ebenso durch zu niedrige als durch zu hohe Temperatur beeinträchtigt.

Gewöhnlich hält man eine Wärme von etwa 15° C für die vorteilhafteste. Der erfahrene Praktiker ist ohne Weiteres im Stande, aus der Art, wie die Gährung verläuft, Schlüsse bezüglich der zu erwartenden Resultate zu ziehen; während ihm eine „wälzende Gährung“ willkommen ist, weiß er bei dem Eintritt einer unter bestimmten anderen Erscheinungen vor sich gehenden Gährung, daß entweder Versehen beim Einmischen vorgekommen sind, oder daß noch zur Zeit des Gährungsprozesses ungünstige Verhältnisse vorwalten. Die Gährung ist bei normalem Verlauf nach 60—70 Stunden beendet, und wird nun sofort zur Abcheidung des Alkohols aus der vergorenen Maische geschritten, und zwar auf dem Wege der Destillation.

Wie schon vorher angedeutet, sind die früher üblich gewesenen einfachen kupfernen Blasen jetzt durch komplizierte Rektifikationsapparate von häufig großem Umfange ersetzt, welche ohne Weiteres einen marktfähigen Rohspiritus liefern. Auf die Einzelheiten in der Konstruktion dieser, in den ihnen von Bistorius, Gall, Christoph, Flges, Schwarz, Siemens, Savalle und andern gegebenen Formen sehr von einander abweichenden Apparate näher einzugehen, ist hier nicht der Platz; es möge genügen, die Grundlagen,

nach welchen die Anreicherung der Flüssigkeit an Alkohol erfolgt, kurz anzuführen. Diese Anreicherung wird auf zweierlei Weise bewirkt,¹⁾ nämlich

1. dadurch, daß das Dampfgemisch wiederholt durch alkoholische Flüssigkeiten streicht, die durch Verdichtung der anfangs einströmenden Dämpfe entstanden sind; später, wenn die Temperatur in Folge fortgesetzten Einströmens von Dämpfen sich steigert, findet eine neue Destillation statt, wobei die Dämpfe weit alkoholreicher sind, als bei der ersten Destillation (Prinzip der Rektifikation);

2. dadurch, daß die Dämpfe wiederholt der Einwirkung der kühleren Wände und Metalloberflächen des Apparates ausgesetzt werden; durch eine derartige regulirte Abkühlung ist man im Stande, das Dampfgemisch zu zerlegen, sodaß der alkoholreichere Theil dampfförmig bleibt, während die Wasserdämpfe sich verdichten (Prinzip der Dephlegmation).

Beide Prinzipien wirken bei den in neuerer Zeit gebauten Apparaten zusammen; mit Hilfe derselben ist es möglich, direkt als Rohspiritus ein Destillat zu liefern, welches 90 Prozent, unter Umständen selbst noch mehr Weingeist enthält.

Wie schon der Name Rohspiritus besagt, besteht derselbe keineswegs bloß aus Weingeist und Wasser, er enthält vielmehr noch andere, bei der Gährung entstandene flüchtige Produkte, unter anderen auch die sogenannten Fuselöle, welche durch die in den Brennereien übliche Art der Destillation nicht abgetrennt werden. Ein solcher Rohspiritus wird zwar hier und da von Schankwirthen gekauft und kommt mit Wasser gemischt zum menschlichen Genuß; immerhin dürften die so konsumirten Quantitäten im Verhältniß zur ganzen Produktion nur einen ganz geringen Bruchtheil ausmachen. Auch für manche technische Zwecke läßt sich der Rohspiritus unmittelbar gebrauchen; dagegen ist es für die Mehrzahl seiner Anwendungen unerläßlich, ihn weiter zu reinigen und von den fremden, seinen Geruch und Geschmack nachtheilig beeinflussenden Beimengungen zu befreien. Die Parfümeriefabrikation, die Industrie der chemischen und pharmazeutischen Produkte, die Essigfabrikation bedarf fast immer nur eines reinen Produktes, vor Allem müssen aber die Weinhändler und Branntweinhändler an die Reinheit des von ihnen zum Verschnitt gebrauchten Produktes die höchsten Anforderungen stellen. Bisher haben sich die Spiritusbrenner mit dieser letzten Veredelung ihres Fabrikates nur selten befaßt (ob dieses mit der Zeit anders wird, muß sich erst zeigen); sie haben die letzte Reinigung vielmehr besonderen Rektifikationsanstalten überlassen, in welchen sie Abnehmer für ihre Waare gefunden haben. Die Aufgabe, welche diese Rektifikationsanstalten oder Spritfabriken, wie man sie auch nennt, zu lösen haben, ist keineswegs immer eine einfache, da die Reinigung des Rohspiritus, insbesondere dessen Entfuselung mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden muß. Aus diesem Grunde bezwecken zahlreiche, sich fortwährend mehrende und bald auf chemischen, bald auf physikalischen Grundlagen beruhende Vorschläge, den Prozeß der Entfuselung des Rohspiritus zu erleichtern. Doch werden in der Praxis gegenwärtig wohl nur zwei Verfahren im größten Maßstabe allgemein ausgeführt: die Entfuselung durch Holzkohle

¹⁾ cf. Wagners Handbuch der chemischen Technologie, zwölfte Auflage, bearbeitet von Dr. F. Fischer (Leipzig 1886, Wigand) S. 659.

und diejenige durch Rektifikation. Beide Prozesse werden meist hintereinander und zwar in der aufgeführten Reihenfolge angewandt. Ob das neuerdings vielfach gelobte Verfahren von Bang und Ruffin, nach welchem der Rohspiritus durch Petroleumäther gereinigt werden soll, Aussicht zur allgemeinen Einführung in den Großbetrieb hat, läßt sich noch nicht übersehen.

Näheres über diese Frage müssen wir einem späteren Abschnitt des gegenwärtigen Berichtes vorbehalten.

Behufs Entfuselung mit Kohle muß der Rohspiritus mit Wasser verdünnt werden; er wird dann durch eine Reihe sehr großer eiserner, mit frisch geglühter Holzkohle beschickter Cylinder filtrirt und hierbei von der größten Menge der Fuselöle befreit. Wie man sich überzeugt hat, ist die Wirkung der Kohle nicht nur eine mechanische, sondern auch eine chemische, insofern der in ihr verdichtete Sauerstoff eine Rolle spielt. Bei der darauf folgenden Rektifikation des nunmehr sehr viel fuselärmeren Alkohols in Apparaten, die im Prinzip den vorher (S. 7) erwähnten gleich sind, unterscheidet man drei Produkte: den zuerst übergehenden Vorlauf, welcher vorwiegend aus Aldehyd besteht, den dann folgenden Spirit (gereinigten und rektifizirten Weingeist) und den Nachlauf, welcher neben anderen Substanzen vornehmlich die verschiedenen höheren, unter dem gemeinschaftlichen Namen des Fuselöls zusammengefaßten Alkohole enthält.

In den vorhergehenden Darlegungen, bei welchen es sich darum handelte, die Grundzüge der Branntweinbrennerei kurz zu erläutern, ist die Kartoffelbrennerei als Beispiel gewählt worden. Die Kartoffel nimmt unter den im Brennereibetrieb verwendeten Rohstoffen an allen den Orten, wo die Verhältnisse ihren Anbau in größerem Maßstabe gestatten, den ersten Platz ein; sie ist besonders für Norddeutschland von der höchsten Bedeutung, wemgleich auch Süddeutschland mehrfach nicht unbedeutende Kartoffelbrennereien aufweist. Der in Deutschland hergestellte Kartoffelspirit ist vom Weltmarkt wegen seiner vorzüglichen Beschaffenheit rückhaltlos anerkannt und bis jetzt aus dem Kampf, welchen er mit der Konkurrenz anderer Länder zu bestehen hatte, stets siegreich hervorgegangen. Selbstverständlich ist für die Kartoffelbrennerei auch die Gerste von großer Bedeutung, weil sie zur Bereitung des Malzes dient.

In Ungarn, Italien, besonders aber in Amerika, also in denjenigen Ländern, deren klimatische Verhältnisse den Mais zur völligen Reife gelangen lassen, wird dieser in ausgedehntem Maße zur Herstellung von Spiritus verwendet. Selbst in Deutschland dient der Mais, obwohl er hier erst eingeführt werden muß, nicht selten zum, wenn auch nur theilweisen, Ersatz der Kartoffel, nämlich dann, wenn die Preisverhältnisse des Materials es lohnend erscheinen lassen. Auch mit Reis hat man bei uns Versuche gemacht; dieser ist schon lange in solchen Ländern, wo er angebaut wird, z. B. in Italien, als werthvolles Material zur Spiritusbereitung bekannt. Ferner wird aus Durrha oder Dari, einer in Syrien, sowie Mittel- und Nordafrika angebauten Getreideart, Spiritus erzeugt. In Frankreich und Belgien verarbeitet man den bei uns als Viehfutter angebauten Topinambur (die Knollen von *Helianthus tuberosus*) auf Spiritus. Daß es möglich ist, noch andere stärkemehlhaltige Stoffe, wie Hirse, Buchweizen, Erbsen, Linsen, Bohnen, Wicken, Pegerhirse, Eicheln, Lupinen, Kastanien, Roskastanien, Rennthiermoos, die Abfälle aus der Müllerei und den Stärkefabriken und dergleichen

mehr zur Bereitung von Spiritus auszunutzen, ist durch bezügliche, mit diesen Materialien angestellte Versuche bewiesen worden. Doch haben dieselben kaum zu einem im größeren Maßstabe ausgeübten Betrieb geführt.

Dagegen ist für einzelne Theile des deutschen Reiches die Spiritusbereitung aus Roggen von hervorragender Wichtigkeit. Dieser wird bald als Rohfrucht, bald als Malz für sich und mit Kartoffeln vermischt, zur Herstellung des sogenannten Kornbranntweines verwendet, wenngleich die Erfahrung gezeigt hat, daß nicht alle unter dem Namen Kornbranntwein in den Handel kommenden Produkte der Getreideart entstammen, von welcher sie den Namen tragen. Sie sind zu nicht geringem Theil das Produkt des Verschnittes von Feinsprit mit Kornlutter, Esenzen u. dgl. Neben Roggen für sich und mit Hafer findet, besonders in England zur Herstellung des Whisky, der Weizen, in Amerika der Mais Verwendung. Bei uns verwendet man Weizen meist nur dann, wenn es sich darum handelt, eine zur Mehlbereitung nicht mehr marktfähige Waare anderweitig zu verwerthen. Auch der Hafer wird hier und da in unserer Heimath, aber dann nur in kleineren Betrieben, zur Bereitung von Malz benutzt.

Es braucht nicht erwähnt zu werden, daß die Art der Verarbeitung der einzelnen oben aufgeführten Rohmaterialien, sowohl was die maschinellen Vorrichtungen, wie die sonst einzuhaltenden Bedingungen betrifft, je nach der Natur des zu gewinnenden Produktes eine verschiedene ist, in den Grundlagen kommen aber alle darin überein, daß auch die übrigen Stärkearten, gleichwie die Kartoffeln, durch einen Maischprozeß verzuckert, und die gegohrene Maische durch Destillation in Schlempe und Branntwein zerlegt wird. Dagegen besteht bezüglich der Anforderungen, die man an das fertige Produkt stellt, insofern ein Unterschied, daß man beim Feinsprit die völlige Abwesenheit aller fremden Bestandtheile verlangt, während man bei den zum Genuß kommenden Kornbranntweinen die Anwesenheit aromatischer, zur Klasse der Fuselöle gehörender Körper geradezu voraussetzt, weil diese, einzig und allein diese, den Charakter des Getränkes bedingen.

Mit der Kornbrennerei im engsten Zusammenhang steht die Fabrikation der Preßhefe. Bei jedem Gährungsprozeß nimmt die Hefe durch Wachstum an Menge zu, ohne daß der Brenner, dem es nur auf eine möglichst große Ausbeute an Branntwein ankommt, besondere Maßregeln ergreift, um möglichst große Quantitäten Hefe zu erzeugen. Beim Fabrikanten von Preßhefe findet gerade das Umgekehrte statt. Auch dieser erzeugt, wie der Brenner, aus einem Gemisch von Gerstenmalzschrot und Roggen- schrot Alkohol und Hefe, versteht aber den Maischprozeß und den darauf folgenden Gährungsprozeß so zu modifiziren, daß er besonders eine gute Hefe erzeugt. Diese steigt an die Oberfläche der Maische, wo sie abgeschöpft und durch ein Sieb geschlagen oder durch ein leinenes Tuch geseiht und in kaltem Wasser zum Absitzen gebracht wird; der Abjaß wird gepreßt (Preßhefe), mit Kartoffelmehl versetzt und alsdann in den Handel gebracht. Die Preßhefe findet bei den Bäckern und solchen Gewerbetreibenden willige Abnahme, welche die Bierhefe wegen ihres unangenehmen Hopfengeschmackes nicht verwenden können. Da es vortheilhaft ist, den Betrieb der Preßhefefabrikation mit demjenigen der Kornbranntweinbrennerei zu verbinden, so sind viele Anlagen auf die gleichzeitige Herstellung beider Produkte eingerichtet.

Neben den stärke-mehlhaltigen, vor ihrer weiteren Verarbeitung erst durch den Maischprozeß in Zucker überzuführenden Materialien kommen in der Natur zahlreiche andere vor, welche in Folge ihres Gehaltes an bereits fertig gebildetem Zucker eines Maischprozesses nicht bedürfen, um gährungsfähig zu werden. Die Manipulationen, welchen man die letztere Art von Rohmaterialien unterwirft, bezwecken nur, die zuckerhaltigen Zellen durch Zerreißen, Auspressen u. dgl. ihres Inhaltes zu berauben. Hierher gehören vor Allem die Rüben, deren Saft besonders in Frankreich auf Spiritus verarbeitet wird, dann die Rübenmelasse, das bei der Herstellung des krystallisirten Zuckers zurückbleibende Gemenge von unkrystallisirtem Zucker und unorganischen Salzen. Durch die großen Umwälzungen auf dem Gebiete der Zuckersabrikation, welche es ermöglichen, der Melasse durch das sogenannte Diffusions- bezw. Elutionsverfahren nahezu allen Zucker zu entziehen, hat die Melassebrennerei in neuerer Zeit vielfach ihre frühere Bedeutung verloren, weil die Entzuckerung der Melasse sich als gewinnbringender erwies. Immerhin erscheint aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß mit der Zeit wieder wirtschaftliche Verhältnisse eintreten können, welche den Betrieb der betreffenden Brennerei wieder vortheilhaft erscheinen lassen. In denjenigen Ländern, wo behufs Gewinnung von Rohrzucker Zuckerrohr gebaut wird, besonders auf den westindischen Inseln, den Antillen und in Ostindien, stellt man aus dem Zuckerrohrsaft, den Abfällen des Zuckerrohrs, dem Zuckerschraum und der Melasse durch Selbstgährung und darauf folgende Destillation den ächten Rum (Cassia, Guildive) dar. Versuche, die man in Deutschland und England gemacht hat, um durch Vergährung der verdünnten Rohrzuckermelasse der Zuckerraffinerien mit Hefe Rum zu bereiten, haben ein Produkt ergeben, welches den Vergleich mit echtem Rum nicht auszuhalten vermag. Auch Maisstengel und chinesisches Zuckerrohr (*Sorghum saccharatum*) dienen zur Branntweinbereitung.

Sehr geschätzt sind viele durch Vergährung zuckerhaltiger Früchte gewonnene Branntweine. Manche derselben besitzen einen besonders charakteristischen Geschmack, weil die in den Früchten vorhandenen ätherischen Oele oder andere flüchtige Körper von angenehmem Geruch oder Geschmack bei der Destillation mit dem Alkohol ins Destillat gelangen. Hierher gehört der in Ungarn und Böhmen aus Pflaumen fabrizirte Slibowitz und der in England und Holland so beliebte aus Korn und Wachholderbeeren bereitete Gin oder Genever. Im Schwarzwald und der Schweiz bereitet man aus der schwarzen Vogelkirsche das bekannte Kirchwasser. Ebenso treten auch Heidelbeeren, Himbeeren, Maulbeeren, Vogelbeeren, Äpfel, Birnen, Feigen, Trauben, die Krappwurzel, die Affodillwurzel (*Asphodelius racemosus* und *A. luteus*), Melonen, Kürbisse, die Kaktusfrüchte u. A. in den Kreis der Brennerei ein. Die Enzianwurzel liefert den vielfach konsumirten Enzianbranntwein. Auch aus den Trestern der Wein- und Bierbereitung, dem Honig und noch anderen zuckerhaltigen Substanzen werden spirituose Getränke bereitet.

Eine dritte Gruppe von Rohmaterialien der Branntweinbrennerei hat bereits den Gährungsprozeß durchgemacht und enthält deshalb schon fertig gebildeten Alkohol. Zur Gewinnung desselben reicht in diesen Fällen eine einfache Destillation hin. Die weitau wichtigste Industrie dieser Art beschäftigt sich mit der Destillation des Weines; sie wird naturgemäß vornehmlich in den jüdlischen, weinbauenden Ländern betrieben, wie Spanien,

Portugal und dem französischen Departement Charente. Ihr Erzeugniß, der Cognac (Armagnac, Franzbranntwein) steht bei Kennern in hohem Ansehen. Neuerdings hat man auch bei uns, besonders am Rhein, auch in Ungarn, die Fabrikation eines einheimischen Cognacs in die Hand genommen, und ermutigen die bis jetzt gewonnenen Resultate zur Fortsetzung der dahinzielenden Versuche.

Neben Traubenwein wird auch Obstwein, selbst verdorbenes Bier auf Brauntwein verarbeitet. Durch Destillation des Weingelägers (Druze, Weinhefe) bereitet man den Drußenbranntwein; die Weintrester liefern den Tresterbranntwein.

Die vorstehenden Darlegungen dürften ausreichen, um auch dem Fernerstehenden einen Einblick in die Grundlagen der Brennerei zu gewähren, wie sie zur Zeit ist. Daß diese, wie jeder andere von den Fortschritten der Erkenntniß abhängige Betrieb, in der Zukunft noch großer Vervollkommnungen und Erweiterungen fähig ist und erfahren wird, dürfte nicht zu bestreiten sein. Späteren Zeiten bleibt es vorbehalten, z. B. die Aufgabe zu lösen, wie der bei der Gährung des Brotes erwiesenermaßen gebildete Alkohol, der bisher unbenuzt entweicht, der Technik nutzbar gemacht werden kann. Dem Bestreben, bei der Fabrikation des Alkoholes noch einen Schritt weiter rückwärts zu gehen und statt der Stärke die ihr so nahestehende Cellulose zum Ausgangspunkt des Brennereigewerbes zu machen, wird schon heute nicht mehr alle Aussicht auf Erfolg abgesprochen, und selbst der Aufbau des Alkoholes aus seinen Elementen, welcher Berthelot im Laboratorium gelang, wird gewiß die Techniker einmal zu Versuchen ermutigen, um die Ergebnisse des kleinen Laboratoriumsversuchs den Verhältnissen des Großbetriebes anzupassen.

Ueber die Beschaffenheit verschiedener Sorten von Brauntwein.

Wie schon bemerkt, entstehen bei der Gährung neben dem eigentlichen Weingeist noch zahlreiche Nebenprodukte. Viele derselben, welche nicht flüchtig sind, bleiben bei der Rectifikation des Rohspiritus in der Schlempe zurück, die flüchtigen gehen aber in das Destillat über und machen sich dort durch die für sie charakteristischen Eigenschaften bemerkbar. Indem wir uns vorwiegend den Ausführungen von Reinke (Artikel „Spiritus“, in Dammer, Illustriertes Lexikon der Verfälschungen, Leipzig, Weber 1887, S. 855) anschließen, dabei aber auch noch andere auf diesem Gebiet gemachte Untersuchungen berücksichtigen, wollen wir hier eine kurze Besprechung derjenigen Nebenbestandtheile folgen lassen, welche bei den verschiedenen spirituellen Flüssigkeiten, insbesondere soweit sie zum Genuß bestimmt sind, hauptsächlich in Betracht kommen.

Der Rohspiritus enthält an fremdartigen Beimengungen: Aldehyd, Paraldehyd, Acetal, Propyl-, Isobutyl- und Amylalkohol, selten Methylalkohol, ferner einfache und zusammengesetzte Aether, flüchtige Fettsäuren, Amine, Furfurol, Collidin, Schwefelwasserstoff, Fette und Extraktivstoffe (diese oft bei der Lagerung in Fässern aufgenommen). Alle diese Körper sind stets nur in sehr geringer Menge (selten über 3%) vorhanden und werden die im Nachlauf befindlichen unter dem Gesamtnamen Fuselöl zusammengefaßt. Allerdings verstehen auch viele Chemiker unter Fuselöl nur den eigent-

lichen Amylalkohol. Der Rohspiritus enthält etwa 80—86 % Aethylalkohol. Was die verschiedenen Sorten derselben betrifft, so ist zu bemerken, daß sich insbesondere der Rohspiritus aus Kartoffeln reich an Amylalkohol erweist. Rabuteau¹⁾ fand bei der Analyse von 1 Liter Kartoffelfuselöl:

Isopropylalkohol	150 ccm
primären Propylalkohol	30 "
Butylalkohol (gewöhnlichen)	50 "
Butylalkohol (normalen)	65 "
sekundären Amylalkohol (Methylpropylcarbinol)	60 "
gewöhnlichen Amylalkohol (Isobutylcarbinol)	275 "
Produkte über 132° siedend und Amylalkohol enthaltend	170 "
Wasser	125 "
	925 ccm

Wenn F. L. Ekman²⁾ auch die Richtigkeit vieler von Rabuteau gemachten Angaben bestreitet und die Behauptung aufstellt, daß sich im Kartoffel- oder Getreidebranntwein zwischen den Siedepunkten des Aethyl- und Amylalkohols keine andern Alkohole als Propyl- und Isobutylalkohol vorfinden, so bleibt doch die Thatsache eines Gehaltes an Amylalkohol unbefritten. Der Rohspiritus aus Kartoffeln ist relativ leicht zu rektifiziren. Der Maisspiritus ist dem Kartoffelspiritus sehr ähnlich. Rohspiritus aus Melasse enthält viel zusammengesetzte Aether, Crotonaldehyd, Capryl- und Capronsäure, sowie ammoniakartige komplizirte Verbindungen, welche dem Spiritus besonders fest anhaften und daher dessen Rektifikation sehr erschweren. Malz- und Roggenspiritus zeichnen sich ebenfalls durch einen größeren Gehalt an höheren Alkoholen aus. Nach Ekman (l. c.) enthält der Getreidefusel die größte Quantität Butylalkohol.

Die im Handel vorkommenden Spiritusorten haben bezüglich ihrer Qualität feststehende Namen: Das bei der Rektifikation des auf 50% mit Wasser verdünnten und durch Kohle filtrirten Rohspiritus erhaltene feinste Produkt, meist die mittlere Fraktion, wird Weinsprit genannt. Es muß absolut farblos, klar (auch beim Vermischen mit Wasser auf 30%) geruchlos oder von zart vanilleartigem Geruche sein und eine Stärke von 95—97 Volumprozenten besitzen, soll keinen Rückstand hinterlassen, muß neutral sein und darf keine der Reaktionen auf Fuselöle, Aether zc. geben, welche der Rohspiritus zeigt. Durch Lagerung in Fässern nimmt der Weinsprit leicht eine geringe Färbung an, die ihn minderwerthig macht. Hierauf folgt bezüglich der Güte der Feinsprit mit 95—97 Volumprozenten Alkohol, dann der Primasprit mit 94—96 Volumprozenten Alkohol und der Sekundasprit mit 92—95 Volumprozenten Alkohol, dann der sog. Alkohol und der Lutter. Diese Produkte sind mehr oder weniger mit den verschiedenen im Rohspiritus enthaltenen Nebenprodukten der Gährung oder den bei der

¹⁾ Compt. rend. 1878, 87, S. 500.

²⁾ Chem.-Zeit. 1888, S. 564, nach: F. L. Ekman: Om Bränvinsfinkelolja och dess kvantitativa Bestämning. Stockholm 1887.

Lagerung oder Bearbeitung entstandenen oder aufgenommenen Körpern verunreinigt; der Preis richtet sich nach allen eben erwähnten Umständen.

Durch Mischen von Spiritus mit Wasser, Zucker, ätherischen Oelen, Pflanzenauszügen werden die Branntweine feinsten wie geringerer Qualität hergestellt. Vielfach destillirt man die spirituösen Pflanzenauszüge erst und füßt sie dann, nicht selten werden auch die Destillate direkt in den Handel gebracht.

Der Gehalt der Branntweine an Alkohol ist, wie die am Schluß dieses Berichtes angeführten Arbeiten des Gesundheitsamtes ergeben haben, ein wechselnder. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß die sog. einfachen Branntweine 20–38 Volumprocente Alkohol enthalten. Kornbranntwein kennzeichnet sich durch seinen Gehalt an Kornfuselöl, welches neben Butylalkohol und den anderen hierhergehörigen Alkoholen aus Denanthäther, freier Denanthsäure, Kapryls-, Kaprinsäure und dem dickflüssigen Kornöle besteht. Die gebräuchlichen Kornschnäpfe werden übrigens vielfach auch durch Mischen stark fuseliger Kornbranntweine mit Feinsprit erhalten. Oft werden die Getreidebranntweine über Kümmel-, Fenchel- oder Anisfrüchten rektifizirt bezw. mit den ätherischen Oelen, welche diese und andere Pflanzen enthalten, vermischt.

Unter dem Namen der Doppelbranntweine versteht man die etwas sorgfältiger bereiteten Branntweine. Dieselben sind meist alkoholreicher (36 Volumprocente) und erhalten einen größeren Zuckerzusatz (13 Procente).

Das Kirchwasser ist ebenso wie Vogelbeerbranntwein durch einen Gehalt an Bittermandelöl, vielleicht auch an Blausäure charakterisirt.

Cognac¹⁾ ist in reinem Zustande farblos, erhält aber durch die Lagerung in den Fässern die ihm eigenthümliche gelbliche Färbung. Nach Ordonneau²⁾ sind in einem Hektoliter Cognac enthalten:

Aldehyd	3,0 g
Essigäther	35,0 „
Aceton	35,0 „
normaler Propylalkohol	40,0 „
normaler Butylalkohol	218,0 „
Amylalkohol	83,8 „
Hexylalkohol	0,6 „
Heptylalkohol	1,5 „
Propionsäureester, Butteräureester, Caprylsäureester zc. zc.	3,0 „
Denanthester	4,0 „
Aminbasen	4,0 „

Nach diesen Untersuchungen, welche im Laboratorium von Pasteur angestellt wurden, scheint der Cognac durch einen bedeutenden Gehalt an normalem Butylalkohol (218 g in 100 l) charakterisirt zu werden, welcher sein Aroma und den feinen Geschmack bedingt. Dieser fehlt nach den Angaben desselben Autors in dem Nachlauf der

¹⁾ cf. auch Morin, Compt. rend. 1887, 105. S. 1019; E. Claudon et Morin, Compt. rend. 1887, 104. S. 1109 u. S. 1187; Bersch, Allg. Weinzeit. 1887, S. 164; Vierteljahrschrift über d. Fortschr. auf d. Geb. d. Nahrungs- und Genußmittel 1886, S. 259.

²⁾ Zeitschrift für Spiritusind. 1886, S. 183.

sogenannten Industrialkohole (aus Mais, Rüben, Kartoffeln), welche aus optisch aktivem und optisch inaktivem Amylalkohol, einer Pyridinbase und einer bedeutenden Menge Isobutylalkohol zusammengesetzt seien. Der unangenehme Geschmack der Industrialkohole soll nach Ordonneaus Meinung von der Gegenwart des Isobutylalkohols herkommen, welcher durch die Rektifikation nicht entfernt werden könne.

Das weinige Bouquet des Cognacs scheint auch noch durch die Anwesenheit eines bei 178° C siedenden Terpens bedingt zu sein. Dieser Körper sammelt sich im Nachlauf, der bei der fraktionirten Destillation des Cognacs auftritt. 1 hl Cognac enthält davon etwa 1,20 g.

Das in dem Trester- oder Druisenbranntwein enthaltene Fuselöl besteht aus Propyl-, Amyl-, Hexyl-, Heptyl- und Otylalkohol, sowie aus den Amylestern der Kapron- und der Kaprylsäure.

Der Rum enthält stets Ameisensäure, ebenso Butteräureester und freie Essigsäure. Die feinen Qualitäten enthalten nie freie Butteräure. Zur Aromatisirung wird er über Akazien-, Pfirsich- oder Ananasfrüchten abgezogen, die ihm dann ihre ätherischen Bestandtheile abgeben. Wie alle übrigen Spirituosen enthält auch der Rum sicherlich die höheren Homologen des Aethylalkohols, doch sind wir bei diesem ebenso wie beim Arrak über die relativen Mengen, in welchen die einzelnen Glieder vorkommen, noch viel weniger unterrichtet, als dies bezüglich des Kartoffel- oder Kornbranntweins oder des Cognacs der Fall ist. Da die ausländischen Arrakbrenner die Art ihrer Zusätze zur Reismaische ganz nach Willen und Wunsch ihrer Abnehmer einrichten, so ist es überhaupt nicht möglich, für die Qualität des Arraks allgemein gültige Normen aufzustellen, was nothwendiger Weise an dieser Stelle erwähnt werden muß.

Außerordentlich zahlreich sind diejenigen spirituosjen Getränke, welche neben Wasser und Alkohol wohlschmeckende oder sonst dem Körper zuträgliche Pflanzenstoffe enthalten. Es dürfte kaum eine Pflanze geben, die früher im Rufe stand, heilkräftig zu sein, oder heute noch diesen Ruf bewahrt hat, welche nicht schon einmal für sich allein oder im buntesten Gemisch mit andern zur Herstellung von Gesundheitschnäpsen, Magenchnäpsen, Kräuterbittern u. dgl. gedient hat. Daß man die Beschaffenheit solcher Getränke, die bald durch Extraktion der Pflanzentheile und nachfolgende Destillation, oder auch ohne ein solche, oder durch direkte Beigabe des wirksamen Prinzips dargestellt werden, nicht in wenigen Worten abthun kann, ergiebt sich bei der Reichhaltigkeit der Stoffe ohne Weiteres. Der Verkehr mit diesen wird sich durch das Nahrungsmittelgesetz und die nach ihm erlassenen sanitätspolizeilichen Gesetze regeln müssen und möglicherweise, soweit eine Heilwirkung in Frage kommt, auch nach dieser Richtung hin durch die bestehenden Vorschriften in Schranken gehalten werden. Ebenso ist hier nicht der Ort, darüber Betrachtungen anzustellen, wie der Gehalt eines spirituosjen Getränkes an freien Mineralsäuren, schädlichen Farben, Alaun u. dgl. mehr zu beurtheilen sind.

Reinigung der Trinkbranntweine.

Aus den im Vorstehenden gemachten Angaben läßt sich ersehen, daß die verschiedenen Branntweinarten eine sehr große Anzahl von Körpern verschiedenster chemischer Natur enthalten, deren Beschaffenheit und gegenseitiges Mengenverhältniß auf das

Innigste mit der Natur des Branntweins zusammenhängt. Die Entfernung dieser Substanzen würde der betreffenden Branntweinsorte den ihr eigenthümlichen Charakter benehmen und dieselben in ein Gemisch von Alkohol und Wasser verwandeln. Bei der geringen Menge, in welcher viele dieser Bestandtheile in den einzelnen Branntweinen vorkommen, bei dem Mangel an zuverlässigen Methoden, um die einzelnen, den verschiedenen Gruppen angehörenden Glieder von einander zu trennen, in Verbindung mit dem meist hohen Preise des zu solchen Versuchen nothwendigen, noch dazu nur in großen Mengen in Arbeit zu nehmenden Ausgangsmaterials darf es nicht Wunder nehmen, daß wir auf diesem Gebiete erst relativ wenig wissen. Soviel kann aber als feststehend angenommen werden, daß die Bestandtheile, welche z. B. dem Cognac, dem Kornbranntwein, dem Rum 2c. vornehmlich die an ihnen geschätzten Eigenschaften verleihen, derselben Körperklasse, d. h. den Fuselölen, angehören, welche dem Rohspiritus aus Kartoffeln, Mais u. dgl. entzogen werden muß, um die Waare marktfähig zu machen.

Bei den hohen Anforderungen, welche der Handel an die verschiedenen Spiritforten stellt, sind es vornehmlich diese gewesen, auf welche sich die Bemühungen konzentriert haben, um ein möglichst reines, d. h. vor Allem fuselfreies oder doch nur geringe Mengen Fuselöl enthaltendes Produkt zu erzielen. Die Gesichtspunkte, welche hierbei in Betracht kommen, mögen nachstehend unter Mitverwerthung eines Gutachtens der Herren Lunge, B. Meyer und E. Schulze¹⁾ kurz zusammengefaßt werden.

Die genannten Fachmänner besprechen folgende, bis zu dem Jahre 1884 den Spiritfabriken zur Entfuselung vorgeschlagene Methoden:

1. Die fraktionirte Destillation, welche unter der Anwendung der heutzutage so vollkommenen Rektifikationsapparate bei gutem Betrieb einen von Vor- und Nachlauf bis auf geringe Spuren befreiten 96 prozentigen Spiritus liefert.

2. Ein von Matthys Hausler in Außer-Rodl bei Zürich angewendetes Verfahren, um auf rein mechanischem Wege einen „chemisch reinen Alkohol“ zu erzielen. Der nach diesem Verfahren erhaltene Spirit war, wie die Untersuchung ergab, zwar frei von Amylalkohol, sein Preis erschien aber als ein zu hoher.

3. Ein von R. Pictet in Genf vorgeschlagenes Verfahren, welches ebenfalls auf fraktionirter Destillation unter Anwendung des luftverdünnten Raumes beruht. Dieses hat sich in die Praxis nicht eingeführt.

4. Das besonders in Deutschland zur Herstellung des feinen Spirits übliche Verfahren der Destillation über Holzkohle, welches, mit der Rektifikation verbunden, heutzutage wohl die größte Verbreitung hat.

5. Die Vorschläge zur Entfuselung mit Hülfe von Oxydationsmitteln (übermangan-saures Kalium, chrom-saures Kalium u. dgl.). Diese haben keinen wesentlichen Erfolg aufzuweisen.

¹⁾ Zur Alkoholfrage: Ueber die analytische Bestimmung und technische Beseitigung des Fuselöls im Spirit; Gutachten der Herren Dr. G. Lunge, Dr. Viktor Meyer und Dr. E. Schulze, Professoren am eidg. Polytechnikum zu Zürich. Abgestattet im Auftrage des Departements des Innern der schweizerischen Eidgenossenschaft. Bern 1884, Stämpflische Buchdruckerei.

6. Das patentirte Verfahren von Naudin¹⁾ und Schneider, welches aus einer reduzierenden Behandlung mit verkupferten Zink besteht, dessen galvanische Wirkung hier benutzt wird. Auch dieses hat nach den Berichterstattungen nicht den gewünschten Erfolg.

Am Ende ihres Berichtes gelangen dieselben zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

„Um die Fuselöle, welche wesentlich höhere Homologe des Aethylalkohols sind, zu entfernen, ist für unsere²⁾ Verhältnisse die Behandlung mit Holzkohle in Verbindung mit gründlichster Rektifikation am geeignetsten. Das Produkt, wie es als „hochfeiner Spirit“, z. B. von den meisten größeren deutschen Etablissements geliefert wird, stellt die reinste Form dar, in welcher der Aethylalkohol auf technischem Wege geliefert werden kann, und würde, in verdünnter Form genossen, die toxischen Wirkungen der Fuselöle (höhere Alkohol-Homologe) nicht zeigen. Die Verfahren von Bictet und Naudin-Schneider werden, selbst wenn ihr ökonomischer Erfolg außer Zweifel stände, in hygienischer Beziehung an dem oben erwähnten Feinsprit kaum etwas verbessern können.“

Inzwischen sind noch weitere Verfahren zur Reinigung des Rohspiritus in Vorschlag gebracht worden, über die, soweit sie wichtig erscheinen, kurz berichtet werden soll.

Nach dem deutschen Reichspatent von R. Eisenmann in Berlin wird der Sauerstoff der Luft durch elektrische Entladung ozonifirt, und diese ozonifirte Luft zur Oxydation derjenigen Körper im Rohspiritus benutzt, welche, wie Aldehyd, leichter als Alkohol angegriffen werden. Auch kann man die Elektrizität in direkter Weise anwenden, indem man durch die in den Rohspiritus eingesenkten Elektroden den Strom hindurch leitet, welcher das Wasser zerlegt und durch den hierbei auftretenden ozonifirten Sauerstoff reinigend wirken soll.

Nach einem anderen Patent, gleichfalls von R. Eisenmann in Berlin (D. R. P. Nr. 17924) läßt man den Rohspiritus durch Filter mit porösem Eisen gehen, welches elektropositiv erregt wird. Um die Bildung von Aldehyd bei der Filtration von Spiritus über Holzkohle durch den in den Poren vorhandenen Sauerstoff zu vermeiden, soll nach dem Patent von R. Eisenmann und F. Bendig (D. R. P. Nr. 35003) die Kohle und der Spiritus luftfrei gemacht werden und das Filtriren unter Luftabschluß geschehen.

A. F. Bang und M. Ch. A. Ruffin haben im Deutschen Reich ein Hauptpatent (D. R. P. Nr. 30902) und ein Zusatzpatent (Nr. 37355) auf ein Verfahren und Apparat zur Entfuselung des Rohspiritus mittels Kohlenwasserstoffen erhalten. Das Fuselöl wird dem verdünnten Rohspiritus mittels Petroleum (im Hauptpatent mittels Petroläther) entzogen, und das Petroleum von dem aufgenommenen Fuselöl durch eine geringe Menge 96prozentigen Spiritus (im Hauptpatent durch Schwefelsäure) befreit. Durch ein anderes Zusatzpatent derselben Erfinder (Nr. 39785) wird der Rohspiritus mit Alkalien bezw. alkalischen Erden vermischt, um den Aldehyd in durch Kohlenwasserstoffe leicht lösliche Produkte umzuwandeln. Das Verfahren, welches dem Bernehmen nach bereits im Großen in Frankreich und Belgien ausgeführt wird, hat von Seiten berufener Fachmänner, u. A. von L. Grandeau³⁾, eine so gute Beurtheilung gefunden, daß auch wir in Deutschland demselben Beachtung werden schenken müssen.

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1883, S. 2285.

²⁾ d. h. die schweizerischen.

³⁾ L. Grandeau. *L'alcool, la santé publique et le budget*. Paris, Librairie du Temps 1888.

Ein anderes Verfahren zur Trennung von Gemischen von Aethylalkohol oder Methylalkohol und Wasser von Fuselöl und Wasser ist J. Traube und G. Bodländer in Deutschland patentirt worden (D. R. P. Nr. 41207). Demselben liegt die Erfahrung zu Grunde, daß, wenn man Gemische von Aethyl- oder Methylalkohol und Wasser, in denen ätherische Oele oder Fuselöle enthalten sind, mit Natriumcarbonat, Ammoniumsulfat oder gewissen anderen Salzen nahezu sättigt, oder wenn man in konzentrierte wässrige Lösungen jener Stoffe den, die genannten fremden Beimengungen enthaltenden wässrigen Alkohol einträgt, bei gewissen Konzentrationen und Temperaturen eine Trennung der gesammten Flüssigkeit in zwei Schichten stattfindet, von denen die obere nahezu die gesammten in den alkoholischen Flüssigkeiten vorhanden gewesenen Beimengungen an ätherischen Oelen oder Fuselöl enthält. Inwieweit dieses Verfahren bereits in der Praxis eingeführt ist und sich dort bewährt hat, kann diesseits bis jetzt nicht beurtheilt werden; ebenso sind der Zukunft auch noch Erfahrungen vorbehalten über ein anderes durch das deutsche Reichspatent Nr. 41678 geschütztes Verfahren von Grote und Pinetta in Guatemala (Centralamerika), welches die Reinigung von Rohspiritus oder Maische, welche der Rohspiritus enthält, bezweckt. Nach demselben mischt man Kalium- oder Natriumnitrat (1 Theil) mit Magnesiumcarbonat (2 Theile) und erhitzt die Mischung circa 2 Stunden auf Rothgluth. Die Masse enthält nach dem Glühen neben Alkalinitrat und Nitrit Magnesiumcarbonat und Magnesia. Das Produkt wird in den Vorwärmer gebracht und soll das Fuselöl zurückhalten, welches zuletzt fast vollständig abgefondert übergehen soll.

Deiniger (D. R. P. Nr. 30343 und Nr. 35510) beabsichtigt die Reinigung des Rohspiritus durch Verbindungen des Bleioxyds und Bleisuperoxyds mit Basen in Gegenwart von Glycerin. E. Schmidt (D. R. P. Nr. 36107) rektifizirt mit aus Koffstäben gebildeten Kolonnenböden. F. Rath (D. R. P. Nr. 34117) bringt die Alkoholdämpfe in unmittelbare Berührung mit der Kühlflüssigkeit, um eine vollständige Abscheidung des Fuselöls zu erzielen. S. Frank (D. R. P. Nr. 35807) zerlegt Rohspiritus ununterbrochen in einem einzigen Apparat durch Destillation in drei Sorten.

Ueber die Aufnahme, welche die letztgenannten Patente in der Praxis gefunden haben, stehen dem Gesundheitsamt Erfahrungen nicht zu Gebote.

Uebrigens ist hiermit die Liste aller zur Reinigung des Rohsprits gemachten Vorschläge keineswegs erschöpft, sie wird noch fortwährend durch neue vermehrt, wozu der am 1. Oktober 1889 in Deutschland in Kraft tretende Reinigungszwang ein Wesentliches mit beiträgt. Ob es gelingen wird, die heute bei uns in größerem Maßstabe angewendete, mit Rektifikation verbundene Filtration durch Holzkohle durch ein anderes, noch vortheilhafteres Verfahren zu verdrängen, wird sich erst in der Zukunft entscheiden lassen.

Bisher haben sowohl Konstrukteure wie Zymotechniker das Brennereigewerbe in so hervorragender Weise gefördert, das auch für später ein Stillstand auf diesem Gebiete kaum zu erwarten ist; je mehr sich aber die Technik vervollkommt, um so strengere Anforderungen kann dann auch der Hygieniker stellen, um so mehr wird damit dem allgemeinen Wohl gedient sein.

Methoden zum Nachweis und zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein.

Bis vor nicht allzulanger Zeit waren die Methoden zum Nachweis und der Bestimmung des Fuselöls im Branntwein mit so großen Fehlern behaftet, daß sie auf Genauigkeit keinen Anspruch machen konnten. Es galt dies sowohl von dem Verfahren von Otto, welches im Ausschütteln des Branntweins mit Aether und Drydiven des Aetherrückstandes mit Chromsäure, um Baldriansäure zu erhalten, besteht, als von dem Verfahren von Marquardt¹⁾, welches gleichfalls die Ueberführung des Amylalkohols in Baldriansäure, nach vorheriger Ausschüttelung mit Chloroform, bezweckt. Das Verfahren von Otto ist durch die Versuche von C. Krauch²⁾ als unzuverlässig erkannt worden. Dasjenige von Marquardt wurde noch im Jahre 1884 in dem oben erwähnten Gutachten der Professoren Dr. G. Lunge, B. Meyer und C. Schulze relativ günstig beurtheilt, hat sich aber, nach dem Urtheil von Fachgelehrten, u. A. von Stutzer (l. c.), als umständlich, zeitraubend und ungenau erwiesen. Dieser Beurtheilung kann sich das Gesundheitsamt auf Grund sehr sorgfältiger, mit aller Vorsicht ausgeführter, zahlreicher Versuche, auf deren Wiedergabe indessen hier verzichtet werden möge, unbedingt anschließen. Ebenjowenig kann das den qualitativen Nachweis des Fuselöls bezweckende Verfahren von Hager³⁾ und dasjenige von Soriffen⁴⁾ (die sogenannte Furfurolreaktion) in Betracht kommen. Ersteres, auf einer einfachen Geruchsprobe beruhend, erschien schon deshalb nicht als beweiskräftig. Die Unbrauchbarkeit des letzteren für den genannten Zweck ist von R. Förster⁵⁾, jowie von Neßler und Barth⁶⁾ in überzeugender Weise dargethan worden, während es zum Nachweis des Furfurols im Branntwein sehr geeignet erscheint; hat es doch zur Entdeckung des letzteren im Branntwein geführt.

Auch die von Uffelmann⁷⁾ angegebenen Methoden zum Nachweis des Fuselöls in Spirituosen — Anwendung von Diamidobenzol, Methylviolett, Bromdampf und Schwefelsäure, letztere als Reagens zur Prüfung der Absorbtionsstreifen im Spektroskop — haben nach den im Gesundheitsamt angestellten Versuchen nicht so für das Fuselöl allein charakteristische Reaktionen geliefert, als für praktische Zwecke wünschenswerth erscheint.

Ebenjowenig zuverlässig ist aber auch der Apparat von Savalle in Paris zur kolorimetrischen Bestimmung des Fuselöls im Alkohol durch Zusatz von Schwefelsäure und Erwärmen. Trotz seines, für seinen wirklichen Werth außerordentlich hohen Preises, hat das Gesundheitsamt einen Apparat von Savalle im Original bezogen. Aus den mit demselben angestellten Versuchen hat sich ergeben, daß die angeblich nur durch das Fuselöl hervorgerufenen Farbenercheinungen diesem nicht ausschließlich eigenthümlich sind, sondern daß sie auch durch andere Körper, wie Furfurol, ätherische Oele

1) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1882, S. 370 und S. 1661.

2) Repert. anal. Chem. 1881, S. 375.

3) Pharm. Centralbl. 1881, S. 265.

4) Bull. Acad. Belg. L. S. 108. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1880, S. 2439.

5) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1882, S. 230.

6) Zeitschrift f. analytische Chemie 1883, S. 39 u. 40.

7) Archiv für Hygiene 1886, S. 229.

und ähnliche Substanzen hervorgerufen worden, und zwar häufig in noch höherem Maße, wie durch das Fuselöl selbst. Der Apparat von Savalle ist im Jahre 1878 von Dumas, welcher damals Präsident des internationalen Kongresses gegen Alkoholismus in Paris war, zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein empfohlen worden. Dies war die Ursache, daß ein demselben Prinzip folgendes Verfahren von Stenberg in Schweden eingeführt ist, um den Behörden bei ihren offiziellen Untersuchungen zu dienen. Auch die spanische Regierung befolgt bei der Kontrolle des einzuführenden Sprits eine, gleichfalls auf der Bräunung des Fuselöls durch Schwefelsäure beruhende Methode. Das Gesundheitsamt steht übrigens bezüglich seines Urtheils über den in Rede stehenden Apparat nicht allein da, denn schon früher hatten Stuger und Reitmaier über denselben den Stab gebrochen¹⁾. Auch in Frankreich selbst hat man seine völlige Unzulänglichkeit erkannt²⁾. Auch der von Dupré versuchte Weg, über welchen Ch. Girard vor einer Kommission des Senates berichtete³⁾, die Beschaffenheit der Spirituosen durch den Brechungsindex zu bestimmen, hat nach Bardy keine Aussicht auf Erfolg.

Eine experimentelle Kritik des Verfahrens, welches von Bang und Ruffin⁴⁾ zur Prüfung des Sprits auf Reinheit in Anwendung gebracht wird und sich in seinen Grundzügen ihrem Reinigungsverfahren im Großen anschließt, kann an dieser Stelle noch nicht geübt werden, da die im Gesundheitsamt begonnenen Versuche noch nicht zum Abschluß gelangt sind. Die Mittheilung derselben muß einer späteren Gelegenheit vorbehalten werden.

Dagegen hat die Erfahrung gezeigt, daß das Ausschüttelungsverfahren von Röse, welchem zuerst in dem schon mehrfach citirten Gutachten von Lunge, Victor Meyer und E. Schulze, S. 15, ein gutes Prognostikon gestellt wurde, im Prinzip sehr wohl geeignet ist, die Frage nach der Menge des Fuselöls im Trinkbranntwein zu entscheiden.

Auch das von Traube zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein in Vorschlag gebrachte Kapillarmeter, bei welchem die Steighöhe der alkoholischen Flüssigkeit den Gehalt an Fuselöl anzeigen soll, hat die Aufmerksamkeit der Fachleute erregt und zu Erörterungen über dessen Anwendbarkeit unter bestimmten Verhältnissen geführt. Endlich verdient noch der von Traube zu demselben Zwecke in Vorschlag gebrachte Tropfenzähler, der Stalagmometer besondere Beachtung.

Da es eine der wesentlichsten Aufgaben des Gesundheitsamtes ist, die in sein Gebiet fallenden Untersuchungsmethoden auf Grund eigener Erfahrungen einer Kritik zu unterwerfen, so hat es die drei letztgenannten Verfahren zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein eingehend studirt. Der mit dem 1. Oktober 1889 eintretende Rektifikationszwang ließ dieses Studium als ein besonders zeitgemäßes erscheinen; im Hinblick auf denselben sind die Einzelheiten der angestellten Versuche in größerer Breite beschrieben als sonst in ähnlichen Abhandlungen gewöhnlich üblich ist.

¹⁾ l. c. S. 203 ff.

²⁾ Vallin, *Revue d'Hygiène* 1888, S. 4.

³⁾ *Journal officiel* 8. décembre 1887, Annexes du Sénat p. 121.

⁴⁾ L. Grandeau, l. c. S. 59 ff.

Die Ansprüche, welche man an die Beschaffenheit eines Branntweins stellt, können nur dann genau formulirt werden, wenn man die Mittel in der Hand hat, sich von der Erfüllung dieser Ansprüche zu überzeugen. Hieraus folgt weiter mit Nothwendigkeit, daß auch in Deutschland mit der Zeit ein bestimmtes Verfahren zur Bestimmung des Fuselöls im Branntwein vorgeschrieben werden muß. Je eingehender die, auf die Ermittlung eines solchen, zielenden Vorarbeiten ausgeführt, je zahlreicher sie sind und je ausführlicher sie zur Kenntniß der Sachgenossen kommen, um so mehr steht zu hoffen, daß man seiner Zeit das beste der zur Zeit vorliegenden Verfahren für die gesetzliche Kontrolle finden wird.

Indem der Berichterstatter das von ihm verarbeitete Material den kompetenten Sachverständigen ausführlich mittheilt, erwartet er deren sachliche Kritik und spricht zugleich die Hoffnung aus, daß möglichst zahlreiche Aeußerungen über denselben Gegenstand von anderen Seiten das bereits Vorliegende ergänzen und erweitern möchten.

Bestimmung des Fuselgehaltes der Trinkbranntweine nach der Methode von Röse. — Modifikation derselben durch Stuger und Reitmair. — Apparat von G. Herzfeld.

Einem Referat von J. Röttger und A. Hilger über die Methode von Röse entnehmen wir Folgendes¹⁾:

Chloroform besitzt die Eigenschaft, aus einer Lösung von kohlenstoffreicheren Gliedern der Alkohole der Fettreihe in verdünntem Alkohol beim Schütteln diese höheren Glieder leichter aufzunehmen als den Aethylalkohol, weil die Löslichkeit der Alkohole in Wasser oder verdünntem Alkohol mit wachsendem Kohlenstoffgehalt abnimmt, während sämtliche Alkohole in allen Verhältnissen mit Chloroform mischbar sind. Schüttelt man eine gewisse Menge Chloroform mit einem bestimmten Quantum einer Mischung von Wasser und Aethylalkohol, so sieht man, daß die Menge des Aethylalkohols, welche von der Chloroformschicht aufgenommen wird, von der Temperatur, dem Mengenverhältniß und der Konzentration des Alkohols abhängig ist, so daß bei stets gleich bleibenden Temperatur- und Mengenverhältnissen einer jeden Konzentration ein bestimmtes, aber stets konstantes Sättigungsvermögen des Chloroforms entspricht.

Schüttelt man Chloroform mit einem Gemisch, das außer Wasser und Aethylalkohol noch höhere Homologe des letzteren enthält, bei derselben Temperatur und denselben Mengenverhältnissen von Chloroform und Mischung, so erfährt das Chloroform eine wesentlich größere Zunahme als beim Durchschütteln mit einem ausschließlichen Gemisch von Wasser und Alkohol vom gleichen spezifischen Gewicht. Ermittelt man also das Sättigungsvermögen von Chloroform für ein Gemisch von Wasser und dem zu untersuchenden Weingeist von bestimmtem spezifischen Gewicht, bei festgesetzten Temperatur-

¹⁾ G. Lunge, B. Meyer und E. Schulze: Zur Alkoholfrage 2c. S. 17; Bericht über die 4. Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie zu Nürnberg. Berlin. Springer. 1886. S. 27 ff. — Vierteljahrsschrift über d. Fortschritte auf d. Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. I. Jahrg. 1886. Berlin. Springer. S. 113 ff.

und Mengenverhältnissen, so kann man leicht entscheiden, ob der Weingeist fuselölhaltig ist oder nicht. Hat man für ein Gemisch von Wasser und Aethylalkohol von bestimmtem spezifischen Gewicht das Sättigungsvermögen für Chloroform bestimmt, entzieht dann der Mischung eine gewisse Menge Aethylalkohol und ersetzt diese durch Amylalkohol, so jedoch, daß das spezifische Gewicht keine nachweisbare Aenderung erfährt, und ermittelt nun neuerdings das Sättigungsvermögen, so zeigt sich die Zunahme der Chloroformschicht wesentlich größer.

Es zeigte sich ferner, daß der in das Chloroform übertretende Amylalkohol lösend auf den Aethylalkohol einwirkt, und zwar ist das Verhältniß zwischen dem anwesenden Amylalkohol und dem durch diesen in Lösung gegangenen Aethylalkohol stets ein konstantes. Auf dieses Verhalten des Amylalkohols ist seine quantitative Bestimmung gegründet.

Ist das Sättigungsvermögen von Chloroform bekannt, sowohl für ein Gemisch von Wasser und Alkohol von bestimmtem spezifischem Gewicht, als auch für eine Mischung, die bei gleichem Wassergehalt statt eines Volumprocentes Aethylalkohol ein Volumprocent Amylalkohol enthält, — die spezifischen Gewichte beider Mischungen sind nahezu gleich —, so kann man, ohne den Gehalt des Weingeistes an Amylalkohol zu kennen, die Größe des Amylalkoholzusatzes zu dem Weingeist aus der Chloroformschicht genau berechnen.

Nöse hat zu seinen Bestimmungen den nebenstehenden Apparat (Fig. 1) verwendet.

Die Röhre hat circa 20 mm Weite; ihre Gesamtlänge beträgt 45—60 cm; ihr Rauminhalt 175—180 ccm; der untere Theil der Röhre ist mit einer Skala versehen, die in $\frac{1}{5}$ ccm getheilt ist und sich von 20—45 ccm erstreckt. Das zu verwendende Chloroform muß zuvor rektifizirt werden.

Zur Ausführung des Versuches bringt man mittels eines Trichters mit langer Abflußröhre (event. ist ein Glasrohr anzuschmelzen) 20 ccm Chloroform in den völlig trocknen Apparat und sichtet dann, ohne schon zu mischen, 100 ccm des zu prüfenden 50-volumprocentigen Weingeistes darüber. Man schließt die Röhre mit dem Glasstopfen und stellt den Apparat in ein größeres Gefäß mit Wasser, dessen Temperatur 15° C ist.

Nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde, wenn man sicher ist, daß der Apparat und sein Inhalt ebenfalls die Temperatur von 15° angenommen haben, nimmt man die Röhre heraus, schüttelt 2 Minuten kräftig durch, bringt sie dann wieder in den Wasserbehälter und läßt den Inhalt bei 15° absitzen. Zweckmäßig ist es, den Apparat einige Mal zwischen den Fingern um seine Axe hin- und herdrehend zu bewegen, um an der Wandung haftende Chloroformtröpfchen loszulösen. Nach Verlauf einer Stunde kann man das Niveau der Chloroformschicht in der Regel ablesen. Bei einer Anzahl von Nöse angestellter Versuche betrug die größte Abweichung von der Mittelzahl 0,05.



Fig. 1.

So gaben

20 ccm Chloroform für 100 ccm chemisch reinen 50-volum- procentigen Aethylalkohol im Mittel	37,10
20 ccm Chloroform für 100 ccm einer Mischung von 50 ccm Wasser, 49 ccm Aethylalkohol und 1 ccm Amylalkohol	39,11
20 ccm Chloroform für 50 ccm chemisch reinen 50-volum- procentigen Aethylalkohol + 50 ccm der vorigen Mischung	38,1

Demnach entspricht einem Gehalt von 1 Volumprocent Amylalkohol eine Zunahme der Chloroformschicht von 37,1 bis 39,1 = 2 ccm, und die auf Rechnung des Amylalkohols kommende Menge des Aethylalkohols ist stets der Quantität des ersteren proportional.

Jeder durch alkoholische Gährung entstandene Weingeist enthält außer Wasser, Aethyl- und Amylalkohol stets mehr oder weniger größere Mengen anderer, höher siedender Homologen des Aethylalkohols, außerdem noch andere Stoffe in geringer Menge, wie Furfurol, zusammengesetzte Aether zc., die indeß für die analytische Bestimmung erst in zweiter Linie in Betracht kommen. Wichtiger sind Isobutyl- und Propylalkohol, welche hier noch Berücksichtigung finden müssen. Isobutyl- wie auch Propylalkohol verhalten sich im Wesentlichen dem Chloroform gegenüber analog wie der Amylalkohol; doch sind sie in Wasser oder stark gewässertem Alkohol weniger schwer löslich und gehen deshalb nicht so leicht in die Chloroformschicht wie der Amylalkohol.

Einem Gehalt von 1 Volumprocent Isobutylalkohol entsprach eine Zunahme der Chloroformschicht um 1,7 ccm; einem Gehalt von 1 Volumprocent Propylalkohol eine Zunahme von 1 ccm. Das Sättigungsvermögen für einen Weingeist mit 1 Volumprocent aus verschiedenen höheren Alkoholen zusammengesetzten Fuselöl muß daher geringer sein, als wenn der Weingeist 1 Volumprocent Amylalkohol enthält. 20 ccm Chloroform gaben für 100 ccm einer Mischung von 50 ccm Wasser, 49 ccm Aethylalkohol und 1 ccm Fuselöl (aus Kornbranntwein) 3,89 ccm, also betrug die Zunahme der Chloroformschicht 1,8 ccm. Es sollte daher die Größe des Sättigungsvermögens von Chloroform für Alkohol verschiedenen Ursprunges nicht auf Amylalkohol, sondern auf Fuselöl des betreffenden Ursprunges bezogen werden. Je reicher das Fuselöl an Amylalkohol ist, desto größer wird natürlich das Sättigungsvermögen des Chloroforms sein. Wenngleich es dem Verfasser an genügendem Material fehlte, um die Zusammensetzung verschiedener Fuselöle genauer feststellen zu können, so ist es doch wahrscheinlich, daß die Fuselöle derselben Darstellungsweise nicht zu große Schwankungen im Verhältniß ihrer Bestandtheile zeigen.

Ermittelt man nun das Sättigungsvermögen des Chloroforms für die verschiedenen Fuselöle, so findet man die Zahlen, auf welche bei den zu prüfenden Alkoholen (derselben Ursprunges) die Zunahme der Chloroformschicht bezogen werden muß, um die Quantität des im Weingeist enthaltenen, ihm eigenthümlichen Fuselöls bestimmen zu können. Vergleicht man sodann noch diese gefundenen Zahlen mit der für reinen Amylalkohol ermittelten Zahl, so erhält man für jedes Fuselöl einen Factor, mit dem die auf reinen Amylalkohol bezogene Größe der Zunahme der Chloroformschicht mul-

tipliziert werden muß, um den wahren Gehalt des geprüften Alkohols an dem betreffenden Fuselöl zu erfahren. Für Fuselöl aus Kornbranntwein ist dieser Faktor 1,11.“

Dieser Werth kann aber als ganz sicher stehend noch nicht bezeichnet werden.¹⁾ Für andere Fuselöle sind solche Zahlen noch nicht bestimmt, sie werden aber, da das Kornbranntweinfuselöl relativ arm an Amylalkohol ist, voraussichtlich zwischen 1,8 und 2 ccm liegen, sodaß es wohl am richtigsten ist, die Fuselmenge als Amylalkohol auszudrücken.

Die Methode von Köse erregte nach ihrem Bekanntwerden die Aufmerksamkeit der Fachgenossen; insbesondere beschäftigten sich Stuzer und Reitmair²⁾, wie mit den andern bis damals bekannten Fuselölbestimmungsmethoden, so auch mit dieser.

Sie gaben zu erwägen, daß in den verschiedenen Branntweinen neben Wasser, Alkohol und Fuselölen noch andere Körper, Aldehyde, flüchtige Säuren, Aetherarten, nicht flüchtige Extractivstoffe und ätherische Oele, wenngleich nur in kleinen Mengen, vorkommen, welche alle auf das Volum der Chloroformschicht wirken, und zwar in der Art, daß die ätherischen Oele eine Abnahme, die übrigen Körper dagegen, ähnlich wie die Fuselöle, eine Zunahme des Chloroformvolums verursachen. Nach Angabe von Stuzer und Reitmair können die genannten Körper nun, mit Ausnahme der stets nur in sehr geringen Mengen vorhandenen sauerstofffreien ätherischen Oele durch eine Destillation unter Zusatz einiger Tropfen Natronlauge für den Versuch unschädlich gemacht werden.

Wie erwähnt, hat Köse zur Ausführung des Versuches empfohlen, immer mit einem genau 50-volumprocentigen Alkohol zu arbeiten. Da die meisten Trinkbranntweine nur zwischen 30 und 40 Volumprocenten Alkohol enthalten, und man, um nach Köse einen 50-volumprocentigen Alkohol zu erhalten, fast immer einen Zusatz von starkem Alkohol machen muß, was unbequemer ist, als eine Verdünnung mit Wasser, schlugen Stuzer und Reitmair vor, statt mit 50-volumprocentigem lieber mit 30-volumprocentigem Alkohol zu arbeiten. Gleichzeitig machen die Verfasser darauf aufmerksam, daß zwar bei Mischungen, in welchen nur Alkohole vorhanden sind, das Chloroform sich in spätestens einer Stunde zu einer klaren, deutlich getrennten Schicht absetzt, daß aber bei Branntweinen, Rum, Cognak oder Liqueuren, auch nach vorheriger Destillation eine, durch das Vorhandensein anderer fremder Stoffe bedingte Häutchenbildung eintrete, welche eine Ablesung überhaupt unmöglich mache. Nach den von den Verfassern gemachten Beobachtungen läßt sich die Häutchenbildung vermeiden und die Vereinigung des Chloroforms zu einer klaren Schicht in einigen Sekunden dadurch herbeiführen, daß man dem Alkohol eine ganz kleine Menge Schwefelsäure beimischt. Unter Berücksichtigung dieser Punkte haben nun Stuzer und Reitmair das Verfahren von Köse folgendermaßen modifiziert:

100 ccm des betreffenden Branntweins oder Spiritus werden nach Zusetzung einiger Tropfen Natronlauge unter Benutzung eines Condensationsaufsatzes zu $\frac{4}{5}$ abdestillirt; das Destillat füllt man mit Wasser wieder auf 100 ccm auf und ermittelt in demselben hierauf den Alkoholgehalt durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

¹⁾ Zeitschrift für analytische Chemie XXVI 1887. S. 376 ff.

²⁾ Centralblatt für allg. Gesundheitspflege 1886. Ergänzungshefte. II Bd. Heft 3. S. 191 ff.

Dann fügt man in einem 100 ccm-Röhlchen zu 50 ccm des Destillates soviel Wasser, daß nach der Verdünnung 30-volumprocentiger Alkohol entsteht, wozu man sich eines Auszugs aus der Verdünnungstabelle von Briz oder der von M. Frenkel berechneten Formel bedienen kann; letztere setzt voraus, daß man, etwa aus den Gehner'schen Tabellen, entnimmt, wieviel Gewichtsprocenten die gegebenen und gesuchten Volumprocente entsprechen.

Die Formel lautet:¹⁾

$$x = \frac{100 (p - p_1) a}{p_1}$$

und bedeutet hierbei p den anfänglichen Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol in Gewichtsprocenten, p₁ den gewünschten Gehalt in Gewichtsprocenten, a das spezifische Gewicht des ursprünglichen Weingeistes, x die zu 100 ccm des Weingeistes zuzufügende Anzahl Kubikcentimeter Wasser.

Man füllt nun mit reinem 30-volumprocentigen Alkohol zur Marke auf, schüttelt die so erhaltenen 100 ccm Flüssigkeit unter Zusatz von 1 ccm Schwefelsäure von 1,286 spezifischem Gewicht²⁾ in dem Köpfe'schen Apparat mit 20 ccm Chloroform und bringt den Apparat in das Kühlgefäß. Da die Flüssigkeiten, wie bereits erwähnt, schon vor dem Schütteln die richtige Temperatur gehabt haben müssen, so braucht man nicht lange zu warten, sondern kann nach dem Abfließen des Chloroforms die letzten, noch an den Wänden haftenden Tröpfchen desselben mit der Hauptmenge vereinigen, indem man den Apparat langsam neigt, sodaß das Chloroform in die Birne fließt, und dann unter Drehen an den Wänden wieder zurückfließen läßt. Nachdem man den Apparat jetzt noch einige Minuten in das Kühlgefäß gebracht hat, kann man die Höhe der Chloroformschicht ablesen.

Volumvermehrung der Chloroformschicht und entsprechender Gehalt an Amylalkohol bei Anwendung von Alkohol von 30 Volumprocenten und Zusatz von 1 ccm Schwefelsäure (spezifisches Gewicht 1,286).

Volumvermehrung des Chloroforms ccm	Gehalt an Amyl- alkohol in Volumprocenten	0,01 ccm Chloro- formvermehrung entspricht Procenten
0.2	0.1	0.005
0.35	0.2	0.0057
0.5	0.3	0.0060
0.65	0.4	0.0062
0.8	0.5	0.0063
0.95	0.6	0.0063
1.10	0.7	0.0064
1.25	0.8	0.0064
1.40	0.9	0.0064
1.55	1.0	0.0065

In der vorstehenden Tabelle ist die gegenüber der Zunahme durch reinen, 30-volumprocentigen Alkohol bewirkte Volumvermehrung der Chloroformschicht bei Anwesenheit

¹⁾ Zeitschrift für analytische Chemie XXVI 1887. S. 378.

²⁾ Wenn man eine andere Concentration der Schwefelsäure wählt, so muß man sich, statt der unten angegebenen Tabelle unter Benutzung von reinem Amylalkohol, selbst eine ermitteln.

verschiedener Amylalkoholmengen für die von den Verfassern angegebenen Versuchsbedingungen verzeichnet. Der aus denselben sich ergebende Procentgehalt an Fuselöl (ausgedrückt als Amylalkohol) muß, da er sich nur auf 50 ccm des Destillates bezieht, mit 2 multiplicirt werden, um den Procentgehalt des ursprünglichen Branntweines anzugeben.

Wenn man, wie es im Sommer bei Ausführung vieler Bestimmungen vorkommen kann, die Temperatur nicht genau einzuhalten vermag, so muß man eine Korrektur anbringen, welche Stuzer und Reitmair ermittelt haben.

Das Volum der Chloroformschicht nimmt für je 1° um 0,1 ccm zu. Man hat also von dem beobachteten Volum die dem zehnten Theil der über 15 betragenden Temperaturgrade entsprechende Anzahl Kubikcentimeter abzuziehen.

Der von Köse angegebene Apparat ist von H. Herzfeld¹⁾ in der Art modifizirt, daß eine genauere Ableseung ermöglicht wird. —

Diese Form war es auch, welche sich im Laboratorium des Gesundheitsamtes bewährt hat.

Am Schluß ihrer Abhandlung kommen Stuzer u. Reitmair zu dem Ergebniß, daß die Methode von Köse als die beste und zuverlässigste zur Untersuchung von Trinkbranntweinen empfohlen werden könne²⁾. In ähnlichem Sinne haben sich Mayrhofer und Andere³⁾ geäußert. Die im Gesundheitsamt auf das Köse'sche Verfahren bezüglichen Versuche mögen im Folgenden mitgetheilt und zugleich nochmals auf Seite 20 hingewiesen werden, wo die Gründe dargelegt sind, welche eine Mittheilung selbst der kleinsten Einzelheiten für wünschenswerth erscheinen ließen.

Zu den Ausschüttelungen wurde im Kaiserlichen Gesundheitsamte der hierneben gezeichnete Schüttelapparat von Herzfeld (Fig. 2) benutzt. Der unten sphärisch zugeschmolzene Cylinder faßt bis zu dem ersten Theilstriche der graduirten Röhre, der die Zahl 20 trägt, 20 ccm und dient zur Aufnahme des Chloroforms. Die Röhre faßt 6 ccm, von 20 bis 26, und ist so getheilt, daß je zwei benachbarte Theilstriche ein Volum von 0,05 ccm begrenzen; da dieselben ca. 1,4 mm von einander entfernt sind, so kann man ein Volum bis auf 0,01 ccm genau ablesen. Der birnförmige Ansatz hat einen Inhalt von 150 bis 180 ccm und kann am Halse mit einem Stopfen verschlossen werden.

Die Vorversuche erfordern ein genaues und sorgfältiges Arbeiten, weil sie die Basis zur Berechnung der Fuselgehalte der Branntweine bilden. Da es hierbei ganz

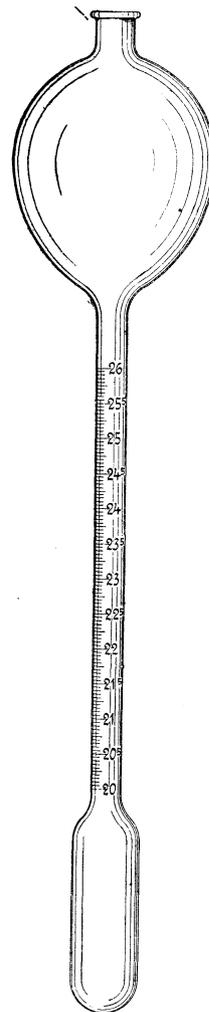


Fig. 2.

¹⁾ Brennereizeitung 1886 Nr. 56, A. Hilger u. Vierteljahrsschrift u. 1887 S. 129.

²⁾ Centralbl. f. allg. Gef.-Pflege, 1886. Ergänzungshefte. II. Bd. Heft 3 S. 191.

³⁾ Bericht über die 6. Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie in München. Berlin 1887, Springer S. 118.

wesentlich auf die Einzelheiten ankommt, mögen im Folgenden die zur Aufstellung einer Tabelle erforderlichen Arbeiten genau beschrieben werden.

Vorversuche zum Zwecke der Aufstellung einer Tabelle zur Berechnung des Zusetzgehalts.

Zunächst wurde aus reinem absolutem Alkohol ein genau 30-volumprocentiger Aethylalkohol hergestellt. Die spezifischen Gewichte wurden stets mit einem Reichauer'schen Pyknometer mit kapillarem Halse ermittelt. Nachdem mehrere Bestimmungen das spezifische Gewicht (0,96564¹⁾), das nach den Gehner'schen Alkoholtafeln 30 Volumprocenten Alkohol entspricht, ergeben hatten, wurde der oben beschriebene Schüttelapparat in einen Glaszylinder gesenkt, der Wasser von 15° C enthielt, und bis zum ersten Theilstrich 20 der graduirten Röhre mit entwässertem und destillirtem Chloroform, das vorher in einem Kühlgefäß auf 15° C abgekühlt und in einem Maßstandfläschchen mit Glasstöpsel ungefähr abgemessen war, gefüllt. Um die Wände des Apparates nicht mit Chloroform zu benetzen, wurde letzteres vermittels eines Glockentrichters mit langem Rohr, das fast bis zum Boden des Apparates reichte, eingegoßen; ein etwaiger Ueberfluß an Chloroform wurde mit einem langen Glasrohr herausgeholt. Als der untere Rand des Chloroform-Meniskus genau auf den Theilstrich 20 einstand, wurden 100 ccm des vorher bereiteten 30-volumprocentigen Alkohols, die in einem Maßkolben bei 15° C abgemessen und auf dieser Temperatur erhalten worden waren, in den Schüttelapparat eingefüllt. Hierbei wölbt sich der Meniskus des Chloroforms nach oben. Die beiden Flüssigkeiten, Chloroform und Alkohol, bilden zwei scharf getrennte Schichten. Darauf wurde 1 ccm Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1,2857 zugegeben und der Apparat mit einem Korkstopfen geschlossen. Derselbe wurde aus dem Kühlzylinder herausgenommen, umgekehrt, so daß die gesammte Flüssigkeitsmenge in die Birne floß und 150 mal kräftig geschüttelt, wieder in die ursprüngliche Lage gebracht und in den Kühlzylinder eingesenkt. Aus der milchigen Emulsion, die beim Schütteln entsteht, scheidet sich schon nach einigen Sekunden das Chloroform ab und sinkt in großen Tropfen auf den Boden des Gefäßes. Unterläßt man den Zusatz der Schwefelsäure, so dauert es längere Zeit, bis sich die Flüssigkeiten getrennt haben. Einzelne Tropfen des Chloroforms bleiben häufig an den Wänden hängen und schwimmen auf der Oberfläche des Alkohols; dreht man indeß den Apparat, während er in dem Kühlzylinder schwimmt, häufig um seine Vertikalaxe, so sinken die Tröpfchen Chloroform innerhalb höchstens 5 Minuten zu Boden und vereinigen sich mit dem übrigen Chloroform. Das Wasser des Kühlgefäßes wurde während des ganzen Versuches auf 15° C gehalten. Bei der innigen Berührung während des Schüttelns hat das Chloroform so viel Alkohol gelöst, als es bei der Temperatur von 15° C vermag; sein Volum ist daher größer geworden und der Meniskus in der graduirten Röhre gestiegen. Nach etwa 10 Minuten wurde

¹⁾ Die fünfte Decimale ist durch Berechnung mit Hilfe der bis in die vierte Decimale gehenden Gehner'schen Alkoholtafeln gefunden.

der jetzige Stand des Chloroform-Meniskus abgelesen. Da der letztere stets sehr flach, beinahe eben erscheint, ist ein sehr genaues Ablefen möglich. In dem bestimmten Beispiel, das wir vor Augen haben, hatte sich das Chloroform bei sechs verschiedenen, nach einander ausgeführten Ausschüttelungen von dem Theilstrich 20 bis zu 21,64 ausgedehnt. Für reinen 30-volumprocentigen Alkohol ist also die relative Steighöhe 21,64, die absolute = $21,64 - 20 = 1,64$. Bezeichnen wir die Steighöhe des reinen 30-volumprocentigen Alkohols als die Basis der Steighöhen, so ist in unserm Falle die

$$\text{Basis} = 21,64.$$

Nun wurde ein Alkohol von dem spezifischen Gewicht 0,96564 hergestellt, der einen bestimmten Gehalt an reinem Amylalkohol hatte. Zu dem Zwecke wurden 5 ccm des letzteren, die aus einer engen Bürette mit einem Kühlmantel bei 15° C ausgefloßen waren, mit 30-volumprocentigem Alkohol in einem Maßkolben auf 1000 ccm aufgefüllt; es wurde tüchtig umgeschüttelt und bei 15° C genau auf 1000 ccm eingestellt. Der vorliegende Alkohol enthält also in 1000 ccm 5 ccm Amylalkohol, in 100 ccm also 0,5 ccm Amylalkohol, d. h. er enthält 0,5 Volumprocente Amylalkohol. Derselbe zeigte wie pyknometrisch bestimmt wurde, das spezifische Gewicht 0,96501, das nach Sehner's Alkoholtafeln 30,56 Volumprocenten Alkohol entsprechen würde. Um das spezifische Gewicht 0,96564 zu erreichen, mußten zu 100 ccm des Alkohols 1,9 ccm Wasser zugeetzt werden, zu 1000 ccm daher 19 ccm Wasser. Diese 1019 ccm Alkohol enthalten demnach 5 ccm Amylalkohol. Um den Volumprocentgehalt des Alkohols an Amylalkohol zu erhalten, haben wir, wenn derselbe mit x bezeichnet wird, die Proportion:

$$\begin{aligned} 1019 : 5 &= 100 : x. \\ x &= 0,49068. \end{aligned}$$

Der jetzt vorliegende Alkohol enthält also 0,49068 Volumprocente Amylalkohol.

Mit diesem Alkohol wurden genau in der oben beschriebenen Weise 4 Ausschüttelungen gemacht; sie ergaben sämmtlich die Steighöhe 22,38. Da der reine Alkohol die Steighöhe 21,64 (die Basis) ergab, so haben 0,49068 Volumprocente Amylalkohol eine Erhöhung des Chloroform-Meniskus von $22,38 - 21,64 = 0,74$ ccm bewirkt. Bezeichnen wir den Stand des Meniskus als relative Steighöhe, die Differenz der Basis von der relativen Steighöhe dagegen als absolute Steighöhe, so können wir sagen: 0,49068 Volumprocente Amylalkohol erzeugen eine absolute Steighöhe von 0,74 ccm.

Hiermit sind in Gemeinschaft mit der Basis die Kardinalpunkte gefunden, mit deren Hilfe man eine Tabelle zur Ermittlung des Fuzelgehaltes berechnen kann. Denn kennt man die absolute Steighöhe, welche ein Gehalt von 0,49068 Volumprocenten Amylalkohol hervorruft, so läßt sich durch einfache Proportionsrechnung die absolute Steighöhe berechnen, welche einem beliebigen Amylalkoholgehalt entspricht.

Bevor zur Berechnung der Tabelle geschritten wurde, wurde ein Kontrollversuch angestellt, indem ein zweiter Alkohol mit bekanntem Amylalkoholgehalt der Ausschüttelung unterworfen wurde. Aus einer engen Bürette, die durch einen Kühlmantel mit Wasser auf 15° C abgekühlt war, wurden 3 ccm reinen Amylalkohols in einen Litermaßkolben laufen gelassen und bei 15° C mit 30-volumprocentigem Aethylalkohol auf

1000 ccm aufgefüllt. Der Alkohol enthielt demnach 0,3 Volumprocente Amylalkohol. Die pyknometrische Bestimmung ergab das spezifische Gewicht 0,96524, das nach Sehner's Alkoholtafeln 30,36 Volumprocenten Alkohol entsprechen würde. Um das verlangte spezifische Gewicht 0,96564 zu erzielen, mußte zu 100 ccm Alkohol 1,3 ccm Wasser, zu 1000 ccm Alkohol also 13 ccm Wasser zugesetzt werden. In diesen 1013 ccm Alkohol sind 3 ccm Amylalkohol; daher ergibt sich der Volumprocentgehalt an Amylalkohol x durch die Gleichung:

$$\begin{aligned} 1013 : 3 &= 100 : x \\ x &= 0,296003 \text{ oder abgerundet} \\ x &= 0,296. \end{aligned}$$

Mit diesem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,296 Volumprocenten Amylalkohol wurden 4 Ausschüttelungen gemacht; dieselben ergaben die Steighöhen:

$$\begin{array}{ll} \text{I. } 22,09, & \text{III. } 22,08, \\ \text{II. } 22,09, & \text{IV. } 22,09. \end{array}$$

Das arithmetische Mittel aus diesen Werthen ist: $\frac{3 \cdot 22,09 + 22,08}{4} = \frac{88,35}{4} = 22,0875$.

Die relative Steighöhe ist demnach 22,0875; die absolute Steighöhe ist gleich der relativen minus der Basis, also $= 22,0875 - 21,64 = 0,4475$. Ein Gehalt an Amylalkohol von 0,296 Volumprocenten bewirkte mithin eine absolute Steighöhe von 0,4475 ccm.

Wir berechnen nun aus der vorher gemachten Bestimmung, daß 0,49068 Volumprocente Amylalkohol eine absolute Steighöhe von 0,74 ccm hervorrufen, die absolute Steighöhe, welche einem Gehalte von 0,296 Volumprocenten Amylalkohol entspricht. Bezeichnen wir dieselbe mit x , so ist:

$$\begin{aligned} 0,49068 : 0,74 &= 0,296 : x. \\ x &= 0,4465 \text{ ccm.} \end{aligned}$$

Experimentell ergab sich die absolute Steighöhe gleich 0,4475, die Berechnung ergibt 0,4465 ccm; die Differenz ist $0,4475 - 0,4465 = 0,001$ ccm. Die außerordentliche Kleinheit der Differenz zwischen der Berechnung und der experimentellen Bestimmung liefert den deutlichen Beweis, daß die Tabelle auf Grund der ersten Bestimmung mit großer Genauigkeit berechnet werden kann.

Stüzer und Reitmair richteten ihre Tabelle so ein, daß sie in die erste Vertikalreihe die Volumprocente Fuselöl, von Zehntel zu Zehntel Procent fortschreitend und in die zweite Vertikalreihe die ihnen entsprechenden absoluten Steighöhen einsetzten. Da man aber noch Hundertstel und selbst noch geringere Bruchtheile von Procenten Amylalkoholgehalt berücksichtigen muß und auch kann, so hat man bei jeder Berechnung eine Interpolationsrechnung vorzunehmen. Bei der diesseitigen Berechnung der Tabellen wurde von dem praktischen Gesichtspunkt ausgegangen, daß nicht die Procente Fuselöl, sondern die Steighöhen abgelesen werden und daß aus der abgelesenen Steighöhe erst der Fuselgehalt zu ermitteln ist. Man geht daher vortheilhafter nicht von dem Fuselgehalt, sondern von den Steighöhen aus und gestaltet die Tabelle so, daß in der ersten Vertikalreihe die Steighöhen, von der Basis aus von Hundertstel zu Hundertstel ccm fortschreitend, und in der zweiten Vertikalreihe die den einzelnen Steig-

höhen entsprechenden Volumprocente Fuselöl aufgeführt werden. Da in der ersten Vertikalreihe die relativen Steighöhen, die direkt am Apparat abgelesen werden, enthalten sind, und da man genauer als auf 0,01 ccm an dem Apparat nicht ablesen kann, so gestaltet sich bei der Benutzung einer derartigen Tabelle die Fuselölbestimmung zu einer rein mechanischen Arbeit: man sucht in der ersten Vertikalreihe die abgelesene relative Steighöhe; die daneben stehende Zahl der zweiten Vertikalreihe giebt dann direkt den Fuselölgehalt in Volumprocenten an.

Da 0,74 ccm absolute Steighöhe 0,49068 Volumprocenten Amylalkohol entsprechen, so haben wir zur Berechnung des Amylalkoholgehaltes, der 0,01 ccm absoluter Steighöhe entspricht, x , die Proportion:

$$0,74 : 0,49068 = 0,01 : x$$

$$x = 0,006631.$$

Eine absolute Steighöhe von 0,01 ccm zeigt daher einen Amylalkoholgehalt von 0,006631 Volumprocenten an; $x \cdot 0,01$ ccm absolute Steighöhe entsprechen also $x \cdot 0,006631$ Volumprocenten Amylalkohol. Auf dieser Grundlage ist die folgende Tabelle berechnet; in der ersten Vertikalreihe sind jedoch, der Bequemlichkeit halber, nicht die absoluten, sondern die relativen Steighöhen gesetzt, da man letztere direkt abliest. Man hat dann nicht nöthig, erst die Basis zu subtrahiren.

Tabelle zur Ermittlung des Fuselölgehaltes.

Abgelesene ccm	Vol.-Proc. Fuselöl	Abgelesene ccm	Vol.-Proc. Fuselöl	Abgelesene ccm	Vol.-Proc. Fuselöl
21. 64	0	21. 86	0. 1459	22. 08	0. 2918
21. 65	0. 0066	21. 87	0. 1525	22. 09	0. 2984
21. 66	0. 0133	21. 88	0. 15914	22. 10	0. 3050
21. 67	0. 0199	21. 89	0. 1658	22. 11	0. 3117
21. 68	0. 0265	21. 90	0. 1724	22. 12	0. 3183
21. 69	0. 0332	21. 91	0. 17904	22. 13	0. 3249
21. 70	0. 0398	21. 92	0. 1857	22. 14	0. 3316
21. 71	0. 0464	21. 93	0. 1923	22. 15	0. 3382
21. 72	0. 05305	21. 94	0. 1989	22. 16	0. 3448
21. 73	0. 0597	21. 95	0. 20554	22. 17	0. 35144
21. 74	0. 0663	21. 96	0. 2122	22. 18	0. 3581
21. 75	0. 07294	21. 97	0. 2188	22. 19	0. 3647
21. 76	0. 0796	21. 98	0. 2255	22. 20	0. 37134
21. 77	0. 0862	21. 99	0. 2321	22. 21	0. 3780
21. 78	0. 0928	22. 00	0. 2387	22. 22	0. 3846
21. 79	0. 0995	22. 01	0. 24535	22. 23	0. 3912
21. 80	0. 1061	22. 02	0. 2520	22. 24	0. 3979
21. 81	0. 1127	22. 03	0. 2586	22. 25	0. 4045
21. 82	0. 1194	22. 04	0. 26524	22. 26	0. 4111
21. 83	0. 1260	22. 05	0. 2719	22. 27	0. 4178
21. 84	0. 1326	22. 06	0. 2785	22. 28	0. 4244
21. 85	0. 1393	22. 07	0. 2851	22. 29	0. 4310

Weiter braucht man mit der Berechnung nicht zu gehen; denn selbst die gewöhnlichsten Branntweine haben selten mehr als 0,3 % Fuselöl. Außerdem gelangt, wie wir später sehen werden, in den meisten Fällen ein verdünnter Branntwein zur Untersuchung.

Die Fuselgehalte werden, den Vorversuchen entsprechend, auf Amylalkohol berechnet; es bleibt nichts anderes übrig, weil die Fuselöle eine wechselnde quantitative Zusammensetzung von Propyl-, Butyl- und Amylalkoholen zeigen. Da sie indeß alle auf Amylalkohol bezogen werden, so sind die Resultate nichtsdestoweniger vergleichbar.

Eine ganze Anzahl von Versuchen ergab, daß man für verschiedene Sorten Chloroform eine verschiedene Basis der Steighöhen erhält. Stuzer und Reitmair fanden bei ihrem Chloroform die Basis 21,40; im Gesundheitsamt wurden für verschiedene Chloroformproben die Basen der Steighöhen 21,50, 21,62, 21,68, 21,70, 21,64, 21,70 und sogar 21,83 gefunden. Wendet man daher ein neues Chloroform an, so muß man stets von Neuem die Basis bestimmen.

Aus den vorliegenden Resultaten läßt sich aber der bemerkenswerthe Schluß ziehen: „Die absoluten Steighöhen eines Alkohols mit bestimmtem Fuselgehalt sind, unabhängig von der Basis der Steighöhen, für jedes Chloroform konstant.“ Stuzer und Reitmair, welche die Basis 21,40 hatten, geben die absolute Steighöhe eines Branntweins mit 0,1 % Fuselöl auf 0,15 an; berechnen wir aus der Tabelle der vorhergehenden Seite die absolute Steighöhe eines ebenfalls 0,1 % Fuselöl enthaltenden Alkohols, x , so gilt die Proportion:

$$0,006631 : 0,01 = 0,1 : x; \quad x = 0,1508.$$

Die Differenz von der Stuzer-Reitmair'schen Steighöhe beträgt demnach nur 0,0008 ccm. Bei 8 weiteren Versuchen mit verschiedenen Chloroformproben ergab sich, mit einer Maximalabweichung von 0,004 ccm, für einen Fuselgehalt von 0,1 % die absolute Steighöhe 0,15, obwohl die Basen der Steighöhen durchaus verschieden waren, z. B. in einem Falle 21,50, in einem anderen 21,83. Da 0,15 ccm absolute Steighöhe 0,01 Volumprocente Fuselöl anzeigen, so zeigt 0,01 ccm Steighöhe einen Fuselgehalt von $\frac{0,1 \cdot 0,001}{0,15} = 0,00666 \dots$ Volumprocenten Fuselöl an und diese Zahl ist für jedes Chloroform konstant.

Die Thatsache, daß die absoluten Steighöhen, die einem bestimmten Fuselgehalt entsprechen, für jedes Chloroform konstant sind, ist deßhalb von Wichtigkeit, weil sie eine große Zeiterparniß bedingt. Ist man genöthigt, neues Chloroform anzuwenden, so braucht man nur die Basis der Steighöhen mit 30-volumprocentigem reinem Alkohol zu bestimmen; die Herstellung von Alkoholen mit bestimmtem Fuselgehalt und die Bestimmung der Steighöhen dieser Alkohole kann man sich sparen, da man weiß, daß $x \cdot 0,01$ ccm über der Basis der Steighöhen einen Fuselgehalt von $x \cdot 0,0066$ Volumprocenten anzeigen.

Nachdem die Vorversuche beendet sind und die Tabelle zur Berechnung des Fuselgehaltes aufgestellt ist, kann man zur Untersuchung der Trinkbranntweine schreiten. Im Folgenden soll eine genaue Beschreibung der mit der Methode verknüpften Manipulationen gegeben werden.

Beschreibung der Untersuchungsmethode. Man mißt in einem Maßkolben bei 15° C genau 200 ccm des zu untersuchenden Branntweins ab und gießt

diese in einen geräumigen Destillationskolben, der mit einem Liebig'schen Kühler verbunden ist. Es empfiehlt sich, auf den Destillationskolben ein Kondensationsrohr aufzusetzen, um ein Ueberkochen zu vermeiden, und ferner das Kühlrohr in eine nicht zu enge Kapillare enden zu lassen. Darauf wird dem Branntwein eine geringe Menge Kalilauge zugesetzt und ca. $\frac{4}{5}$ der Flüssigkeit überdestillirt.

Bei der Destillation bleiben etwaige zugesetzte Farbstoffe, wie Zuckerkouleur, und andere nicht flüchtige Stoffe des Branntweins zurück. Durch den Zusatz von Kalilauge werden nach Stutzer = Reitmair die sauerstoffhaltigen ätherischen Oele in der Weise verändert, daß sie in Chloroform weniger löslich sind und die spätere Ausschüttelung demgemäß weniger beeinflussen; außerdem werden durch das Alkali etwa vorhandene freie Säuren gebunden und Säureester verseift. Versuche mit einem künstlich hergestellten fuseligen Alkohol mit bestimmtem Gehalt an Amylalkohol ergaben, daß in die ersten $\frac{4}{5}$ des Destillats aller Alkohol und alles Fuselöl übergehen. Auf den Zusatz von Kalilauge wird die Farbe der Branntweine stets intensiver; häufig werden sogar vollständig farblose Branntweine gelb gefärbt. Fast stets fällt dabei auch ein gallertartiger, flockiger Niederschlag aus; ist der Branntwein farblos, so gleicht derselbe dem Thonerdehydratniederschlag, den Kalilauge in Aluminiumsalzen hervorruft; ist der Branntwein gelb oder braun gefärbt, so gleicht der Niederschlag eher dem Eisenoxydhydratniederschlag. Die alkalisch-alkoholische Flüssigkeit pflegt mitunter stark zu schäumen und überzukochen; in einzelnen Fällen machte sich auch ein unliebsames Stoßen bemerkbar. Um dies zu vermeiden, empfiehlt es sich, in den Destillationskolben einige Stücke Bimstein zu geben, die eine ruhige und gleichmäßige Dampfbildung bewirken. Als Vorlage dient der 200 ccm-Kolben, in dem der Branntwein abgemessen worden war. Ist die genügende Menge des Destillats übergegangen, so füllt man den als Vorlage dienenden 200 ccm-Kolben bis zur Marke mit Wasser auf und kühlt nach tüchtigem Durchschütteln in einer Kühlwanne auf 15° C ab. Hierauf wird bei 15° C genau auf die Marke eingestellt und vermittels eines Reichauer'schen Pyknometers das spezifische Gewicht bestimmt; aus den Gehner'schen Alkoholtafeln entnimmt man die dem spezifischen Gewicht entsprechenden Alkoholprocente.

Hat der vorliegende Branntwein mehr als 30 Volumprocente Alkohol, so ergibt sich das Wasserquantum, das man zu 100 ccm zuzusetzen hat, um den Branntwein 30-volumprocentig zu machen, direkt aus der Brix'schen Verdünnungstabelle. Ist der Branntwein dagegen alkoholarmer als 30%, so muß man den Zusatz von absolutem Alkohol, der nöthig ist, um den Branntwein 30-procentig zu machen, erst berechnen. Bezeichnen wir die Kubikcentimeter des zuzusetzenden absoluten Alkohols mit x, die gefundenen Volumprocente des Branntweins mit v, so gestaltet sich die Berechnung folgendermaßen: 100 ccm des Branntweins enthalten v ccm Alkohol; setzen wir nun zu diesen 100 ccm noch x ccm absoluten Alkohol, so enthalten die jetzt vorliegenden (100 + x) ccm Flüssigkeit (v + x) ccm Alkohol, denn v ccm waren im Branntwein vorhanden und x ccm sind zugesetzt worden. Da aber der Branntwein jetzt 30-procentig sein soll, so muß sich die Flüssigkeitsmenge zum Alkoholgehalt verhalten wie 100 : 30. Es ist also:

$$(100 + x) : (v + x) = 100 : 30; \quad x = \frac{300 - 10 v}{7}.$$

Zu 100 ccm eines Branntweins von v Volumprocenten Alkohol sind demnach $\frac{300 - 10v}{7}$ ccm absoluten Alkohols zu setzen, um ihn auf 30 Volumprocente zu bringen.

Auch den Zusatz von Wasser zur Verdünnung eines stärkeren Branntweins auf 30 Volumprocente kann man, wenn eine Verdünnungstabelle nicht vorhanden ist, leicht berechnen. Ist v der Volumprocentgehalt des Branntweins und hat man x ccm Wasser zuzusetzen, um den Branntwein 30-procentig zu machen, so enthalten nach dem Zusatz die $(100 + x)$ ccm verdünnten Branntweins die ursprünglichen v ccm Alkohol; da der Branntwein durch den Wasserzusatz 30-procentig werden soll, so muß sich verhalten:

$$(100 + x) : v = 100 : 30.$$

$$x = \frac{10v - 300}{3}.$$

Um einen Alkohol von v Volumprocenten ($v > 30$) durch Wasserzusatz 30 procentig zu machen, hat man auf 100 ccm desselben $\frac{10v - 300}{3}$ ccm Wasser zu setzen. Die Kontraktion, die in beiden Fällen eintritt, ist hierbei nicht berücksichtigt.

Man läßt nun aus einer Bürette die berechnete Menge Wasser bezw. absoluten Alkohol zufließen, schüttelt tüchtig um und kühlt auf 15° C ab. Da man gewöhnlich nicht unerhebliche Mengen Wasser zufügen muß, ist vorher das Destillat aus dem 200 ccm Kolben in einen anderen geräumigeren Kolben übergeführt worden. Stücker und Reitmair begnügen sich mit einer Bestimmung des spezifischen Gewichts; nachdem dieselbe vorgenommen und das Wasser zugesetzt ist, beginnen sie alsbald mit der Ausschüttelung, im Vertrauen darauf, daß das bestimmte spezifische Gewicht beim ersten Zusätze erreicht wird. Die im Gesundheitsamt gemachten Erfahrungen zeigten indeß, daß eine zweite Bestimmung des spezifischen Gewichts unerlässlich ist, da man nur in verhältnißmäßig seltenen Fällen sofort das spezifische Gewicht 0,96564 erzielt. Dies ist auch bei dem sorgfältigsten Arbeiten leicht verständlich, denn alle Branntweine enthalten neben Alkohol und Wasser noch andere Bestandtheile, die bei der Destillation mit dem Alkohol übergehen und das spezifische Gewicht beeinflussen. Dasselbe giebt uns deshalb nicht genau den Alkoholgehalt des Branntweins an, da die Fehner'schen Tafeln nur für reinen verdünnten Alkohol berechnet sind. Daher ist auch der Wasserzusatz, den man der Brix'schen Verdünnungstafel entnimmt, nicht genau richtig und es ist geradezu Zufall, wenn man beim ersten Wasserzusatz das gewünschte spezifische Gewicht erreicht. Andererseits ergaben aber in dieser Richtung angestellte Versuche, daß das spezifische Gewicht bezw. der Alkoholgehalt von großem Einfluß auf das Resultat der Ausschüttelung ist. Ein Alkohol von 30,1% ergab eine um 0,03 ccm höhere Steighöhe als 30procentiger, ein 29,9procentiger Alkohol eine um 0,03 ccm niedrigere Steighöhe als 30procentiger; eine Differenz von $\pm 0,1\%$ im Alkoholgehalt erzeugt daher eine Differenz der Steighöhe von $\pm 0,03$ ccm.

Nach dem Umschütteln und Abkühlen bestimmt man somit zum zweiten Male das spezifische Gewicht; der sich aus letzterem ergebende Alkoholgehalt weicht selten mehr als $\pm 0,05\%$ von 30% ab. Man giebt jetzt das noch nöthige Wasser- bezw. Alkoholquantum zu, um das spezifische Gewicht 0,96564 zu erreichen und kann nun, da der Zusatz äußerst gering ist, von einer Kontrollbestimmung des spezifischen Gewichts ab-

sehen. Mit dem jetzt vorliegenden Branntwein vom spezifischen Gewicht 0,96564 macht man in der früher beschriebenen Weise zwei Ausschüttelungen.

(Es ist nach Vorigem weniger richtig zu sagen: der Branntwein, der zur Ausschüttelung dient, muß 30 Volumprocente Alkohol haben; besser: der zur Ausschüttelung verwandte Branntwein muß das spezifische Gewicht 0,96564 besitzen. In Wirklichkeit enthält der Branntwein vom spezifischen Gewicht 0,96564 nicht 30% Alkohol, da ja, wie vorher erläutert, gewöhnlich noch andere flüchtige Bestandtheile, wie ätherische Oele und höhere Alkohole vorhanden sind, und das spezifische Gewicht modifiziren.)

Nach der Ausschüttelung bildet sich manchmal an der Berührungszone des Alkohols und des Chloroforms ein Häutchen, das beim Ablesen der Steighöhe störend wirkt. Dieser Uebelstand läßt sich vermindern, wenn man den Apparat, während er im Kühlcylinder schwimmt, wiederholt um seine Vertikalachse dreht und umherwirbelt; das Häutchen und einzelne Luftblasen steigen dann an die Oberfläche des Alkohols. Da bei dem Schütteln der Apparat mit Dämpfen des leicht flüchtigen Chloroforms gefüllt wird, lüftet man zweckmäßig nach dem Schütteln auf einen Augenblick den Korkpfropfen des Apparates, um den inneren Druck zu beseitigen. Bei dem Umherwirbeln des Apparates im Kühlcylinder wird der erstere, besonders der birnförmige Ansatz, leicht durch Anstoßen an die Wände des Cylinders zertrümmert; es empfiehlt sich daher, den oberen Theil der Innenwände des Cylinders mit Filz zu bekleiden.

Hat man die Steighöhe des Chloroforms abgelesen, so entnimmt man aus der für das Chloroform aufgestellten Tabelle den entsprechenden Fuselgehalt. Ist der Ausschüttelung, wie das immer der Fall ist, wenn das Branntweindestillat nicht zufällig das spezifische Gewicht 0,96564 hat, eine Verdünnung mit Wasser bezw. ein Alkoholzusatz vorausgegangen, so bedarf der Fuselgehalt noch einer Umrechnung. Es sei: f = dem aus der Tabelle genommenen Fuselgehalt, a = der Anzahl der Kubikcentimeter Wasser bezw. Alkohol, die zu 100 ccm des Destillats zugesetzt werden mußten, um das spezifische Gewicht 0,96564 zu erzielen. Die f ccm Fuselöl sind in 100 ccm der $(100 + a)$ ccm Flüssigkeit enthalten; bezeichnen wir daher die Anzahl der Kubikcentimeter Fuselöl in den $(100 + a)$ ccm mit x , so muß sich verhalten:

$$100 : f = (100 + a) : x.$$

$$x = \frac{f(100 + a)}{100}.$$

Die $(100 + a)$ ccm verdünnten Branntweins entsprechen aber 100 ccm des ursprünglichen Destillats; die x ccm Fuselöl in den $(100 + a)$ ccm des verdünnten Destillats entstammen demnach aus 100 ccm des Branntweins, d. h. x ist der Volumprocentgehalt des Branntweins an Fuselöl.

Hierzu möge ein Beispiel gegeben werden.

Einem Branntwein mußten 35,7 ccm Wasser auf 100 ccm beigelegt werden, um das spezifische Gewicht 0,96564 zu erreichen; die Steighöhe des Chloroforms bei der Ausschüttelung war 21,79. Wie viel Fuselöl enthält der Branntwein?

Die Tabelle Seite 29 giebt 0,0995 Volumprocente Fuselöl; da 35,7 ccm Wasser zu 100 ccm Branntwein gesetzt wurden, so ist für diesen Fall in der Formel:

$$x = \frac{f(100 + a)}{100}$$

zu setzen: $f = 0,0995$, $a = 35,7$, daher:

$$x = \frac{0,0995 (100 + 35,7)}{100}$$

$$x = 0,0995 \cdot 1,357\%$$

$$x = 0,1351045\%, \text{ oder abgekürzt: } x = 0,135.$$

Der Branntwein enthält also 0,135 Volumprocente Fuselöl.

Ueber den Einfluß der wichtigsten neben dem Methylalkohol in den Branntweinen vorhandenen Substanzen auf die Ergebnisse des Köse'schen Verfahrens.

Es erübrigte nunmehr, bei der Methode der Chloroformausschüttelung den Einfluß zu bestimmen, den andere im Branntweine vorkommende, bezw. ihm zugesetzte Stoffe auf die Ausdehnung der Chloroformschicht ausüben.

Die Kenntniß dieser Frage ist noch lange nicht erschöpft. Es liegen nur zwei Angaben über dieselbe vor, Köse selbst hat sich nicht darüber geäußert. Die erste rührt von Stuzer und Reitmair in der mehrfach citirten Arbeit her. Die Verfasser lassen sich nicht näher über die von ihnen gemachten Versuche aus und nennen auch diejenigen Ester, ätherischen Oele u. s. w. nicht, auf welche sie ihre Versuche ausgedehnt haben, sie sagen vielmehr ganz allgemein: „Aetherarten und flüchtige Säuren bewirken ebenfalls eine Vermehrung der Chloroformschicht; von geringerem Einfluß sind Extraktivstoffe und Aldehyd. Aetherische Oele wirken gerade entgegengesetzt; dieselben sind in wässrigem Alkohol nur wenig löslich, jedoch außerordentlich leicht in Chloroform, gehen daher vollkommen in dasselbe über, so daß letzteres bedeutend weniger Methylalkohol aus dem wässrigen Alkohol aufzunehmen vermag. Extraktivstoffe bleiben bei der Destillation im Rückstand; flüchtige Säuren werden beim Destilliren mit Kalilauge zurückgehalten; Aldehyd verändert nach der Destillation mit Lauge das Lösungsgleichgewicht fast gar nicht. Sauerstoffhaltige ätherische Oele werden durch Destillation mit Kalilauge so verändert, daß ihre Destillationsprodukte in Chloroform schwieriger löslich werden; sauerstofffreie ätherische Oele werden durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.“ Wie aus späterem ersichtlich, werden diese Angaben durch die im Gesundheitsamt ausgeführten Versuche im vollsten Umfange bestätigt. Ueber die Veränderung der Säureester durch die Destillation mit Kalilauge äußern sich Stuzer und Reitmair nicht.

Mayrhofer, von dem die zweite Angabe herrührt, gab gelegentlich eines Vortrags¹⁾ die Steighöherniedrigungen an, welche durch bestimmte Mengen ätherischer Oele und anderer Stoffe hervorgerufen werden. Während bei Anwendung von reinem 30-volumprocentigem Alkohol sich eine Vermehrung der Chloroformschicht um 1,50 ccm ergab (die Chloroformschicht war von 20,00 auf 21,50 gestiegen), zeigte ein 30-volum-

¹⁾ Bericht über die 6. Versammlung der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie; Berlin, Julius Springer 1887, S. 118.

procentiger Alkohol mit 0,1% Aether keine Veränderung, mit 0,1% Fenchelöl war die Steighöhe $h = 21,47$ ccm, mit Pfefferminzöl 21,45 ccm und mit 0,1% Nitrobenzol 21,35 ccm. Den Einfluß der Destillation mit Kalilauge hat Mayrhofer nicht erwähnt.

Da es wichtig erschien, auf diesem Gebiete weitere Erfahrungen zu sammeln, sind im Gesundheitsamt darauf bezügliche Versuche angestellt worden. Dieselben erstreckten sich auf folgende Zusätze bzw. im Branntweine vorkommende Substanzen:

I. Aetherische Oele: Kümmelöl, Anisöl, Wachholderbeeröl, Pfefferminzöl, Kaffiaöl, Fenchelöl, Zitronenöl, Pomeranzenschalenöl.

II. Fettsäureester: Aethylacetat und Amylacetat.

III. Nitrobenzol, drei Aldehyde, nämlich Acetaldehyd, Paraldehyd und Furfurol, ferner Cognaköl und Acetal.

IV. Verschiedene Alkohole: Amylalkohol, Normalbutylalkohol, Isobutylalkohol, Sekundärbutylalkohol (Methyl-Aethyl-Carbinol), Tertiärbutylalkohol (Trimethyl-Carbinol), Propylalkohol und Isopropylalkohol.

I. Aetherische Oele.

Um die Mengenverhältnisse kennen zu lernen, in denen sich die ätherischen Oele gewöhnlich in den Branntweinen vorfinden, wurden einige Vorschriften befolgt, welche einer „Anleitung zur Herstellung von Branntweinen, feinen Liqueuren, Extrakten, Rum, Arrak, Cognak und anderen Getränken aus den ätherischen Oelen und Essenzen der Firma P. Maaz & Co.“ entnommen sind. (Bekanntlich werden solche Spirituosen in neuerer Zeit sehr häufig auf kaltem Wege hergestellt.)

Zur Darstellung von 1 l Anisliqueur von 36 Volumprocenten sind danach 0,5 g Anisöl anzuwenden, der Liqueur enthält also in 100 ccm 0,05 g. Wird er, wie dies bei der in Frage stehenden Untersuchungsmethode geschehen muß, auf 30 Volumprocente verdünnt, so sind zu 100 ccm nach der Brigg'schen Verdünnungstabelle 20,1 ccm Wasser zuzusetzen. In den nun vorliegenden 120,1 ccm sind somit 0,05 g Anisöl, in 100 ccm demnach $\frac{0,05}{120,1} \cdot 100 = 0,0415$ g Anisöl enthalten.

In ähnlicher Weise wurden auch die anderen ätherischen Oele zur Herstellung von Versuchsbranntweinen verwendet.

In der folgenden Tabelle sind die in der „Anleitung etc.“ gegebenen Zusätze an letzteren kurz zusammengestellt. Die erste Spalte enthält die Bezeichnung, die zweite den Volumprocentgehalt des darzustellenden Branntweins an Aethylalkohol, die dritte die Menge ätherischen Oels, die in 100 ccm des fertigen Branntweins enthalten ist, die vierte die Menge ätherischen Oels, die sich in 100 ccm des auf 30 Volumprocente verdünnten Branntweins vorfindet; letztere ist in derselben Weise berechnet wie dies vorher beim Anisliqueur geschah.

(Siehe die Tabelle auf S. 36.)

Aus diesen der Praxis entnommenen Daten ist ersichtlich, daß ein Branntwein von 30 Volumprocenten in 100 ccm nicht mehr als 0,045 g ätherischen Oels enthält. Der Gehalt daran schwankt vielmehr zwischen 0,04 und 0,045 g. Setzt man nun das spezifische Gewicht der ätherischen Oele gleich 0,9, was bei den Meisten annähernd richtig ist,

Bezeichnung	Volumprocente Alkohol	Aeth. Del in 100 cem des ursprüngl. Brantweins	Aeth. Del in 100 cem des auf 30 Volumprocente verdünnten Brantweins
Anisliqueur	36	0.05 g Anisöl	0.0415 g Anisöl
Doppelanis	33	0.05 g Anisöl	0.0455 g Anisöl
Citronenliqueur . . .	34	0.05 g Citronenöl	0.0441 g Citronenöl
Doppelcitronen . . .	30	0.05 g Citronenöl	0.05 g Citronenöl
Doppelfümmel	36	0.05 g Fümmelöl	0.0415 g Fümmelöl
Getreidefümmel . . .	40	0.06 g Fümmelöl	0.045 g Fümmelöl
Allaschfümmel	45	0.06 g Allaschfümmelöl	0.04 g Allaschfümmelöl
Maraschinoliqueur . .	34	0.05 g Maraschinöl	0.0441 g Maraschinöl
Nelkenliqueur	36	0.05 g Nelkenöl	0.0415 g Nelkenöl
Doppelnelken	34	0.05 g Nelkenöl	0.0441 g Nelkenöl
Perficoliqueur	36	0.05 g Perficöl	0.0415 g Perficöl
Pfefferminzliqueur . .	36	0.05 g Pfefferminzöl	0.0415 g Pfefferminzöl
Doppelpfefferminz . .	33	0.05 g Pfefferminzöl	0.0455 g Pfefferminzöl
Pomeranzenliqueur . .	36	0.05 g Pomeranzenöl	0.0415 g Pomeranzenöl
Doppelpomeranzen . .	33	0.05 g Pomeranzenöl	0.0455 g Pomeranzenöl

so sind 0,045 g des Dels gleich 0,05 cem. Es wurde daher für die Laboratoriumsversuche festgesetzt, daß sämtliche künstlichen Gemenge von Alkohol und ätherischen Delen in 100 cem des 30-volumprocentigen Alkohols 0,05 cem oder 0,05 Volumprocente ätherisches Del enthalten sollten.

Zur Darstellung der so beschaffenen Gemenge wurde zuerst in der Weise verfahren, daß man genau 30-volumprocentigen Alkohol herstellte und auf 15° C abkühlte; darauf ließ man aus einer engen Bürette, die in 0,05 cem eingetheilt war, noch 0,01 cem genau abzuschätzen gestattete und durch einen Mantel von Wasser auf 15° C gekühlt war, 0,5 cem des ätherischen Dels in einen Litermaßkolben fließen und füllte mit dem Alkohol von 15° C bis zur Marke auf. Es zeigte sich indeß bald, daß auf diese Weise eine Lösung des ganzen ätherischen Dels in dem Alkohol nicht zu erzielen war; trotz des kräftigsten und andauerndsten Schüttelns löste sich nur ein Theil des ersteren, ein andererer schwamm in großen Tropfen gleich Fettaggen auf der Oberfläche der Flüssigkeit umher. Das Verfahren wurde daher in der Art abgeändert, daß das ätherische Del in hochprocentigem Alkohol (ca. 95 Volumprocent) gelöst und dann mit Wasser auf 30 Volumprocente verdünnt ward. Aber auch auf diesem Wege war eine Lösung nicht zu erzielen; in dem hochprocentigen Alkohole lösten sich die ätherischen Dele (mit Ausnahme des Wachholderbeeröls) zwar auf, fielen aber beim Wasserzusatz größtentheils wieder aus. Indessen stellte der 30-volumprocentige Alkohol mit 0,05 Volumprocenten ätherischen Dels eine weiße, milchige Emulsion dar, die vollkommen homogen war, so daß man mit ihr so wie mit einer Lösung zu arbeiten im Stande war, besonders wenn man die verschiedenen Ausschüttelungen ohne Unterbrechung hinter einander stattfinden ließ.

Auf Grund dieser Beobachtungen geschah nun die Darstellung sämtlicher Gemenge von ätherischem Del und Alkohol — da durch weitere Versuche ausgedehnt worden war, daß man einen Alkohol von fast genau dem spezifischen Gewicht 0,96564 erhielt, wenn man zu 0,5 cem des ätherischen Deles 304 cem rektifizirten Feinsprit zusetzte und das Ganze auf ein Liter auffüllte — in folgender Weise: Man ließ aus der oben be-

schriebenen engen Bürette bei 15° C 0,5 ccm ätherisches Del in einen Literkolben fließen, setzte 304 ccm Feinsprit zu, der ebenfalls auf 15° C abgekühlt war, und füllte bis zur Marke mit destillirtem Wasser auf. Die hierbei entstehende Emulsion wurde nach kräftigem Umschütteln in ein Kühlgefäß von 15° C gesenkt, nach dem Temperatúrausgleich genau bis zur Marke mit destillirtem Wasser aufgefüllt und mittels des Pyknometers das spezifische Gewicht ermittelt. Die Bestimmungen des spezifischen Gewichtes und die sich hieraus ergebenden Wasser- bezw. Alkoholzusätze wurden so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit genau das spezifische Gewicht 0,96564 entsprechend 30 Volumprocenten Alkohol hatte. Hierzu waren zumeist 2—4 Operationen erforderlich. Die zum Schluß resultirende Flüssigkeit enthielt sehr angenähert 0,05 Volumprocente ätherischen Dels, denn die Zusätze von Wasser bezw. Alkohol zu den 1000 ccm waren im Vergleich zu der großen Menge Flüssigkeit sehr geringe. Der Gesamtzusatz betrug im Maximum 3 ccm auf 1 l, so daß statt 0,05 Volumprocenten im ungünstigsten Fall 0,04985 Volumprocente ätherischen Dels im Alkohol vorhanden waren, eine Differenz, die wegen ihrer Kleinheit vernachlässigt werden konnte.

Von sämmtlichen Branntweinen wurde im Laboratorium ein Liter dargestellt; hiervon wurden meist mit 700 ccm 7 direkte Ausschüttelungen gemacht, während 300 ccm mit Kalilauge destillirt und darauf zu 3 Ausschüttelungen verwandt wurden. Alle Versuche wurden mit einem und demselben Schüttelapparat, denselben Gefäßen und demselben Chloroform unter Einhaltung aller Rautelen ausgeführt. Die Basis der Steighöhen wurde zu 21,65 bestimmt.

1. Kümmelöl. Der kümmelöhlhaltige Branntwein war trübe. Sieben Ausschüttelungen mit Chloroform ergaben die Steighöhe: $h = 21,63$ ccm. Als 100 ccm des 0,05 Volumprocente Kümmelöl enthaltenden Alkohols von 30 Volumprocenten mit vorhandenem genau 30-volumprocentigem Alkohol auf 200 ccm aufgefüllt wurden, ergaben 2 Ausschüttelungen dieses nun 0,025 Volumprocente Kümmelöl enthaltenden Alkohols die Steighöhe, die wir allgemein mit h bezeichnen wollen, $h = 21,64$ ccm. Nun wurden 200 ccm des Alkohols mit Kalilauge destillirt und 2 Ausschüttelungen mit je 100 ccm des Destillats gemacht; es wurden die Steighöhen $h = 21,635$ ccm und $= 21,64$ ccm gefunden.

Hieraus ergibt sich folgendes Resultat: 0,05 Volumprocente Kümmelöl in Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 bewirken, im Vergleich zu reinem 30-volumprocentigem Alkohol, eine Verminderung der Steighöhe von $21,65 - 21,63 = 0,02$ ccm. Durch Destillation mit Kalilauge wird die Löslichkeit des Kümmelöls in Chloroform vermindert. Das Kümmelöl wirkt in entgegengesetztem Sinne, wie das Fuselöl, und zwar verhält sich die Wirksamkeit gleicher Mengen Fuselöl und Kümmelöl wie $(+15) : (-4)$. Denn 0,1 Volumprocente Fuselöl erzeugen (cf. S. 30) eine Steighöhenvermehrung von 0,15 ccm, 0,1 Volumprocente, Kümmelöl dagegen eine Verminderung der Steighöhe von 0,04 ccm. Der Einfluß von 1 Raumtheil Fuselöl auf die Steighöhe des Chloroforms wird durch 3,75 Raumtheile Kümmelöl aufgehoben. Ein Branntwein vom spezifischen Gewicht 0,96564, welcher z. B. 0,1 Volumprocente Fuselöl und 0,375 Volumprocente Kümmelöl enthielte, würde die Basis der Steighöhen bei der Ausschüttelung mit Chloroform liefern. Durch obige 0,05 Volumprocente Kümmelöl

würden demnach 0,0133 Volumprocente Fuselöl in ihrer Wirkung aufgehoben und somit der Untersuchung entgehen.

Der Einfluß, den die Destillation mit Kalilauge auf die Löslichkeit des Rummelöls im Chloroform ausübt, tritt nicht besonders scharf hervor, weil die Verminderung der Steighöhe an und für sich äußerst gering ist.

2. Anisöl. Der 0,05 Volumprocente Anisöl enthaltende Branntwein von 30 Volumprocenten war sehr trübe, trüber als der Rummelbranntwein. Acht Ausschüttelungen von je 100 ccm des Alkohols ergaben die Steighöhe des Chloroforms: $h = 21,635$ ccm. 200 ccm wurden mit Kalilauge destillirt und das Destillationsprodukt zu 2 Ausschüttelungen verwendet; es ergab sich: $h = 21,64$ ccm und $= 21,645$ ccm, im Mittel: $h = 21,6425$ ccm. Resultat: 0,05 ccm Anisöl, die in 100 ccm Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 enthalten sind, bewirken eine Verminderung der Steighöhe von $21,65 - 21,635 = 0,015$ ccm. Die Wirksamkeit gleicher Mengen Anisöl und Fuselöl verhält sich demnach wie $(-3) : (+15)$ oder wie $(-1) : (+5)$. Der Einfluß, den 1 Raumtheil Fuselöl auf die Steighöhe des Chloroforms ausübt, ist gleich und entgegengesetzt dem Einfluß von 5 Raumtheilen Anisöl. Obige 0,05 Volumprocente Anisöl werden demnach 0,01 Volumprocente Fuselöl in ihrer Wirkung auf die Steighöhe aufheben und der Entdeckung entziehen. Die Destillation mit Kalilauge hat die Wirkung des Anisöls auf die Steighöhe des Chloroforms um die Hälfte vermindert, nach der Destillation mit Lauge werden durch 0,05 Volumprocente Anisöl nur noch 0,005 Volumprocente Fuselöl in ihrer Wirkung aufgehoben und unermittelt bleiben.

3. Wachholderbeeröl. Die 0,5 ccm Wachholderbeeröl waren in den 304 ccm starken Alkohols nicht klar löslich. Dies entspricht den Angaben Hager's¹⁾, welcher sagt, daß Wachholderbeeröl mit starkem Alkohol eine trübe Lösung bilde. Natürlich war der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,05 Volumprocenten Wachholderbeeröl auch sehr trübe. Acht Ausschüttelungen mit je 100 ccm dieses Wachholderbranntweins ergaben sämmtlich die Steighöhe: $h = 21,64$ ccm. 200 ccm, mit Kalilauge destillirt und zu je 100 ccm mit Chloroform ausgeschüttelt, ergaben die Steighöhe: $h = 21,64$ ccm. Resultat: Ein Gehalt eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 an 0,05 Volumprocenten Wachholderbeeröl bewirkt eine Verminderung der Steighöhe von $21,65 - 21,64 = 0,01$ ccm. Die Wirkungen gleicher Mengen Fuselöl und Wachholderbeeröl auf die Steighöhe des Chloroforms verhalten sich demnach zu einander wie $(+15) : (-2)$. Der Einfluß, den 1 Volum Fuselöl auf die Steighöhe ausübt, ist gleich und entgegengesetzt dem Einfluß von 7,5 Volumen Wachholderbeeröl; 1 Volum Fuselöl und 7,5 Volume Wachholderbeeröl werden sich daher gegenseitig aufheben und ein Branntwein vom spezifischen Gewicht 0,96564, welcher Fuselöl und Wachholderbeeröl in dem Verhältniß von 1 : 7,5 enthält, wird die Basis der Steighöhen bei der Ausschüttelung ergeben. Die bei dem Versuch zugesetzten 0,05 Volumprocente würden demnach nur 0,0067 Volumprocente Fuselöl der Entdeckung entziehen. Ein Einfluß der Destillation mit Kalilauge konnte in diesem Fall nicht konstatiert werden, was wohl in der an und für sich so geringen Herabminderung der Steighöhen seine Erklärung findet.

¹⁾ Handbuch der pharmazeutischen Praxis, Bd. II, S. 229.

4. Pfefferminzöl. Der Alkohol vom specifischen Gewicht 0,96564 mit 0,05 Volumprocenten Pfefferminzöl war trübe. Acht Ausschüttelungen von je 100 ccm mit Chloroform ergaben die Steighöhe: $h = 21,625$ ccm; 200 ccm wurden mit Kalilauge destillirt und zu zwei Ausschüttelungen verwandt; es ergab sich: $h = 21,63$ ccm und $h = 21,635$ ccm, im Mittel: $h = 21,6325$ ccm. Resultat: Ein Gehalt eines Alkohols vom specifischen Gewicht 0,965645 an 0,05 Volumprocenten Pfefferminzöl bewirkt eine Verminderung der Steighöhe von $21,65 - 21,625 = 0,025$ ccm. Die Wirkung gleicher Mengen Fuselöl und Pfefferminzöl auf die Steighöhe des Chloroforms verhält sich wie $(+ 15) : (- 5)$ oder wie $(+ 3) : (- 1)$. Der Einfluß, den 1 Volum Fuselöl auf die Steighöhe des Chloroforms ausübt, ist gleich und entgegengesetzt dem Einfluß von 3 Volumen Pfefferminzöl; 1 Volum Fuselöl und 3 Volume Pfefferminzöl werden sich daher in ihrer Wirkung aufheben und ein Brantwein, der Fuselöl und Pfefferminzöl im Verhältniß 1 : 3 enthält, ergibt bei der Ausschüttelung die Basis der Steighöhe. Die zugesetzten 0,05 Volumprocente Pfefferminzöl würden demnach 0,017 Volumprocente Fuselöl in seiner Wirkung aufheben und der Entdeckung entziehen. Durch die Destillation mit Kalilauge wird die Wirkung des Pfefferminzöls um etwa $\frac{3}{10}$ vermindert, so daß nach derselben die 0,05 Volumprocente Pfefferminzöl noch 0,0119 Volumprocente Fuselöl der Entdeckung entziehen würden.

5. Kaffiaöl. Der Alkohol vom specifischen Gewicht 0,96564 und 0,05 Volumprocenten Kaffiaöl war trüb. Die Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe: $h = 21,68$ ccm. 0,05 Volumenprocente Kaffiaöl bewirken demnach eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,68 - 21,65 = 0,03$ ccm. Die Wirkungen gleicher Raumtheile Fuselöl und Kaffiaöl auf die Steighöhe verhalten sich wie 15 : 6 oder wie 2,5 : 1. Die angewandten 0,05 Volumprocente Kaffiaöl deuten fälschlicherweise 0,02 Volumprocente Fuselöl an.

Nach der Destillation mit Kalilauge ergab das vollkommen klare Destillat die Steighöhe: $h = 21,64$ ccm; nach der Destillation mit Kalilauge würden 0,05 Volumprocente Kaffiaöl 0,0067 Volumprocente Fuselöl verdecken.

Das Kaffiaöl ist unter den untersuchten Oelen das einzige, das in demselben Sinne wie das Fuselöl auf die Volumänderung des Chloroforms einwirkt; dies ist offenbar in der Natur des Oels, das zum größten Theil aus Zimmtäurealdehyd besteht, begründet. Das angewandte Oel reagirte stark sauer und setzte allmählich farblose Tafeln von Zimmtsäure ab. Aus der Zusammensetzung folgt auch die Aenderung der Wirkungsweise des Kaffiaöles durch die Destillation mit Kalilauge: Die Zimmtsäure bleibt als Kaliumsalz zurück, der Aldehyd wird zerstört und der übrige Theil des Oels wirkt wie die anderen Oele Volum vermindern auf das Chloroform.

6. Fenchelöl. Der Alkohol mit 0,05 Volumprocenten Fenchelöl war zuerst fast klar und trübte sich allmählich nur mäßig. Die Ausschüttelungen ergaben: $h = 21,65$ ccm. 0,05 Volumprocente Fenchelöl verändern daher die Steighöhe des Chloroforms nicht.

7. Citronenöl. Der Alkohol vom specifischen Gewicht 0,96564 und einem Gehalt von 0,05 Volumprocenten Citronenöl war sehr trübe. Acht Ausschüttelungen mit Chloroform ergaben sämmtlich die Steighöhe: $h = 21,65$ ccm.

Resultat: Ein Gehalt eines Brantweines vom specifischen Gewicht 0,96564 von 0,05 Volumprocenten Citronenöl beeinflusst die Steighöhe des Chloroforms nicht. Von einer Destillation mit Kalilauge wurde daher abgesehen.

8. Pomeranzenschalenöl. Der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und einem Gehalt an 0,05 Volumprocenten Pomeranzenschalenöl war sehr trübe. Zehn Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe: $h = 21,65$ ccm.

Resultat: Ein Gehalt eines Branntweines vom spezifischen Gewicht 0,96564 von 0,05 Volumprocenten Pomeranzenschalenöl beeinflusst die Steighöhe des Chloroforms nicht in bemerkbarer Weise. Von einer Destillation mit Kalilauge wurde abgesehen.

Faßt man die Ergebnisse der Versuche mit den ätherischen Oelen zusammen, so kommt man zu folgendem Schluß: Die ätherischen Oele, die zumeist in den gewöhnlichen Branntweinen vorkommen, beeinflussen in den Mengen, wie sie zugesetzt wurden, die Steighöhe des Chloroforms entweder gar nicht, wie Fenchelöl, Citronenöl und Pomeranzenschalenöl, oder nur in unerheblicher Weise. Den größten Einfluß unter den zur Untersuchung herangezogenen ätherischen Oelen zeigte das Pfefferminzöl; doch auch bei diesem vermochten die 0,05 Volumprocente nur 0,017 Volumprocente Fuselöl in ihrer Wirkung aufzuheben. Die Destillation mit Kalilauge vermindert die Fähigkeit fast aller untersuchten ätherischen Oele, sich in Chloroform zu lösen und ist deshalb jeder Branntweinuntersuchung schon aus diesem Grunde voranzuschicken. Daß die Mengen von ätherischen Oelen, die angewandt wurden, rationell sind, ergibt sich schon daraus, daß sie sich an die Praxis anschließen; daß die Mengen (0,05 Volumprocente) genügen, folgt daraus, daß die Alkohole intensiv nach dem betreffenden Oele rochen und trüb und milchig ausfahen. Es ist bemerkenswerth, daß die Zusätze von ätherischen Oelen in doppelter Weise den Nachweis und die Bestimmung des Fuselöls beeinflussen bezw. den gefundenen Fuselölgehalt als zu klein erscheinen lassen; denn einerseits wird durch das ätherische Oel der Fuselgeruch verdeckt oder doch weniger intensiv gemacht und andererseits heben die meisten ätherischen Oele bei der Methode zur Fuselölbestimmung nach Röse, die Wirkung eines Theiles — wenn auch nur eines sehr geringen — des Fuselöls auf. In dem geringen Einfluß der ätherischen Oele auf die Volumvermehrung des Chloroforms besteht ein großer Vorzug der Röse'schen Methode.

II. Fettjäureester.

Von den Estern wurden nur zwei zur Untersuchung herangezogen: das Aethylacetat und das Amylacetat. Ersteres kann sehr leicht im Spiritus, namentlich im rektifizirten, durch Kohle entfuselten Weingeist vorkommen, wenn eine geringe Menge Aethylalkohol bei diesem Reinigungsprozeß zu Essigsäure oxydirt wird, die sich mit dem Alkohol zu Essigäther verbindet. Amylacetat dagegen, welches sich durch einen höchst angenehmen, erfrischenden, fruchtähnlichen Geruch auszeichnet (es bildet z. B. einen Theil vieler sogenannter Fruchtäther), wird nicht selten zum Parfümiren dem Branntwein zugesetzt.

1. Aethylacetat. Die untersuchten Gemenge wurden in derselben Weise wie diejenigen der ätherischen Oele hergestellt, nur hat man, da die Ester in dem verdünnten Alkohol löslich waren, 0,1 Volumprocent derselben zugegeben. Es wurde also 1 ccm Ester in 304 ccm Feinsprit gelöst und das Ganze auf 1 l aufgefüllt, darauf das spezifische Gewicht genau auf 0,96564 eingestellt, wozu meist drei Bestimmungen genüigten.

Sieben Ausschüttelungen mit je 100 ccm eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,1 Volumprocenten Aethylacetat ergaben die Steighöhe: $h = 21,70$ ccm.

Je 100 ccm der restirenden 300 ccm des Alkohols wurden mit Kalilauge destillirt; drei Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe: $h = 21,65$.

0,1 Volumprocente Aethylacetat vermehren demnach die Chloroformschicht um $21,70 - 21,65 = 0,05$ ccm. Da 0,1 Volumprocente Fuselöl die Chloroformschicht um 0,15 ccm vergrößern, so verhalten sich die Wirkungen von Aethylacetat und Fuselöl zu einander wie 1 : 3. In einem Alkohol, der a Volumprocente Aethylacetat enthält, wird man daher nach der Rösse'schen Methode $\frac{a}{3}$ Volumprocente Fuselöl finden. Bei der Destillation mit Kalilauge wird der Ester verseift; es entsteht Kaliumacetat, das zurückbleibt, und Aethylalkohol, der übergeht. Die Wirkung des Aethylacetats als solches auf die Volumvermehrung des Chloroforms wird demnach durch Destillation mit Kalilauge aufgehoben.

2. Amylacetat. Sieben Ausschüttelungen mit je 100 ccm des Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,1 Volumprocenten Amylacetat ergaben die Steighöhe: $h = 21,72$ ccm. Der Alkohol roch angenehm fruchtartig.

Drei Portionen von je 100 ccm des Alkohols wurden mit Kalilauge destillirt; das Destillat roch deutlich fuselig und ergab die Steighöhe: $h = 21,76$ ccm.

Ein Gehalt eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 von 0,1 Volumprocent Amylacetat erhöht die Volumvermehrung des Chloroforms um $21,72 - 21,65 = 0,07$ ccm. Die Wirkung des Amylacetats auf die Volumvermehrung des Chloroforms verhält sich zu derjenigen einer gleichen Menge Fuselöl wie 7 : 15 oder wie 1 : 2,1 oder angenähert wie 1 : 2. Einem Alkohol mit a Volumprocenten Amylacetat würde man demnach bei einer Untersuchung nach der Rösse'schen Methode fälschlicher Weise einen Fuselgehalt von $\frac{a}{2}$ Volumprocenten zuschreiben. Bei der Destillation mit Kalilauge wird das Amylacetat verseift, es destillirt Amylalkohol über, der auch in merklicher Weise auf die Volumvermehrung des Chloroforms einwirkt.

Es folgt daraus, daß die Destillation mit Kalilauge bei Gegenwart von Fett säureestern mit höheren Alkoholradikalen auf das Resultat der Untersuchung einen ungünstigen Einfluß ausübt. Hieraus erklärt sich ohne Zweifel der Umstand, daß bei einer ganzen Anzahl im Gesundheitsamt untersuchter aromatisch riechender Branntweine hohe Fuselgehalte erhalten wurden, obwohl keine Spur Fuselöl durch den Geruch nachweisbar war. Da indeß die Ester mit höherem Alkoholradikal die Steighöhen ebenfalls stark beeinflussen, so wird man wegen der anderen großen Vortheile die Destillation mit Kalilauge trotzdem ausführen. Die Ester so zu zerstören, daß die entstehenden Alkohole ohne Wirkung sind, wird wohl unmöglich sein.

III. Nitrobenzol, Acetaldehyd, Paraldehyd, Furfurol, Cognaköl, Acetal.

1. Nitrobenzol (Mirbanöl): In derselben Weise wie früher wurde ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,05 Volumprocenten Nitrobenzol hergestellt. Derselbe war vollkommen klar. Acht Ausschüttelungen mit Chloroform gaben die

Steighöhe: $h = 21,68$ ccm. 200 ccm wurden mit Kalilauge destillirt; das Destillationsprodukt ergab die Steighöhe: $h = 21,66$ ccm.

Ein Gehalt eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 von 0,05 Volumprocenten Nitrobenzol erhöht die Steighöhe des Chloroforms um $21,68 - 21,65 = 0,03$ ccm. Die Wirkung gleicher Mengen Fuselöl und Nitrobenzol auf die Steighöhe des Chloroforms verhält sich wie 15 : 6 oder wie 2,5 : 1. Einem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit a Volumprocenten Nitrobenzol würde man demnach auf Grund der Untersuchung nach Röse fälschlich $\frac{a}{2,5} = 0,4$ a Volumprocente Fuselöl zuschreiben. Durch die Destillation mit Kalilauge wird die Wirkung des Nitrobenzols auf die Steighöhe des Chloroforms auf $\frac{1}{3}$ reduziert, sodaß sich nun die Wirkungen gleicher Mengen Nitrobenzol und Fuselöl auf die Steighöhe verhalten wie 1 : 7,5; a Volumprocente Nitrobenzol würden sich nach der Destillation mit Kalilauge fälschlich als $\frac{a}{7,5} = 0,133$ a Volumprocente Fuselöl bemerkbar machen.

Ein Nitrobenzol, das mehrere Jahre alt und durch das lange Stehen tief rothgelb geworden war, ergab die Steighöhe: $h = 21,695$, als es zu 0,05 Volumprocenten der alkoholischen Flüssigkeit zugemischt wurde. Diese im Gesundheitsamt angestellten Versuche über den Einfluß des Nitrobenzols decken sich nicht mit jenen von Mayrhofer (cf. S. 34). Letzterer giebt an, daß 0,1 Volumprocent Nitrobenzol die Steighöhe des Chloroforms von 21,50 ccm auf 21,35 ccm, also um 0,15 ccm herabgedrückt habe; danach würden Nitrobenzol und Amylalkohol in gleicher Menge die gleiche und entgegengesetzte Wirkung auf das Chloroform ausüben. Ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit gleichen Raumtheilen Nitrobenzol und Amylalkohol müßte demnach die Basis der Steighöhen ergeben. Dem war aber nicht so, denn ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564, welcher 0,1 Volumprocent Nitrobenzol und 0,1 Volumprocent Amylalkohol enthielt und mit welchem mehrere Ausschüttelungen gemacht wurden, ergab die Steighöhe des Chloroforms: $h = 21,86$ ccm, was mit dem diesseits gefundenen Resultate vollkommen übereinstimmt, während Mayrhofer's Angabe die Steighöhe: $h = 21,65$ ccm. entsprechen würde.

2. Acetaldehyd. Ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,1 Volumprocenten Acetaldehyd war vollkommen klar und ergab bei sechs Ausschüttelungen die Steighöhe: $h = 21,69$ mm. Nach der Destillation mit Kalilauge erhielt man bei vier Ausschüttelungen die der Basis entsprechende Steighöhe: $h = 21,65$.

Ein Gehalt von 0,1 Volumprocent Acetaldehyd bewirkt demnach eine Vermehrung des Chloroformvolums von $21,69 - 21,65 = 0,04$ ccm. Die Wirkung gleicher Raumtheile Amylalkohol und Acetaldehyd verhält sich somit wie 15 : 4 oder wie 3,75 : 1. Einen Branntwein mit a Volumprocenten Acetaldehyd würde man demnach auf Grund der bei der Chloroformauschüttelung erzielten Steighöhe fälschlich $\frac{a}{3,75} = 0,267 \cdot a$ Volumprocente Fuselöl zuschreiben. Durch Destillation mit Kalilauge wird der Aldehyd vollkommen zerstört, so daß das Destillationsprodukt keinen Einfluß mehr auf die Volumvermehrung des Chloroforms hat.

3. Paraldehyd. Der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,1 Volumprocenten Paraldehyd war klar. Die Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe

$h = 21,74$ ccm; nach der Destillation mit Kalilauge ergab sich ebenfalls die Steighöhe $h = 21,74$ ccm. 0,1 Volumprocente Paraldehyd bewirkten eine Steighöhenvermehrung von $21,74 - 21,65 = 0,09$ ccm. Die Wirkungen gleicher Mengen Fuselöl und Paraldehyd verhalten sich wie $15 : 9 = 1,67 : 1$. Die 0,1 Volumprocente Paraldehyd zeigen demnach fälschlich 0,06 Volumprocente Fuselöl an. Die Destillation mit Kalilauge ist ohne Einfluß auf die Steighöhe.

4. Furfurol. Der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,1 Volumprocente Furfurol war klar; das angewandte Furfurol war gelbbraun gefärbt. Die Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe: $h = 21,78$ ccm. Beim Kochen mit Kalilauge färbte sich der furfurolhaltige Alkohol tief rothbraun, zuletzt fast schwarz. Nach der Destillation mit Kalilauge ergab sich die Steighöhe: $h = 21,67$ ccm.

Ein Gehalt an Furfurol von 0,1 Volumprocent bewirkt demnach eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,78 - 21,65 = 0,13$ ccm. Der Einfluß gleicher Raumtheile Amylalkohol und Furfurol auf das Chloroform verhält sich also wie $15 : 13$ oder wie $1,154 : 1$. a Volumprocente Furfurol würden daher in einem Branntwein fälschlich $\frac{a}{1,154} = 0,867 \cdot a$ Volumprocente Fuselöl anzeigen. Nach der Destillation mit Kalilauge ist die Steighöhe des Chloroforms gleich $21,67 - 21,65 = 0,02$ ccm. Nach derselben verhält sich daher der Einfluß gleicher Raumtheile Amylalkohol wie $15 : 2 = 7,5 : 1$ und a Volumprocente Furfurol würden nur noch $\frac{a}{7,5} = 0,133 \cdot a$ Volumprocente Fuselöl fälschlich andeuten.

5. Cognaköl. Der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,05 Volumprocenten Cognaköl war trüb. Die Ausschüttelungen ergaben: $h = 21,695$ ccm. Nach der Destillation mit Kalilauge war das Destillat vollkommen klar; drei Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe: $h = 21,62$ ccm.

Ein Gehalt von 0,05 Volumprocenten Cognaköl bewirkt demnach eine Volumvermehrung von $21,695 - 21,65 = 0,045$ ccm. Der Einfluß gleicher Raumtheile Fuselöl und Cognaköl auf die Volumveränderung des Chloroforms verhält sich demnach wie $15 : 9 = 1,67 : 1$. a Volumprocente Cognaköl sind daher $\frac{a}{1,67} = 0,6 \cdot a$ Volumprocenten Fuselöl gleichwirkend. Nach der Destillation mit Kalilauge zeigt sich merkwürdiger Weise eine Volumverminderung des Chloroforms von $21,65 - 21,62 = 0,03$ ccm. Dieses Resultat erschien so auffallend, daß man mit einer neuen Quantität Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,05 Volumprocenten Cognaköl nach der Destillation mit Kalilauge noch fünf Ausschüttelungen machte; dieselben ergaben indeß durchweg die Steighöhe $21,62$ ccm. Nach der Destillation mit Kalilauge verhält sich also der Einfluß gleicher Raumtheile Amylalkohol und Cognaköl wie $(+15) : (-6) = (+2,5) : (-1)$ und a Volumprocente Cognaköl würden $\frac{a}{2,5} = 0,4 \cdot a$ Volumprocente Fuselöl der Entdeckung entziehen. Da man die Zusammensetzung des als technisches Nebenprodukt gewonnenen complexen Cognaköls nicht kennt, so kann auch der Vorgang bei der Destillation mit Kalilauge nicht näher erklärt werden.

6. Acetal. Der Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 mit 0,1 Volumprocent Acetal war klar; die Ausschüttelungen ergaben die Steighöhe $h = 21,745$ ccm. Nach der Destillation mit Kalilauge ergab sich: $h = 21,70$ ccm.

Ein Gehalt eines Branntweins von 0,1 Volumprocent Acetal bewirkt eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,745 - 21,65 = 0,095$ ccm. Der Einfluß gleicher Raumtheile Amylalkohol und Acetal verhält sich also wie 15 : 9,5 oder fast wie 1,5 : 1; a Volumprocente Acetal würden demnach $0,667 \cdot a = \frac{2}{3} a$ Volumprocente Fuselöl fälschlich anzeigen. Nach der Destillation mit Kalilauge bewirken 0,1 Volumprocent Acetal nur noch eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,70 - 21,65 = 0,05$ ccm; der Einfluß gleicher Raumtheile Amylalkohol und Acetal verhält sich jetzt wie 15 : 5 = 3 : 1 und durch die Destillation mit Kalilauge ist die Wirkung des Acetals auf die Steighöhe um die Hälfte vermindert worden. a Volumprocente Acetal würden demnach nach der Destillation mit Kalilauge $\frac{1}{3} a$ Volumprocente Fuselöl fälschlich anzeigen.

IV. Alkohole.

Der Einfluß hierher gehöriger Körper ist schon früher von Köse untersucht (cf. S. 22).

Das Fuselöl besteht im Wesentlichen aus dem Gährungsamylalkohol, dem Isobutylalkohol und dem Normalpropylalkohol; diese drei kommen daher in erster Linie in Betracht. Man hat aber auch die drei anderen Butylalkohole und den Isopropylalkohol in den Bereich der nachfolgend beschriebenen Versuche gezogen. Es wurde stets ein Liter eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,96564 dargestellt, der 0,2 Volumprocente des betreffenden höheren Alkohols enthielt. Von jedem Alkohol wurden zehn Ausschüttelungen gemacht; durch Destillation mit Kalilauge werden die Alkohole nicht beeinflusst und wird deshalb die Volumvermehrung des Chloroforms hierdurch nicht verändert. Die Alkohole gehen, wie in dieser Richtung angestellte Versuche dargethan haben, vollkommen mit den Wasser- und Aethylalkoholdämpfen über und befinden sich in den ersten $\frac{4}{5}$ des Destillats.

1. Amylalkohol. Der gewöhnliche Gährungsamylalkohol aus Fuselöl war bei den vorher beschriebenen Versuchen bei der Aufstellung einer Tabelle zur Berechnung des Fuselölgehalts aus der Steighöhe des Chloroforms der Vertreter des Fuselöls. Es wurde gefunden, daß ein Gehalt an Amylalkohol von 0,2 Volumprocenten eine Volumvermehrung von $21,95 - 21,65 = 0,30$ ccm bewirkt.

2. Normalbutylalkohol. Zehn Ausschüttelungen mit dem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,2 Volumprocenten Normalbutylalkohol ergaben: $h = 21,82$ ccm. 0,2 Volumprocente Normalbutylalkohol bewirken daher eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,82 - 21,65 = 0,17$ ccm.

3. Isobutylalkohol (Isopropylcarbinol). Zehn Ausschüttelungen mit dem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 und 0,2 Volumprocenten Isobutylalkohol ergaben: $h = 21,80$ ccm. 0,2 Volumprocente Isobutylalkohol bewirken daher eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,80 - 21,65 = 0,15$ ccm.

4. Secundärbutylalkohol (Methyl-Methylcarbinol). Bei Anwendung von 0,2 Volumprocenten Secundär-Butylalkohol ergab sich: $h = 21,745$ ccm. 0,2 Volumprocente Secundärbutylalkohol bewirken daher eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,745 - 21,65 = 0,095$ ccm.

5. Tertiärbutylalkohol (Trimethylcarbinol). Bei Anwendung von 0,2 Volumprocenten Trimethylcarbinol ergab sich: $h = 21,69$ ccm. 0,2 Volumprocente Trimethylcarbinol bewirken daher eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,69 - 21,65 = 0,04$ ccm.

6. Normalpropylalkohol. Bei Anwendung von 0,2 Volumprocenten Normalpropylalkohol ergab sich: $h = 21,75$ ccm. 0,2 Volumprocente Normalpropylalkohol bewirken demnach eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,75 - 21,65 = 0,10$ ccm.

7. Isopropylalkohol (Dimethylcarbinol). Bei Anwendung von 0,2 Volumprocenten Isopropylalkohol ergab sich die Steighöhe: $h = 21,69$ ccm. 0,2 Volumprocente Isopropylalkohol bewirken demnach eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,69 - 21,65 = 0,4$ ccm.

8. Rohes Fuselöl. Ein Alkohol mit 0,2 Volumprocenten Fuselöl ergab die Steighöhe: $h = 21,92$ ccm. 0,2 Volumprocente rohes Fuselöl bewirken daher eine Volumvermehrung des Chloroforms von $21,92 - 21,65 = 0,27$ ccm.

Bezeichnen wir den Amylalkohol mit Am, den Normal-, Iso-, Secundär- und Tertiärbutylalkohol bezüglich mit Ubut, Jbut, Secbut, Tertbut, den Normal- und Isopropylalkohol bezüglich mit Uprop und Jprop, so erhalten wir für die Wirkung gleicher Raumtheile dieser Alkohole folgende Proportion:

$$\text{Am} : \text{Ubut} : \text{Jbut} : \text{Secbut} : \text{Tertbut} : \text{Uprop} : \text{Jprop} = 30 : 17 : 15 : 9,5 : 4 : 10 : 4.$$

Setzen wir die Wirkung des Amylalkohols zu 100, so wird:

$$\text{Am} : \text{Ubut} : \text{Jbut} : \text{Secbut} : \text{Tertbut} : \text{Uprop} : \text{Jprop} = 100 : 56\frac{2}{3} : 50 : 31\frac{2}{3} : 13\frac{1}{3} : 33\frac{1}{3} : 13\frac{1}{3}.$$

Sondern wir die drei wichtigsten Alkohole ab, so wird:

$$\text{Am} : \text{Jbut} : \text{Uprop} = 100 : 50 : 33\frac{1}{3} = 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}.$$

Nach diesen Versuchen ist die Wirkung des Isobutylalkohols auf die Volumvermehrung des Chloroforms gleich der Hälfte und diejenige des Normalpropylalkohols gleich $\frac{1}{3}$ derjenigen des Amylalkohols. Köfe fand für dieses Verhältniß die Werthe: 100 : 85 : 50, Stuzer und Reitmair dagegen 100 : 77 : 35. Köfe hatte hierbei noch 50-volumprocentigen Alkohol angewandt, Stuzer dagegen, wie hier, einen solchen von 30 Volumprocenten. Das im Gesundheitsamt gefundene Verhältniß der Wirkung gleicher Mengen Amylalkohol und Propylalkohol auf die Volumvermehrung des Chloroforms stimmt mit dem von Stuzer gefundenen überein. Bei dem Isobutylalkohol ist dies nicht der Fall; während Stuzer das Verhältniß 100 : 77 oder fast $1 : \frac{3}{4}$ fand, ergaben die im Gesundheitsamt ausgeführten zehn Ausschüttelungen das Verhältniß 100 : 50 oder $1 : \frac{1}{2}$. Wodurch diese Differenz hervorgerufen wird, läßt sich ohne Weiteres nicht entscheiden.

Zur Uebersicht sind in der folgenden Tabelle die Vermehrungen der Chloroformschicht durch die einzelnen Substanzen neben einandergestellt. Um die Resultate anschaulicher zu gestalten, sind die Werthe sämmtlich auf die Zahl 100 für Amylalkohol bezogen und gleiche Raumtheile der Substanzen ins Auge gefaßt. Da 0,1 Volumprocent Amylalkohol

eine Ausdehnung der Chloroformschicht von 0,15 ccm bewirkt, so muß man diesen Werth mit $\frac{100}{0,15} = \frac{2000}{3}$ multiplizieren, um den Werth 100 zu erhalten. Um für die anderen Substanzen vergleichbare Zahlen zu erzielen, hat man demnach die durch 0,1 Volumprocente der betreffenden Substanz bewirkte Volumvermehrung des Chloroforms mit $\frac{2000}{3}$ zu multiplizieren.

Amylalkohol = 100.

Laufende Nr.	S u b s t a n z	Wirkung der Substanz	
		vor der Destillation mit Kalilauge	nach der Destillation mit Kalilauge
1	Anisöl	— 20	— 10
2	Kümmelöl	— 27	— 13
3	Pfefferminzöl	— 33	— 23
4	Kassiaöl	40	— 13
5	Wachholderbeeröl	— 13	— 13
6	Citronenöl	0	0
7	Pomeranzenschalenöl	0	0
8	Fenchelöl	0	0
9	Acetaldehyd	27	0
10	Paraldehyd	60	60
11	Furfurol	87	13
12	Methylacetat	33	0
13	Amylacetat	47	73
14	Nitrobenzol	40	13
15	Acetal	63	33
16	Cognaköl	60	— 40
17	Amylalkohol	100	100
18	Normalbutylalkohol	57	57
19	Isobutylalkohol	50	50
20	Sekundärbutylalkohol	32	32
21	Tertiärbutylalkohol	13	13
22	Normalpropylalkohol	33	33
23	Isopropylalkohol	13	13
24	Rohes Fuselöl	90	90

Es sei noch kurz die Frage erörtert, ob es vortheilhaft ist, das Fuselöl der Trinkbranntweine als Amylalkohol zu berechnen. Köse (l. c.) hatte vorgeschlagen, die auf Amylalkohol berechneten Procentzahlen mit konstanten Faktoren zu multiplizieren, welche für die einzelnen Fuselöle verschiedener Herkunft, wie Kartoffelfuselöl, Kornfuselöl, Maisfuselöl, Tresterfuselöl u. s. w. ein für alle Mal zu berechnen seien. Diesem Vorschlag liegt offenbar der Gedanke zu Grunde, daß das Fuselöl einer bestimmten Herkunft stets gleich zusammengesetzt sei. Da dies indeß durchaus nicht der Fall zu sein braucht, so gaben Stüker und Reitmair diesen Gedanken auf und führten einfach die auf Amylalkohol berechnete Procentzahl als „Fuselöl“ an. Sie glaubten sich hierzu berechtigt, weil der Amylalkohol der toxisch wirksamste unter den Bestandtheilen des Fuselöls ist und weil derselbe meistens quantitativ gegen die übrigen höheren Alkohole im Fuselöl vorwiegt. Nach ihren Erfahrungen verhält sich die Wirkung gleicher Raumtheile

Amylalkohol und Fuselöl im Mittel wie 100 : 90, doch variiert dieses Verhältniß je nach der Zusammensetzung des betreffenden Fuselöls. Als im Gesundheitsamt ein „rohes Fuselöl“ nach der Röse'schen Methode untersucht wurde, erhielt man das Verhältniß 100 : 90.

Man kann dem Vorschlag Stutzer's, das Fuselöl auf Amylalkohol zu berechnen, beipflichten; sicher ist es keine Härte, sondern nach Eintritt des Reinigungszwanges ein Zugeständniß gegenüber den Produzenten. Dies wird aus dem Folgenden klar werden.

Es wurden eine große Anzahl von Versuchen mit einem Fuselgemisch ange-
stellt, das aus 5 Theilen Amylalkohol, 1 Theil Sjobutylalkohol und 1 Theil Propyl-
alkohol bestand, welches mit anderen Worten 71,4 Volumprocente Amylalkohol, 14,3 Volum-
procente Sjobutylalkohol und 14,3 Volumprocente Propylalkohol enthielt. Es möge nun
angenommen werden, daß dem Fuselöl eines Branntweins diese Zusammensetzung zukomme
und zwar habe der Branntwein bei 30 Volumprocenten Alkohol davon 0,3 Volumprocente.
In 100 ccm des Branntweins sind also 0,3 ccm solchen Fuselöls; diese 0,3 ccm bestehen
unter den gemachten Voraussetzungen aus:

$$\begin{aligned} \frac{71,4}{100} \cdot 0,3 &= 0,2142 \text{ ccm Amylalkohol,} \\ \frac{14,3}{100} \cdot 0,3 &= 0,0429 \text{ ccm Sjobutylalkohol,} \\ \frac{14,3}{100} \cdot 0,3 &= 0,0429 \text{ ccm Propylalkohol.} \\ \hline \text{Summa} &= 0,3 \text{ ccm Fuselöl.} \end{aligned}$$

Wird dieser Alkohol nun nach der Röse'schen Methode geprüft, so ergibt sich Folgendes: Da
0,1 Volumprocente Amylalkohol eine Volumvermehrung des Chloroforms von 0,15 ccm
bewirken, so rufen die 0,2142 ccm Amylalkohol im Branntwein eine Volumvermehrung
von $\frac{0,15}{0,10} \cdot 0,2142 = 0,3213$ ccm hervor. Da ferner die Wirkung des Sjobutylalkohols
halb so groß ist wie diejenige eines gleichen Volums Amylalkohols, so bewirken die
0,0429 ccm Sjobutylalkohol eine Volumvermehrung des Chloroforms von 0,03213 ccm
und da 0,1 ccm Propylalkohol eine Volumvermehrung des Chloroforms von 0,05 ccm
verursachen, so bewirken die 0,0429 ccm Propylalkohol eine solche von $\frac{0,05}{0,10} \cdot 0,0429 =$
0,0234 ccm. Die 0,3 ccm Fuselöl bewirken daher eine Volumvermehrung von:

$$0,3213 + 0,03213 + 0,0234 = 0,37683 \text{ oder abgerundet von } 0,377 \text{ ccm.}$$

Bei der Ausschüttelung dieses Branntweins findet man also eine absolute Steig-
höhe von 0,377 ccm. Die Tabelle ergibt hierfür 0,251 Volumprocente Fuselöl, als Amyl-
alkohol berechnet. Da aber thatsächlich 0,3 Volumprocente Fuselöl in dem Branntwein
sind, so haben wir etwa 0,05 Volumprocente oder $17\frac{1}{3}\%$ des Gesamtfuselöls zu
wenig gefunden.

Einfluß der Temperatur. Zwischen dem Chloroform und dem wässrigen
mit Schwefelsäure angeäuerten Alkohol besteht ein labiler Gleichgewichtszustand, es
ist deshalb nicht einerlei, ob die Flüssigkeiten schon beim Schütteln die erforderliche
gleiche Temperatur haben, oder ob sie bei irgend einer beliebigen Temperatur in innige
Berührung gebracht werden und erst nach dem Schütteln die erforderliche Normal-

temperatur annehmen. Als Alkohol, Chloroform und Kühlwasser die Temperatur 15° C zeigten, wurde die Steighöhe abgelesen. Darauf wurde der Schüttelapparat in dem Kühlcylinder belassen und am nächsten Morgen abermals Temperatur und Steighöhe abgelesen. Eine große Anzahl Beobachtungen, welche sowohl im Sommer als auch im Winter angestellt wurden, so daß die Temperatur im ersten Falle während der Nacht stieg, im zweiten aber fiel, ergab das Resultat, daß die Steighöhe um 0,026 cem steigt bezw. fällt, wenn die Temperatur um 1° C steigt bezw. sinkt.

Anders verhält es sich, wenn die Flüssigkeiten beim Zusammenbringen eine von der Normaltemperatur verschiedene Temperatur besitzen, wie folgende auf diese Frage bezügliche Versuche darthun. Ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 wurde auf 15° C abgekühlt, desgleichen das Chloroform und hierauf die Volumvermehrung des letzteren bei 15° C bestimmt; es ergab sich die Basis der Steighöhen: $h = 21,65$ cem. Nun wurden derselbe Alkohol sowie das Chloroform und ebenso das Wasser des Kühlcylinders auf 10° C abgekühlt und bei dieser Temperatur die Steighöhe des Chloroforms bestimmt; es ergab sich $h = 21,42$ cem. Zuletzt wurde genau so bei 20° C verfahren; es resultirte $h = 21,88$ cem. Für jeden Grad Celsius, den Alkohol, Chloroform und Kühlwasser gemeinsam über bezw. unter der Normaltemperatur zeigen, wächst bezw. fällt die Steighöhe der Chloroformschicht um 0,046 cem. Weit komplizirter wird die Sache, wenn Alkohol und Chloroform zwar dieselbe, aber eine von derjenigen des Kühlwassers verschiedene Temperatur haben und keine von beiden Temperaturen mit der Normaltemperatur übereinstimmt; überhaupt nicht mehr zu überblicken ist die Sachlage, wenn alle drei Flüssigkeiten, Alkohol, Chloroform und Kühlwasser, unter einander verschiedene Temperaturen haben und keine von denselben mit der Normaltemperatur zusammenfällt. Welche Fehler hierbei gemacht werden können, wenn man diese eigenthümlichen Verhältnisse nicht beachtet, ist aus dem folgenden, absichtlich einfach gewählten Beispiele ersichtlich: Wir nehmen an, Alkohol und Chloroform haben eine Temperatur von 20° C, das Kühlwasser ebenfalls 20° C; sofort nach der Ausschüttelung werde das Kühlwasser, während der Schüttelapparat darin schwimmt, auf 15° C abgekühlt. Nach dem Temperaturausgleich ergebe sich die Steighöhe: $h = 21,90$ cem. Berücksichtigt man nun nicht die Labilität des Gleichgewichtszustandes, sondern beruhigt sich mit dem Gedanken, daß die Flüssigkeiten ja jetzt die gewünschte Normaltemperatur von 15° C haben, so ergiebt die Tabelle für $h = 21,90$ einen Gehalt von 0,166 Volumprocenten Fuselöl. In Wirklichkeit hat man aber folgendermaßen zu überlegen. Die drei Flüssigkeiten hatten eine Temperatur von 20° C, als sie geschüttelt wurden; nachdem der labile Gleichgewichtszustand bei 20° C eingetreten war, wurde das ganze Gemisch auf 15° C abgekühlt, die Temperatur fiel also nach der Schüttelung um 5° C. Vorher wurde gezeigt, daß unter diesen Verhältnissen einem Sinken der Temperatur um 1° C ein Sinken der Steighöhe von $0,026$ cem entspricht; die 5° C bewirken demnach ein Sinken der Steighöhe von $5 \cdot 0,026 = 0,13$ cem. Wäre demnach die Ausschüttelung nicht nur bei 20° C ausgeführt worden, sondern wäre auch die Temperatur des Kühlwassers konstant bei 20° C gelassen worden, so hätte sich die Steighöhe $h = 21,90 + 0,13 = 22,03$ cem ergeben. Nun wissen wir, daß bei gleicher Temperatur von Alkohol, Chloroform und Kühlwasser einer Temperaturdifferenz von $\pm 1^{\circ}$ C eine Steighöhendifferenz

von $\pm 0,046$ ccm entspricht; die $+ 5^{\circ} \text{ C}$ entsprechen demnach $+ 0,046 \cdot 5 = + 0,23$ ccm Steighöhe. Wäre demnach die Ausschüttelung unter der vorgeschriebenen Bedingung, daß alle drei Flüssigkeiten eine Temperatur von 15° C haben und behalten, vorgenommen worden, so hätte sich die Steighöhe $h = 22,03 - 0,23 = 21,80$ ccm ergeben. Dies ist die Steighöhe, welche der Alkohol beim Speriren unter den Normalbedingungen gezeigt hätte; ihr entspricht nach der Tabelle ein Fuselgehalt von 0,1 Volumprocent. Oben wurden fälschlicherweise 0,166 Volumprocente Fuselöl gefunden; der Fehler, der der Nichtbeachtung dieser Verhältnisse entspringt, beträgt demnach nicht weniger als 66%. Will man derartige lästige Umrechnungen vermeiden, so sorge man dafür, daß Chloroform, Alkohol und Kühlwasser die Temperatur von 15° C besitzen und daß letzteres dieselbe während der ganzen Dauer des Versuches beibehält. Dies ist sehr leicht zu erreichen, selbst im heißen Sommer bei Anwendung von Eis, zumal da der Schüttelapparat kaum $\frac{1}{4}$ Stunde in dem Kühlgefäße zu verweilen braucht. Bei den im Gesundheitsamt ausgeführten Ausschüttelungen, welche die Zahl 2000 weit überschreiten, wurde die Normaltemperatur 15° C während der ganzen Dauer des Versuches genau eingehalten, so daß nicht ein einziges Mal eine Umrechnung nöthig war.

Ebenso ist der Einfluß des spezifischen Gewichtes ein bedeutender. Während ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 entsprechend 30,00 Volumprocenten die Steighöhe $h = 21,65$ ccm zeigte, ergab ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96482 entsprechend 30,715 Volumprocenten die Steighöhe: $h = 21,865$ ccm; da also ein Mehrgehalt an Alkohol von 0,715 Volumprocenten eine Vergrößerung der Steighöhe von $21,865 - 21,65 = 0,215$ ccm hervorruft, so bewirkt ein Mehrgehalt an Alkohol von 1 Volumprocent eine Steighöhenermehrung von $\frac{0,215}{0,715} = 0,30$ ccm. Ein Alkohol von 29,50 Volumprocenten ergab die Steighöhe: $h = 21,50$; einem Mindergehalt an Alkohol von 0,50 Volumprocenten entspricht demnach eine Erniedrigung der Steighöhe von $21,65 - 21,50 = 0,15$ ccm, einem Mindergehalt von 1 Volumprocent daher eine Steighöhenerniedrigung von 0,30 ccm. Diese Zahlen wurden noch durch eine große Anzahl von Versuchen bestätigt, so daß sich das Resultat ergibt: Ein Mehrgehalt an Alkohol von 1 Volumprocent über dem Normalgehalt (30 Volumprocente) bewirkt eine Erhöhung der Steighöhe von 0,30 ccm, ein gleicher Mindergehalt eine gleich große Steighöhenerniedrigung. Eine Differenz im Alkoholgehalt von $\pm x$ Volumprocenten von dem Normalgehalt bewirkt demnach eine Differenz der Steighöhe von $\pm 0,3 \cdot x$ ccm, wobei die gleichen Vorzeichen zusammen gehören. $\pm 0,1$ Volumprocente Alkohol entsprechen einer Steighöhendifferenz von $\pm 0,03$ ccm, und da 0,15 ccm Steighöhendifferenz einen Fuselgehalt von 0,10 Volumprocenten anzeigen, so entsprechen die 0,03 ccm 0,02 Volumprocenten Fuselöl. Es ist daraus ersichtlich, daß auf die Einhaltung des spezifischen Gewichtes 0,96564 große Sorgfalt zu verwenden ist.

Die kapillarimetrische Methode nach Traube.

Prinzip der Methode, Beschreibung des Apparates und der Ausführung der Untersuchung.¹⁾ Diese Methode zur quantitativen Bestimmung des Fuselöls im Branntwein beruht, gleich der Köfse'schen Methode, auf physikalischen Prinzipien; sie basiert auf der Thatsache, daß in den homologen Reihen organischer Verbindungen die höheren Homologen in einem kapillaren Rohre eine geringere Steighöhe zeigen als die niederen Glieder, daß demnach die Steighöhe im Kapillarrohre mit zunehmendem Molekulargewicht der Homologen allmählich fällt. Auf Grund dieser Thatsache ist also die Steighöhe des Aethylalkohols im Kapillarrohr größer als diejenige der das Fuselöl bildenden höheren homologen Alkohole, der Propyl-, Butyl- und Amylalkohole. Da nun der Unterschied der Steighöhen ein ziemlich beträchtlicher ist, so wird, wie Traube folgert, ein geringer Gehalt an Fuselöl die Steighöhe des Aethyl-

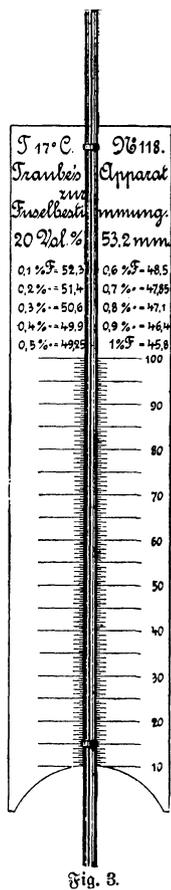


Fig. 3.

alkohols schon in so erheblichem Maße vermindern, daß man die Erniedrigung noch genau ablesen kann; die letztere kann daher als Maß für den Gehalt des Branntweins an Fuselöl dienen. Von den drei Flüssigkeiten: Wasser, Aethylalkohol und Amylalkohol hat Wasser die höchste, Aethylalkohol eine mittlere und Amylalkohol die niedrigste Steighöhe im Kapillarrohr; die Erniedrigung durch den Gehalt an Amylalkohol wird sich aus diesem Grunde um so mehr bemerkbar machen, je verdünnter der Aethylalkohol ist. Traube verwendet daher, weil die Flüssigkeiten stets ein bestimmtes spezifisches Gewicht haben müssen, um vergleichbare Resultate zu liefern, einen Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626 entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol und bringt auch die zu untersuchenden Branntweine auf das spezifische Gewicht 0,97626. Da viele derselben 40 und mehr Volumprocente Alkohol haben, so ist häufig ein Zusatz von gleichviel und mehr Wasser zu einem bestimmten Quantum Branntwein erforderlich, wodurch natürlich der Procentgehalt an Fuselöl in der zur Untersuchung vorbereiteten Flüssigkeit auf die Hälfte oder noch weniger reduziert wird. Es ist klar, daß hierdurch die Genauigkeit der Untersuchung leidet; denn wäre der ursprüngliche Fuselgehalt des Branntweins noch vorhanden, so müßte die Steighöhenerniedrigung bedeutend bemerkbarer sein, und damit wäre die Möglichkeit gegeben, weit kleinere Mengen Fuselöl noch genau zu bestimmen. Andererseits muß der gefundene Procentgehalt des verdünnten Alkohols auf den ursprünglichen Gehalt des Branntweins umgerechnet werden; jeder Fehler, der daher in irgend einem Stadium der Untersuchung gemacht worden ist, wird zuletzt bei der Umrechnung verdoppelt. Ganz von selbst drängt sich bei diesen Ueberlegungen die Frage auf: Ist es nicht vortheilhafter, den Alkohol weniger stark zu verdünnen, ihn etwa auf das spezifische Gewicht

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 19. S. 892 cf. auch: Traube: Repert. analyt. Chem. 1886 S. 561; ebenda: Stuzer, S. 606; ebenda: Traube, S. 659. Mayrhofer 1. c. S. 116; Stuzer u. Reitmair: 1. c. S. 200 ff. u. A.

0,96564 entsprechend 30 Volumprocenten zu bringen? Diese Frage kann nicht durch Spekulation, sondern nur durch das Experiment beantwortet werden; es wird später des Näheren auf sie zurückgekommen werden. Den einen Vortheil bietet die Verdünnung auf 20 Volumprocente, daß man wohl fast niemals zu einem Branntwein Alkohol zusetzen muß, denn Branntweine mit weniger als 20 Volumprocenten Alkohol werden nur selten im Handel vorkommen. Stuker und Reitmair verwandten bei der Prüfung des fraglichen Verfahrens 30-volumprocentigen Alkohol, weil sie diesen von den Untersuchungen nach der Köse'schen Methode übrig hatten, also bloß aus Zweckmäßigkeitsgründen.

Zur Ausführung der Methode dient das „Traube'sche Kapillarmeter zur Bestimmung des Fuselöls“, das von C. Gerhard (Marquart's Lager chemischer Utensilien) in Bonn a. Rh. verfertigt wird. Dasselbe besteht (cf. Fig. 3) aus einem feinen Kapillarrohr von unbekanntem Radius bei 197 mm Länge, das auf einer Milchglasfala mittels zweier Charniere befestigt ist. Die Skala bildet ein Rechteck, dessen längere Seite eine Ausdehnung von 151 mm, dessen kürzere eine solche von 35 mm hat. Das Kapillarrohr ist in der mittleren Vertikale der Längsrichtung befestigt. Am unteren Ende ist aus der Skala ein Stück von der Form einer Parabel herausgeschnitten, deren geometrische Axe das Kapillarrohr bildet und deren Scheitel nach oben zu liegt; hierdurch werden zwei Spitzen gebildet, die gleichmäßig abgefeilt sind. Der Scheitel der Parabel, welcher zugleich der unterste Berührungspunkt der Kapillaren mit der Skala ist, trägt den Theilstrich 10 mm. Von diesem Theilstrich ab ist die Skala nach oben zu in halbe Millimeter eingetheilt und zwar bis zum Theilstrich 100 Millimeter, mit dem dieser Theil der Skala abschließt. Auf dem oberen Theile ist eine Tabelle eingebraunt, die von Traube für jeden Apparat besonders bestimmt worden ist; sie enthält die den einzelnen Procentfüßen von 0,1 bis 1% Fuselöl (von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{100}$ % fortschreitend) entsprechenden Steighöhen für den bestimmten Apparat, dessen Nummer oben rechts, und für diejenige Temperatur, welche oben links verzeichnet ist.

Die Skala wird in den Arm eines Statifs eingeklemmt, welches zweckmäßig folgende Einrichtung hat: Der die Skala tragende Arm des Statifs geht in eine cylinderförmige Hülse über, welche das Statif umschließt und über das Statif hinaus einen Fortsatz besitzt. Auf diesem ist eine Schraube angebracht, die in eine Triebstange hineinfäßt, welche an der äußeren Seite des Statifs in vertikaler Richtung befestigt ist. Diese Konstruktion ermöglicht es, den Arm des Statifs und damit die eingespannte Skala je nach Bedarf sehr kleine Strecken aufwärts und abwärts zu bewegen.

In Betreff der Ausführung der Untersuchung möge zunächst wörtlich die Beschreibung folgen, welche Traube in der jedem Apparate beiliegenden Gebrauchsanweisung giebt.

„Der zu untersuchende Weingeist oder Branntwein, bezw. bei größerem Extrakt- oder Zuckergehalt deren Destillat, wird mit Hülfe der Verdünnungstabelle derart verdünnt, daß sein spezifisches Gewicht demjenigen des 20-volumprocentigen Weingeistes entspricht. Es wird nunmehr die Steighöhe der in einem kleinen Glase befindlichen Flüssigkeit in der Weise bestimmt, daß man die angenähert senkrecht in das Statif eingespannte Skala durch langsame Drehung der Stellschraube so weit herniederbewegt, bis die Spitzen der Skala soeben die Flüssigkeitsoberfläche berühren. Bei einiger Uebung ist dieser Punkt scharf und schnell zu erreichen. Die Flüssigkeit wird sodann

2—3mal langsam in die Röhre emporgejaugt und dann nach 10—60 Sekunden die Höhe des unteren Meniskusrandes abgelesen. Ein allzulanges Warten beim Ablefen ist zu vermeiden; ebenso hüte man sich, daß beim Emporjaugen kein Speichel in die Röhre fließt. Die empirisch für die auf dem Apparate verzeichnete Temperatur T hergestellte Skala giebt dann ohne Weiteres für jene Temperatur den Zusetzgehalt des verdünnten Weingeistes an. Große Sorgfalt ist der Reinhaltung der Röhre zu widmen. Dieselbe wird gereinigt, indem man vor und nach jedem Gebrauche einigemal staubfreies Wasser und Alkohol (und von Zeit zu Zeit Salpetersäure) in dieselbe emporjaugt und dann trocknet, indem man mit Hilfe einer Saugpumpe einen kleinen Strom durch Schwefelsäure gereinigter und getrockneter Luft hindurchläßt.“

Hier zunächst nur Einiges über die Erfahrungen, welche man im Gesundheitsamt hinsichtlich des Gebrauches des Apparates gesammelt hat.

Das Becherglas, in dem sich die emporzujugende Flüssigkeit befindet, muß einen Durchmesser haben, der erheblich größer ist, als die kleine Seite der Skala. Denn an den Wänden des Gefäßes erhebt sich die Flüssigkeit über das Niveau der Mitte; wendet man daher ein enges Glas an, so befinden sich die Spitzen der Skala dicht an der Wand, beim Hinabbewegen berühren die Spitzen die Flüssigkeit zu früh, da die Flüssigkeit an der Wand höher steht, als das Normalniveau, und die Steighöhe wird zu groß gefunden.

Beim Einstellen der Skala hat man zwei Punkte besonders zu beobachten: 1) Die beiden Spitzen müssen gleichzeitig beim Herabbewegen die Flüssigkeitsoberfläche berühren. Um dies zu erreichen, sind die Stellichrauben an den Füßen des Statifs angebracht. 2) Die Spitzen müssen soeben die Flüssigkeitsoberfläche berühren. Damit die Versuchsbedingungen stets dieselben sind, werden die Spitzen zunächst in die Flüssigkeit getaucht und dadurch angefeuchtet, darauf wieder hinaufbewegt und herabgelassen; da die seitliche Stellichraube gestattet, die Skala um Strecken zu bewegen, die nur einen Bruchtheil eines Millimeters ausmachen, läßt sich der Punkt, wo die Spitzen die Oberfläche des Alkohols soeben berühren, ganz scharf einstellen, sofern die Spitzen gleichmäßig gearbeitet sind, was bei einem der dem Gesundheitsamt gelieferten Apparat nicht der Fall war.

Das Emporjaugen des Alkohols geschieht mittels eines am oberen Ende der Kapillarröhre angebrachten Gummischlauches; um, namentlich auch bei dem späteren Reinigen, zu vermeiden, daß Speichel in die Röhre eintritt, sind in den Gummischlauch zwei Röhren mit Chlorcalcium und zunächst dem Munde eine Röhre mit Watte eingeschaltet.

Die Ablefung geschieht mittels der Lupe; man kann $\frac{1}{10}$ mm noch genau abschätzen. Die Reinigung und Trocknung des Apparates geschah nach den Angaben Traube's.

Vorversuche zum Zwecke der Herstellung einer Tabelle zur Berechnung des Zusetzes aus der Steighöhe im Kapillarrohr. Wie jede empirische Methode bedarf auch die Traube'sche einer Reihe von Vorversuchen, die der Untersuchung der unbekanntem Mischung von Alkohol und Zusetzöl im Trinkbranntwein zur Grundlage dienen. Ueber diese, soweit sie im Gesundheitsamt zur Ausführung kamen, soll zunächst berichtet werden.

Es lagen zwei Exemplare des Traube'schen Kapillarimeters vor: Nr. 40 und Nr. 118. Der Apparat Nr. 40 wurde von vornherein wegen ungleicher Beschaffenheit der Spitzen ausgeschieden; Nr. 118 war auf die Temperatur 17° C geacht, welche Temperatur auch diesseits als Normaltemperatur angenommen wurde. Von dieser Kapillare (Nr. 118) wurde der Radius bestimmt, welchen man nach der Formel $a^2 = r \cdot h$ berechnete. Hierin bedeutet a^2 die Kapillaritätskonstante, r den unbekanntem Radius der Kapillare und h die Kapillarsteighöhe der Flüssigkeit, deren Kapillaritätskonstante gleich a^2 ist; a^2 und h müssen bei derselben Temperatur bestimmt werden, r ist in Millimetern ausgedrückt. Setzt man in der Gleichung: $a^2 = r \cdot h$ den Radius der Röhre $r = 1$ mm, so wird: $a^2 = h$, d. h. die Kapillaritätskonstante einer Flüssigkeit ist die Steighöhe derselben in einem Kapillarrohr von 1 mm Radius.

Für Wasser giebt Traube bei 15° C die Kapillaritätskonstante: $a^2 = 14,77$ mm. In dem vorliegenden Rohre zeigte Wasser bei 15° C die Steighöhe: $h = 93,35$ mm. Daher ist, wenn wir in die allgemeine Gleichung diese Spezialwerthe einsetzen: $14,77 = r \cdot 93,35$ und $r = \frac{14,77}{93,35}$ mm, d. h. $r = 0,1582$ mm. Der Radius der Kapillare beträgt 0,1582 mm. Uebrigens kann derselbe noch auf andere Weise berechnet werden. Nach C. Brunner¹⁾ wird die Steighöhe h des Wassers in einem Kapillarrohr vom Radius 1 mm bei der Temperatur t durch die Formel $h = 15,33215 - 0,0286396 \cdot t$ ausgedrückt. In dem Kapillarrohr des Gesundheitsamts zeigte Wasser bei 17,25° C die Steighöhe: $h = 92,9$ mm. Nun verhalten sich die Steighöhen derselben Flüssigkeit in zwei verschiedenen Röhren bei derselben Temperatur umgekehrt wie die Radien der Kapillare. Ist also h die Steighöhe einer Flüssigkeit in einer Kapillare mit dem Radius r mm, h_1 die Steighöhe derselben Flüssigkeit in einem Kapillarrohr vom Radius r_1 mm, so ist $h : h_1 = r_1 : r$. Bedeutet nun h die Steighöhe in dem vorliegenden Kapillarrohr mit dem Radius r , der bestimmt werden soll bei 17,25° C und h_1 die von Brunner gegebene Steighöhe im Rohr von 1 mm Radius, ebenfalls bei 17,25° C, so gilt die Proportion:

$$92,9 : (15,33215 - 17,25 \cdot 0,0286396) = 1 : r.$$

$$r \cdot 92,9 = 15,33215 - 17,25 \cdot 0,0286396.$$

$$r = \frac{15,33215 - 17,25 \cdot 0,0286396}{92,9} \text{ mm.}$$

$$r = 0,1597 \text{ mm.}$$

Bei der andern Bestimmung wurde gefunden: $r = 0,1582$ mm.

Dies ergibt im Mittel: $r = 0,159$ mm; der Radius beträgt 0,159 mm.

Auch die Kapillaritätskonstante läßt sich berechnen.

Traube fand für Alkohol von 20 Volumprocenten bei 15° C: $a^2 = 9,40$ mm. Bei den diesseitigen Versuchen zeigte reiner 20-volumprocentiger Alkohol bei 15° C die Steighöhe: $h = 55,0$ mm. Daher ist: $a^2 = r \cdot h = 0,159 \cdot 55$, $a^2 = 8,745$. Danach ist der Traube'sche Werth um $9,40 - 8,745 = 0,655$ mm höher als der im Gesundheitsamt bestimmte; auch der Werth der Kapillaritätskonstante für Wasser, den Traube giebt, weicht von dem Brunner'schen etwas ab.

¹⁾ Poggendorff's Annalen, Bd. 72, S. 515.

Nach Brunner ist bei 15°C $a^2 = 15,33215 - 15 \cdot 0,0286396 = 14,903$, während Traube für a^2 den Werth 14,77 annimmt; die Differenz beträgt daher auch in diesem Falle 0,133 mm.

Die nachfolgenden Auseinandersetzungen und Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf den Apparat Nr. 118, mit welchem eine Reihe von Kontrollversuchen vorgenommen wurden.

Da die Temperatur auf die Steighöhe einen bedeutenden Einfluß ausübt, so sei gestattet, bevor auf diese im Einzelnen eingegangen wird, auf die durch die Temperatur verursachte Korrektion hinzuweisen. Traube giebt auf der Gebrauchsanweisung folgende Korrektur der Steighöhe mit Rücksicht auf die Temperatur:

„Für jeden Grad Celsius oberhalb der auf der Skala verzeichneten Temperatur sind 0,2 mm von der Steighöhe zu subtrahiren, unterhalb jener Temperatur zu addiren.“

Die Fassung dieser Vorschrift ist nicht so scharf, wie es wünschenswerth erscheint. Man wird durch dieselbe zu dem Glauben veranlaßt, daß es die Temperatur der Flüssigkeit sei, die gemeint ist, während man thatsächlich die Zimmertemperatur in Rechnung ziehen muß, welche erst in dem folgenden Absatz erwähnt ist.

Nach den im Gesundheitsamt angestellten Versuchen ist die Thatsache festgestellt, daß die Steighöhe im Kapillarrohr lange Zeit konstant bleibt, wenn sich die Zimmertemperatur nicht ändert. Die Temperatur des zu untersuchenden Objectes ist ohne Bedeutung; für eine Differenz derselben von der auf dem Apparate bezeichneten Normaltemperatur von $\pm 6^{\circ} \text{C}$ konnte dies experimentell nachgewiesen werden, und eine größere Differenz wird wohl nie vorkommen. Man befestige das Thermometer direkt an dem Statif des Apparates, lasse beide stets neben einander stehen, damit sie immer dieselbe Temperatur haben, und lese nach dem Ablefen der Steighöhe den jedesmaligen Thermometerstand ab.

Auch ein anderer Ausdruck in der Korrektionsvorschrift kann zu Mißverständnissen führen. Wenn man sich den Satz vergegenwärtigt: „Für jeden Grad Celsius oberhalb der auf der Skala verzeichneten Temperatur sind 0,2 mm von der Steighöhe zu subtrahiren, unterhalb jener Temperatur zu addiren“, so wird man unwillkürlich vor dem Wort „Steighöhe“ das Wort „abgelesenen“ einschalten, darunter die abgelesene Steighöhe verstehen. Da man also bei einer höheren Temperatur die abgelesene Steighöhe um ein bestimmtes Maß verringern, bei einer niedrigeren aber erhöhen soll, um die Steighöhe bei der Normaltemperatur zu erhalten, so folgt hieraus, daß bei steigender Temperatur die Steighöhe im Kapillarrohr wächst, bei sinkender Temperatur aber fällt, mit anderen Worten, daß sich die Steighöhe mit der Temperatur in demselben Sinne ändert. Nun ist aber bekannt, daß das Gegentheil der Fall ist, daß in derselben Kapillare bei steigender Temperatur die Steighöhe fällt, bei sinkender Temperatur aber steigt. (C. Brunner¹⁾ hat sogar für Alkohol, Wasser und Olivenöl Formeln aufgestellt, welche die Steighöhen dieser drei Flüssigkeiten bei jeder Temperatur

¹⁾ Poggendorff's Annalen, Bd. 70, S. 515; Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. I, S. 340; Recknagel, Compendium der Experimentalphysik, S. 71.

angeben; diejenige für Wasser haben wir schon S. 53 benutzt; sie ist: $h = 15,33215 - 0,0286396 \cdot t$. Aus derselben ist ohne Weiteres ersichtlich, daß mit steigendem t die Größe h fällt. Die von Traube gewählte Form des Ausdrucks scheint hiermit nicht in Einklang zu stehen. Versteht man dagegen unter „Steighöhe“ nicht die abgelesene, sondern die auf der Skala angegebene Steighöhe, so trifft man das Richtige. Zeigt z. B. der zu untersuchende Alkohol bei 20°C die Steighöhe 54 mm, so müssen von der auf der Skala gegebenen Steighöhe $3 \cdot 0,2 = 0,6$ mm abgezogen werden, um denjenigen Fuselgehalt zu erhalten, dem die bei 20°C gefundene Steighöhe von 54 mm entspricht; die Steighöhe, von der man 0,6 mm abziehen muß, um 54 mm zu erhalten, ist aber 54,6 mm; der Fuselgehalt, der demnach bei 20°C der Steighöhe 54 mm entspricht, ist gleich dem Fuselgehalt, der der Steighöhe 54,6 mm der Skala entspricht.

Einfacher und deutlicher wird die Korrektion durch den Satz ausgedrückt: Für jeden Grad Celsius über der Normaltemperatur hat man zu der abgelesenen Steighöhe 0,2 mm zuzuzählen, unter der Normaltemperatur von derselben 0,2 mm abzuziehen. Zeigt z. B. der Alkohol bei 20°C die Steighöhe 54 mm, so ist die Steighöhe bei der Normaltemperatur gleich $54 + 3 \cdot 0,2 = 54 + 0,6 = 54,6$ mm.

Es ist nicht unmöglich, daß die ungenaue Formulierung der Gebrauchsvorschriften die Ursache gewesen ist, daß die Methode von vielen Seiten beanstandet wurde. Eine unzweideutigere Fassung des Abfases, der die Temperaturkorrektion enthält, hätte für die Methode eine günstigere Beurtheilung im Gefolge gehabt.

Für den zu den Versuchen dienenden Apparat wurde die Differenz für einen Grad Celsius zu 0,2 mm gefunden. Bei der Normaltemperatur desselben, 17°C , gab reiner 20-volumprocentiger Alkohol die Normalsteighöhe $h_n = 54,6$ mm. Bei 25°C zeigte er die Steighöhe $h = 53$ mm; die Zimmertemperatur war um $25^\circ - 17^\circ = 8^\circ \text{C}$ höher als die Normaltemperatur, daher sind nach obiger Korrektion $8 \cdot 0,2 = 1,6$ mm zur abgelesenen Steighöhe zu addiren, um die Normalsteighöhe zu erhalten; es ist also $h_n = 53 + 1,6 = 54,6$ mm, was mit der direkt gefundenen übereinstimmt. Ferner wurde gefunden:

bei 22°C :	$h = 53,6$ mm,	woraus	$h_n = 53,6 + 5 \cdot 0,2 = 53,6 + 1,0 = 54,6$ mm
„ 20°C :	$h = 54$ „	„	$h_n = 54 + 3 \cdot 0,2 = 54 + 0,6 = 54,6$ „
„ 19°C :	$h = 54,2$ „	„	$h_n = 54,2 + 2 \cdot 0,2 = 54,2 + 0,4 = 54,6$ „
„ $18,5^\circ \text{C}$:	$h = 54,3$ „	„	$h_n = 54,3 + 1,5 \cdot 0,2 = 54,3 + 0,3 = 54,6$ „
„ 15°C :	$h = 55$ „	„	$h_n = 55 - 2 \cdot 0,2 = 55 - 0,4 = 54,6$ „
„ $12,5^\circ \text{C}$:	$h = 55,5$ „	„	$h_n = 55,5 - 4,5 \cdot 0,2 = 55,5 - 0,9 = 54,6$ „
„ 10°C :	$h = 56$ „	„	$h_n = 56 - 7 \cdot 0,2 = 56 - 1,4 = 54,6$ „

Ganz allgemein läßt sich hiernach für die Temperaturkorrektion folgende Formel aufstellen:

Ist: $t_x =$ der Lufttemperatur, bei der die Steighöhe bestimmt wird,

$h_x =$ der Steighöhe bei der Lufttemperatur t_x ,

$t_n =$ der Normaltemperatur, die auf der Skala verzeichnet ist,

$h_n =$ der Normalsteighöhe, d. h. die Steighöhe bei der Normaltemperatur t_n ,

so ist: $h_n = h_x + (t_x - t_n) \cdot c$ mm, worin c eine Konstante bedeutet, die für jeden Apparat bzw. für jeden Radius der Kapillare eine ganz bestimmte ist und experimentell ermittelt

werden kann; c ist nämlich die Differenz der Steighöhen, die einem Grad Celsius entspricht. Denn sind in obiger Gleichung die Temperaturen t_x und t_n benachbart, z. B. t_x um einen Grad höher als t_n , so wird: $t_x - t_n = 1$ und $h_n = h_x + c$, $c = h_n - h_x$ d. h. c ist die durch eine Temperaturdifferenz von 1° C bewirkte Steighöhendifferenz.

Für unseren Apparat ist $c = 0,2$ und $t_n = 17^\circ$, daher $h_n = h_x + (t_x - 17) \cdot 0,2$.

Für $t_x = 25^\circ$ C wurde z. B. gefunden: $h_x = 53$ mm; daher ist die Steighöhe bei der Normaltemperatur:

$$h_n = 53 + (25 - 17) \cdot 0,2.$$

$$h_n = 54,6 \text{ mm.}$$

Für $t_x = 10^\circ$ wurde gefunden: $h_x = 56$ mm; daher:

$$h_n = 56 + (10 - 17) \cdot 0,2.$$

$$h_n = 54,6 \text{ mm.}$$

Es wurde weiter zur selbständigen Aufstellung einer für den Apparat Nr. 118 gültigen Tabelle geschritten, indem man sich bekannte Gemenge von Amylalkohol und reinem Alkohol bereitete, die das spezifische Gewicht 0,97626 zeigten und deren Steighöhen im Kapillarrohr bestimmte. (Der Zusatzgehalt wird demnach hier ebenso wie bei der Methode Köse auf Amylalkohol bezogen).

Zu dem Behufe wurde die Steighöhe des reinen Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,97626 entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol ca. 50 mal bei den verschiedensten Temperaturen ermittelt. Auf die Normaltemperatur 17° C umgerechnet ergab sich stets die Steighöhe: $h = 54,6$ mm. Es ist demnach die Basis = 54,6 mm.

(1) Darauf wurde 1 ccm reinen Amylalkohols, der aus einer engen Bürette floß, welche durch einen Mantel von Wasser auf 15° C gebracht worden war, bei 15° C mit reinem 20-volumprocentigem Alkohol auf 1000 ccm aufgefüllt. Die Mischung zeigte das spezifische Gewicht 0,97620 entsprechend 20,06 Volumprocenten Alkohol; um sie auf das spezifische Gewicht 0,97626 entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol zu bringen, mußten zu den 1000 ccm 3 ccm Wasser zugefügt werden. In den jetzt vorliegenden 1003 ccm der Flüssigkeit sind demnach 1 ccm Amylalkohol, in 100 ccm 0,0997 ccm Amylalkohol, d. h. der vorliegende Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626 enthält 0,0997 % Amylalkohol. Derselbe ergab im Kapillarmeter die Steighöhe $h = 53,3$ mm bei $18,5^\circ$ C. Auf 17° C umgerechnet ist $h_n = 53,6$ mm.

Da reiner 20 volumprocentiger Alkohol eine Steighöhe von 54,6 mm bei 17° C zeigt, so bewirken 0,0997 % Amylalkohol eine Erniedrigung der Steighöhe von $54,6 - 53,6 = 1$ mm. Um die Steighöhenerniedrigung zu erhalten, die 0,1 % Amylalkohol hervorrufen, haben wir die Proportion:

$0,0997 : 1 = 0,1 : x$; $x = 1,003$ mm; 0,1 % Amylalkohol erniedrigt daher die Steighöhe um 1,003 mm.

(2) 1 ccm Amylalkohol wurde bei 15° C mit dem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626, welcher unter (1) dargestellt worden war, auf 1000 ccm aufgefüllt. Um das Gemisch auf das spezifische Gewicht 0,97626 zu bringen, mußten zu den 1000 ccm 3,5 ccm Wasser zugesetzt werden; das Gemisch hatte nämlich das spezifische Gewicht 0,97619 entsprechend 20,07 Volumprocenten Alkohol. Die jetzt vorliegenden 1003,5 ccm Flüssigkeit enthalten folgende Mengen Amylalkohol:

1. den zugefügten 1 ccm;
2. den Amylalkohol aus 999 ccm des Alkohols von (1).

Der Alkohol von (1) hat 0,0997% Amylalkohol; 999 ccm derselben enthalten daher $\frac{0,0997 \cdot 999}{100} = 0,996$ ccm Amylalkohol; die vorliegenden 1003,5 ccm Flüssigkeit enthalten daher $1 + 0,996 = 1,996$ ccm Amylalkohol; 100 ccm derselben enthalten somit $\frac{1,996 \cdot 100}{1003,5} = 0,1989$ ccm Amylalkohol, d. h. die Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 0,97626 enthält 0,1989% Amylalkohol. Dieser Alkohol ergab die Steighöhe $h = 52,4$ bei $18,1^\circ \text{C}$; bei 17°C ist daher: $h_n = 52,62$ mm; 0,1989% Amylalkohol erniedrigen somit die Steighöhe um $54,6 - 52,62 = 1,98$ mm; 0,2% Amylalkohol um $\frac{1,98 \cdot 0,2}{0,1989}$ mm, d. h. um 2,001 mm.

(3) 1 ccm Amylalkohol wurde bei 15°C mit dem unter (2) erhaltenen Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626 auf 1000 ccm aufgefüllt; das Gemisch hatte das spezifische Gewicht 0,97620 entsprechend 20,06 Volumprocenten Alkohol. Um das spezifische Gewicht 0,97626 zu erzielen, mußten zu den 1000 ccm Alkohol 3 ccm Wasser zugefügt werden. Die nun vorliegenden 1003 ccm Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626 enthalten folgende Mengen Amylalkohol:

1. den zugefügten 1 ccm;
2. den Amylalkohol aus 999 ccm des Alkohols von (2).

Der Alkohol von (2) hat 0,1989 Volumprocente Amylalkohol; 999 ccm derselben enthalten daher $\frac{0,1989 \cdot 999}{100} = 1,987$ ccm Amylalkohol. Dann enthalten die 1003 ccm Alkohol $1 + 1,987 = 2,987$ ccm Amylalkohol und 100 ccm derselben 0,2978 ccm Amylalkohol, d. h. der Alkohol enthält 0,2978 Volumprocente Amylalkohol.

Dieser Alkohol zeigte die Steighöhe: $h = 51,4$ mm bei $18,1^\circ \text{C}$; die Steighöhe bei der Normaltemperatur 17°C ist daher: $h_n = 51,62$ mm; 0,2978% Amylalkohol bewirken somit eine Erniedrigung der Steighöhe um $54,6 - 51,62 = 2,98$ mm; 0,3% Amylalkohol rufen demgemäß eine Steighöhenerniedrigung von $\frac{2,98 \cdot 0,3}{0,2978} = 3,002$ mm hervor.

(4) 1 ccm Amylalkohol wurde bei 15°C mit dem unter (3) erhaltenen Alkohol auf 1000 ccm aufgefüllt; da das Gemisch das spezifische Gewicht 0,97621 entsprechend 20,05 Volumprocenten Alkohol hatte, mußten zu den 1000 ccm 2,5 ccm Wasser zugefügt werden, um das spezifische Gewicht 0,97626, entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol, zu erzielen. Die vorliegenden 1002,5 ccm Alkohol enthalten:

1. 1 ccm zugefügten Amylalkohol,
2. den Amylalkohol aus 999 ccm des Alkohols von (3).

Der Alkohol (3) enthielt 0,2978% Amylalkohol, die 999 ccm derselben daher 2,975 ccm Amylalkohol. Die vorliegenden 1002,5 ccm Alkohol enthalten also $1 + 2,975$ ccm = 3,975 ccm Amylalkohol, 100 ccm derselben aber 0,3960 ccm Amylalkohol, d. h. der Alkohol enthält 0,3960% Amylalkohol. Derselbe zeigte die Steighöhe: $h = 50,45$ bei 18°C ; auf 17°C umgerechnet ist $h_n = 50,65$ mm; 0,3960% Amylalkohol bewirken also eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 50,65 = 3,95$ mm; 0,4% Amylalkohol demnach eine solche von 3,9899 mm.

(5) 1 ccm Amylalkohol wurde bei 15° C mit dem unter (4) erhaltenen Alkohol auf 1000 ccm aufgefüllt; dem spezifischen Gewicht des Gemisches gemäß, das zu 0,97619 entsprechend 20,07 Volumprocenten Alkohol gefunden wurde, mußten zu 1000 ccm 3,5 ccm Wasser gesetzt werden, um das spezifische Gewicht 0,97626 zu erreichen. Die vorliegenden 1003,5 ccm des Alkohols enthalten an Amylalkohol:

1. den zugefügten 1 ccm,
2. denjenigen aus 999 ccm des Alkohols von (4).

Der Alkohol von (4) hatte 0,396 % Amylalkohol; 999 ccm desselben enthalten daher 3,956 ccm Amylalkohol. In den vorliegenden 1003,5 ccm Alkohol sind demnach $1 + 3,956 = 4,956$ ccm Amylalkohol, in 100 ccm desselben 0,4939 ccm Amylalkohol, d. h. der Alkohol enthält 0,4939 Volumprocente Amylalkohol. Derselbe ergab die Steighöhe: $h = 49,4$ mm bei 18,4° C; daraus berechnet sich die Steighöhe bei 17° C $h_n = 49,68$ mm; 0,4939 % Amylalkohol bewirken demnach eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 49,68 = 4,92$ mm; 0,5 % Amylalkohol folglich eine solche von 4,9807 mm.

Wir haben also folgende Resultate erhalten:

0,1 %	Amylalkohol	bewirkt	eine	Steighöhenerniedrigung	von	1,003	mm
0,2 %	"	bewirken	"	"	"	2,001	"
0,3 %	"	"	"	"	"	3,002	"
0,4 %	"	"	"	"	"	3,9899	"
0,5 %	"	"	"	"	"	4,9807	"

Ein successiver Zusatz von 0,1 % Amylalkohol bewirkt demnach der Reihe nach folgende Steighöhenerniedrigungen:

1. 1,003 mm.
2. $\frac{2,001}{2} = 1,0005$ mm.
3. $\frac{3,002}{3} = 1,0007$ mm.
4. $\frac{3,9899}{4} = 0,9975$ mm.
5. $\frac{4,9807}{5} = 0,9961$ mm.

Allerdings nimmt, wie man hieraus erfieht, die Steighöhenerniedrigung nach oben zu ab; diese Abnahme, die im Maximum $1,003 - 0,9961 = 0,0069$ mm, also nicht einmal $\frac{1}{1000}$ mm beträgt, ist aber so außerordentlich gering (überhaupt nicht mehr ablesbar), daß man sie unberücksichtigt lassen und folgenden Satz aufstellen kann: Die Steighöhenerniedrigungen sind, wenigstens in den engen Grenzen bis zu 0,5 % Amylalkohol, direkt proportional den sie hervorrufenden Mengen Amylalkohol.

Auf Grund der erhaltenen Resultate läßt sich nun eine Tabelle berechnen wobei für Apparat Nr. 118 ein Zufall sehr zu Statten kommt und die im Laufe der Branntweinuntersuchungen so häufig nothwendigen Rechnungen außerordentlich vereinfacht. Die Steighöhenerniedrigung durch 0,1 % Amylalkohol ist nämlich bei demselben von 1 mm so wenig verschieden, im Maximum noch nicht $\frac{1}{1000}$ mm, daß wir sie unbeschadet der größten Genauigkeit zu 1 mm annehmen können. Je 0,1 % Amylalkohol bewirken daher eine Steighöhenerniedrigung von 1 mm.

In folgender Tabelle enthält die erste Spalte den Procentgehalt an Amylalkohol, die zweite die entsprechende Steighöhe im Kapillarrohr. Die Steighöhen (h_n) sind auf die Normaltemperatur von 17° C reduziert.

Procente Amylalkohol	h_n
0,0	54,6
0,1	53,6
0,2	52,6
0,3	51,6
0,4	50,6
0,5	49,6

Uebersichtlicher ist eine Tabelle, die von den Steighöhen ausgeht. Da 0,1 % Amylalkohol eine Steighöhenerniedrigung von 1 mm bewirkt, so zeigt umgekehrt 1 mm Steighöhenerniedrigung 0,1 %, 0,1 mm daher 0,01 % Amylalkohol an. Die folgende Tabelle ist nach diesem Modus eingerichtet; sie schreitet von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{100}$ mm Steighöhe fort, da man im Allgemeinen nur $\frac{1}{10}$ mm ablesen kann. (Manchmal kann allerdings noch eine Fünftel der zweiten Dezimale, d. i. ein halbes Zehntel Millimeter berücksichtigt werden). Die erste Spalte enthält die Steighöhen (h_n), die zweite die entsprechenden Fuselgehalte.

$t_n = 17^\circ \text{C.}$

h_n	Volumproc. Fuselöl	h_n	Volumproc. Fuselöl	h_n	Volumproc. Fuselöl
54,6	0,00	52,9	0,17	51,2	0,34
54,5	0,01	52,8	0,18	51,1	0,35
54,4	0,02	52,7	0,19	51,0	0,36
54,3	0,03	52,6	0,20	50,9	0,37
54,2	0,04	52,5	0,21	50,8	0,38
54,1	0,05	52,4	0,22	50,7	0,39
54,0	0,06	52,3	0,23	50,6	0,40
53,9	0,07	52,2	0,24	50,5	0,41
53,8	0,08	52,1	0,25	50,4	0,42
53,7	0,09	52,0	0,26	50,3	0,43
53,6	0,10	51,9	0,27	50,2	0,44
53,5	0,11	51,8	0,28	50,1	0,45
53,4	0,12	51,7	0,29	50,0	0,46
53,3	0,13	51,6	0,30	49,9	0,47
53,2	0,14	51,5	0,31	49,8	0,48
53,1	0,15	51,4	0,32	49,7	0,49
53,0	0,16	51,3	0,33	49,6	0,50

Weiter als bis zu 0,5 Volumprocenten Fuselöl braucht man die Voruntersuchung nicht auszu dehnen. Einerseits kommt nur selten ein Branntwein mit mehr als 0,3 Volumprocenten Fuselöl in den Handel, andererseits ist der zur Untersuchung gelangende Branntwein auf 20 Volumprocente Alkohol gebracht und mithin sehr verdünnt worden.

Bei der Untersuchung von Branntweinen, die mehr oder weniger Alkohol als 20 Volumprocente enthalten, ist der Volumprocentgehalt des verdünnten Branntweins an

Fuselöl auf den ursprünglichen Branntwein umzurechnen. Dasselbe geschieht in derselben Weise, wie das früher bei der Methode Köse beschrieben wurde. Bedeutet:

p den Procentgehalt Fuselöl, den die Tabelle S. 59 für die beobachtete Steighöhe angiebt,

a den Zusatz von Wasser bezw. Alkohol, der nöthig war, um 100 ccm des Destillats auf das spezifische Gewicht 0,97626 zu bringen,

x den Procentgehalt Fuselöl im Branntwein,

$$\text{so ist: } x = \frac{p(100 + a)}{100}.$$

Sollte, was wohl kaum vorkommen dürfte, ein Branntwein von weniger als 20 Volumprocenten Alkohol vorliegen, so muß zu 100 ccm soviel Alkohol zugeetzt werden, als sich aus folgender Formel berechnet. Bedeutet:

v den Volumprocentgehalt Alkohol im Destillat,

x den Zusatz von absolutem Alkohol, der nothwendig ist, um 100 ccm des Destillats auf das spezifische Gewicht 0,97626 zu bringen,

$$\text{so berechnet man } x \text{ aus der Proportion: } (100 + x) : (v + x) = 100 : 20; \quad x = \frac{5}{4}(20 - v).$$

In Betreff der Ableitung dieser Formeln wird auf die bei der Methode Köse gegebenen Auseinandersetzungen verwiesen. Ist der Alkohol stärker als 20 Volumprocente, so verdünnt man nach der Verdünnungstabelle.

Will man sich die Aufstellung der Tabelle ersparen, so kann man auch eine Formel berechnen, die in jedem Specialfall den Fuselgehalt im Branntwein liefert. Es sei:

H die Basis der Steighöhe, d. h. die Steighöhe des reinen 20-volumprocentigen Alkohols bei der Normaltemperatur t_n ,

h_n die Steighöhe des auf 20 Volumprocente Alkohol verdünnten Branntweins, ebenfalls bei der Normaltemperatur t_n ,

a der Wasserzusatz der erforderlich ist um 100 ccm des Branntweins auf 20 Volumprocente zu verdünnen,

x der Procentgehalt des Branntweins an Fuselöl.

Dann ergibt sich Folgendes: Das Fuselöl des verdünnten Alkohols hat eine Steighöhenerniedrigung von $H - h_n$ mm hervorgerufen; 1 mm Steighöhenerniedrigung entspricht 0,1% Fuselöl, $H - h_n$ mm Erniedrigung entsprechen daher $0,1(H - h_n)\%$ Fuselöl.

Nach Vorigem sind demnach im ursprünglichen Branntwein: $x = \frac{0,1(H - h_n)(100 + a)}{100}\%$

oder $= \frac{(H - h_n)(100 + a)}{1000}\%$ Fuselöl. Ist die Steighöhe des verdünnten Branntweins nicht bei der Normaltemperatur t_n , sondern bei der Temperatur t_x bestimmt worden und gleich h_x gefunden, so ist in obiger Gleichung (nach S. 163) zu setzen: h_n

$= h_x + (t_x - t_n) \cdot c$, so daß wird: $x = \frac{[H - h_x - (t_x - t_n) \cdot c](100 + a)}{1000}$ Volumprocente Fuselöl. Diese Formel enthält alle Korrekturen, welche bei der Berechnung angebracht werden müssen. Für unseren Apparat ist: $H = 54,6$ mm; $t_n = 17^\circ$ C; $c = 0,2$ mm; daher:

$x = \frac{(58 - h_x - 0,2 t_x)(100 + a)}{1000}$. Hierzu sei ein Beispiel gegeben. Ein Branntwein von 48 Volumprocenten Alkohol ergab nach dem Verdünnen auf 20 Volumprocente Alkohol die Steighöhe 53,3 mm bei 18° C. Die Temperaturkorrektionsformel (S. 55) sagt uns,

daß die Steighöhe bei 17° C gleich $53,3 + (18 - 17) \cdot 0,2 = 53,3 + 0,2 = 53,5$ mm ist. Die Tabelle von S. 59 giebt für diese Steighöhe den Fuselgehalt 0,11 Volumprocente an. Um einen Brantwein von 48 Volumprocenten auf das spezifische Gewicht 0,97626 zu bringen, sind nach der Verdünnungstabelle 140,5 ccm Wasser auf 100 ccm Brantwein zuzusetzen; daher ist nach S. 60 der Procentgehalt des ursprünglichen Brantweins an Fuselöl, $x = \frac{0,11 (100 + 140,5)}{100}$ oder = 0,26455 Volumprocenten. Das Gleiche ergibt sich noch auf anderem Wege.

Benutzen wir nämlich die oben abgeleitete Formel, so ist in derselben zu setzen: $H = 54,6$ mm; $h_x = 53,3$ mm; $t_x = 18^\circ$ C; $t_n = 17^\circ$ C; $c = 0,2$ mm; $a = 140,5$ ccm. Daher ist: $x = \frac{[54,6 - 53,3 - (18 - 17) \cdot 0,2] \cdot (100 + 140,5)}{1000}$, oder = 0,26455 Volumprocenten, eine Zahl, die mit der vorhergefundenen übereinstimmt.

Aus den im Vorstehenden erhaltenen Resultaten muß man die Folgerung ziehen, daß das Prinzip der kapillarimetrischen Methode ein gutes ist. Wie sich der Werth des Apparats bei der praktischen Anwendung stellt, darüber wird man erst später auf Grund einer größeren Anzahl von Untersuchungen ein abschließendes Urtheil gewinnen können.

Man ging nun zur Beantwortung dreier Fragen über, welche für die kapillarimetrische Methode von Wichtigkeit sind:

1. Welchen Einfluß hat das spezifische Gewicht auf die Steighöhe?
2. Ist es vortheilhaft, den Brantwein auf das spezifische Gewicht 0,97626 zu bringen?
3. Welchen Einfluß haben ätherische Oele und andere im Trinkbrantwein sich vorfindende Substanzen auf die Steighöhe?

1. Der Einfluß, den das spezifische Gewicht der zur Untersuchung vorbereiteten Flüssigkeit auf die Steighöhe ausübt, ist insofern von Interesse, als er uns darüber belehrt, wie weit die Genauigkeit der Einstellung auf dasselbe getrieben werden muß, um einen daraus entspringenden Fehler, der sich noch bemerkbar macht, zu vermeiden. Ein reiner Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97746, entsprechend 18,82 Volumprocenten, zeigte bei 18° C die Steighöhe: $h = 55,6$ mm; bei der Temperatur 17° C ist demnach $h_n = 55,6 + 1 \cdot 0,2 = 55,6 + 0,2 = 55,8$ mm. Ein Alkoholgehalt von 1,18 Volumprocenten unter 20 Volumprocenten bewirkt daher eine Steighöhenerhöhung von $55,8 - 54,6 = 1,2$ mm, 1 Volumprocent unter 20 Volumprocenten daher von $\frac{1,2}{1,18} = 1,01$ mm. Ferner zeigte ein Alkohol von 20,84 Volumprocenten bei 17,7° C die Steighöhe: $h = 53,6$ mm; daher ist bei 17° C die Steighöhe: $h_n = 53,6 + 0,7 \cdot 0,2 = 53,6 + 0,14 = 53,74$ mm. Ein Alkoholgehalt von 0,84 Volumprocenten über 20 Volumprocenten bewirkt daher eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,74 = 0,86$ mm, ein solcher von 1 Volumprocent somit von $\frac{0,86}{0,84} = 1,02$ mm. Im Mittel ist also die Steighöhendifferenz, die durch 1 Volumprocent Alkohol hervorgerufen wird, gleich 1 mm. Diese Steighöhendifferenz ist gewiß im Allgemeinen nicht proportional der Differenz der Volumprocente Alkohol; in den engen Grenzen von 19 bis 21 % oder gar von 19,5 bis 20,5 Volumprocenten — denn auf diese können wir uns beschränken — kann die Proportionalität mit genügender Genauigkeit angenommen

werden. Zwischen den Grenzen von 19 bis 21 Volumprocenten Alkohol bewirkt demnach eine Differenz des Alkoholprocentgehalts von dem Normalprocentgehalt (20 Volumprocente) von $\pm x$ Volumprocent Alkohol eine Steighöhendifferenz von $\mp x$ mm, wobei dem Vorzeichen der Volumprocente das entgegengesetzte der Steighöhen entspricht. Bei exaktem Arbeiten und genügender Uebung wird der Fehler, den man bei der Bestimmung des spezifischen Gewichts und bei der Verdünnung macht, nicht größer als $\pm 0,05$ Volumprocente Alkohol sein, d. h. man wird Werthe erhalten, die die Grenzen 19,95 bis 20,05 Volumprocente nicht überschreiten. Eine Procentgehaltendifferenz von $\pm 0,05$ Volumprocente bewirkt eine Steighöhendifferenz von $\mp 0,05$ mm; da 1 mm Steighöhendifferenz 0,1 % Fuselöl entspricht, so entsprechen 0,05 mm $0,1 \cdot 0,05 = 0,005$ Volumprocenten Fuselöl. Ein zulässiger Fehler von $\pm 0,05$ bewirkt daher einen Fehler von $\mp 0,005$ Volumprocenten Fuselöl im verdünnten Branntwein; erst wenn der ursprüngliche Branntwein 40 Volumprocente Alkohol enthält, ist der Fehler gleich $\pm 0,01$ Volumprocenten Fuselöl. Er ist somit außerordentlich gering. Nichtsdestoweniger empfiehlt es sich doch, nachdem man zum ersten Male das spezifische Gewicht bestimmt und demgemäß den Branntwein verdünnt hat, noch einmal das spezifische Gewicht des verdünnten Branntweins zu kontrolliren, wodurch etwaige Versehen, die beim Abmessen des Wassers unterlaufen, aufgedeckt und berichtigt werden. Im Gesundheitsamt wurden wenigstens diese Vorsichtsmaßregeln stets angewandt.

2. In Betreff der Motivirung der zweiten Frage: „Ist es vortheilhaft, die Branntweine auf 20 Volumprocente zu verdünnen?“ möge auf das S. 50 Gesagte verwiesen werden. Von anderen spezifischen Gewichten kommt vor allen Dingen das des 30-volumprocentigen Alkohols, 0,96564, in Betracht; denn unter 20 Volumprocente wird man den Branntwein nicht bringen wollen, da die Verdünnung sonst zu groß wird; wählt man aber ein spezifisches Gewicht, das einem Alkohol von 35 oder 40 Volumprocenten entspricht, so ist man häufig in die Lage versetzt, Alkohol zuzusetzen zu müssen, eine Operation, welche meist viel weniger scharf und genau auszuführen ist, als ein Wasserzusatz. Für die Verwendung von Alkohol von 30 Volumprocenten spricht auch noch ein Zweckmäßigkeitsgrund; bei der Untersuchung der Branntweine nach der Methode Röse werden 200 ccm Branntwein nach der Verdünnungstabelle auf 30 Volumprocente gebracht; von den nun vorliegenden $(200 + x)$ ccm verdünnten Alkohols werden für zwei Ausschüttelungen 200 ccm verbraucht und x ccm bleiben übrig. In der Mehrzahl der Fälle sind diese x ccm aber noch hinreichend, um eine kapillarimetrische Untersuchung derselben auszuführen. Wir werden daher in den folgenden Auseinandersetzungen von allen übrigen spezifischen Gewichten abstrahiren und nur die spezifischen Gewichte 0,97626, entsprechend 20 Volumprocenten, und 0,96564, entsprechend 30 Volumprocenten, ins Auge fassen.

Vortheilhafter wird diejenige Modifikation der kapillarimetrischen Methode sein, welche die genauesten Resultate liefert; letzteres wird aber bei derjenigen erzielt, bei der ein bestimmter Fuselgehalt im ursprünglichen Branntwein die größte Steighöhenerniedrigung hervorruft. Bei welcher Modifikation dies der Fall ist, läßt sich rein theoretisch nicht voraussagen. Denn ein gleicher Procentgehalt an Fuselöl wird zwar in 20-volumprocentigem Alkohol eine größere Steighöhenerniedrigung bewirken, als

in Alkohol von 30 Volumprocenten, weil die Steighöhe des Wassers größer ist, als diejenige des Methylalkohols und letztere wieder größer, als die des Amylalkohols. Aber die bei den zwei Modifikationen vorliegenden Alkohole enthalten nicht dieselbe Menge Fuselöl. Liegt z. B. ein Branntwein mit 40 Volumprocenten Alkohol vor, der p Volumprocente Fuselöl enthält, so müssen, um ihn auf 30 Volumprocente zu bringen, 33,5 ccm Wasser, um ihn auf 20 Volumprocente zu bringen, 100,1 ccm Wasser auf 100 ccm des Branntweins zugefetzt werden. In dem nun vorliegenden Branntwein von 30 Volumprocenten sind nicht mehr $p\%$ Fuselöl, sondern $\frac{p \cdot 100}{133,5} = 0,75 \cdot p$ Volumprocente Fuselöl; in dem 20-volumprocentigen sind dagegen jetzt $\frac{p \cdot 100}{200,1} = 0,5 \cdot p$ Volumprocente Fuselöl. Man muß daher, um einen Vergleich zwischen den verschiedenen Steighöhen bei den zwei Modifikationen anstellen zu können, die Verdünnungen berücksichtigen, die in den einzelnen Fällen nothwendig sind. Diesen Vergleich kann man an der Hand einiger experimenteller Bestimmungen theoretisch durchführen und damit die aufgeworfene Frage beantworten.

Zunächst wurden die Steighöhen von reinem Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,96564 = 30 Volumprocenten und von Alkoholen von demselben spezifischen Gewicht bestimmt, welche der Reihe nach 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 Volumprocente Amylalkohol enthielten. Die Bestimmungen wurden in derselben Weise wie beim 20-volumprocentigen Alkohol (S. 56) ausgeführt. Die Resultate sind in abgerundeter Form in der folgenden Tabelle niedergelegt.

Fuselöl Volumprocente	h bei 17° C
0,0	46,4
0,1	45,9
0,2	45,4
0,3	44,9
0,4	44,4
0,5	43,9

Man erfieht hieraus, daß auch bei Anwendung von Alkoholen mit dem spezifischen Gewicht 0,96564 innerhalb der engen Grenzen bis zu 0,5 Volumprocenten Amylalkohol die Steighöhenerniedrigungen den Procentgehalten an Amylalkohol proportional sind, und zwar bewirkt 0,1 ccm Amylalkohol eine Steighöhenerniedrigung von 0,5 mm.

Nun liege ein Branntwein mit v Volumprocenten Alkohol vor, der p Volumprocente Fuselöl enthält; derselbe wird zunächst auf 20 Volumprocente verdünnt, und es müssen hierbei a ccm Wasser auf 100 ccm Branntwein zugefetzt werden. Dieser nunmehr 20-volumprocentige Branntwein zeigt im Kapillarrohre die Steighöhe h und die Differenz dieser Steighöhe h von der Basis der Steighöhe sei gleich c ; c ist demnach die Steighöhenerniedrigung, welche von dem Fuselgehalt des verdünnten Branntweins hervorgerufen wird. Ein anderes Quantum desselben Branntweins wird nun auf 30 Volumprocente verdünnt; der Wasserzusatz auf 100 ccm Branntwein betrage a_1 ccm. Die in der Kapillaren abgelesene Steighöhe bei Normaltemperatur sei h_1 , und die

Differenz derselben von der Basis der Steighöhen bei Anwendung von 30-volumprocentigem Alkohol (46,4 mm in unserem Falle), d. h. die durch den Fuselgehalt des auf 30 Volumprocente verdünnten Branntweins bewirkte Steighöhenerniedrigung sei c_1 .

Bei Anwendung von 20-volumprocentigem Alkohol entspricht (nach S. 58) 1 mm Steighöhenerniedrigung 0,1 % Fuselöl; c mm Steighöhenerniedrigung entsprechen daher $0,1 \cdot c$ % Fuselöl. In dem verdünnten Branntwein sind also $0,1 \cdot c$ % Fuselöl, in dem ursprünglichen nach der Umrechnungsformel (S. 60) demnach $\frac{0,1 \cdot c \cdot (100 + a)}{100} = \frac{c(100 + a)}{1000}$ % Fuselöl. Da aber der Branntwein p % Fuselöl enthält, so ist:

(1) $p = \frac{c(100 + a)}{1000}$. Bei Anwendung von 30-volumprocentigem Alkohol entspricht (nach S. 63) einer Steighöhenerniedrigung von 0,5 mm ein Fuselgehalt von 0,1 %; 1 mm Steighöhenerniedrigung zeigt daher 0,2 % Fuselöl an, c_1 mm Steighöhenerniedrigung aber $0,2 \cdot c_1$ % Fuselöl. Der verdünnte Branntwein hat demnach $0,2 \cdot c_1$ % Fuselöl, der ursprüngliche daher $\frac{0,2 \cdot c_1 \cdot (100 + a_1)}{100} = \frac{2c_1 \cdot (100 + a_1)}{1000}$. Wir erhalten somit die zweite Gleichung:

(2) $p = \frac{2c_1 \cdot (100 + a_1)}{1000}$. Die Kombination der Gleichungen (1) und (2) ergibt;
 $\frac{c(100 + a)}{1000} = \frac{2c_1 \cdot (100 + a_1)}{1000}$ oder:

$$(3) \quad c(100 + a) = 2c_1(100 + a_1).$$

Von dieser Gleichung gehen wir bei den folgenden Betrachtungen aus, durch welche wir uns die bei den verschiedenen Verdünnungen stattfindenden Verhältnisse klar machen können.

1. $v > 30$. Bei beiden Verdünnungen ist Wasser zuzusetzen. Es ist klar, daß sowohl a wie a_1 in einem bestimmten, mathematisch formulirbaren Zusammenhang mit v stehen. Für a_1 wurde schon bei der Röse'schen Methode eine Formel gegeben (S. 32), welche es gestattet, a_1 aus v zu berechnen; dieselbe lautete: $a_1 = \frac{10}{3}(v - 30)$. Auf dieselbe Weise ergibt sich für a die Formel: $a = 5(v - 20)$. Setzen wir diese Werthe oben ein, so wird: $c[100 + 5(v - 20)] = 2c_1[100 + \frac{10}{3}(v - 30)]$; $c(100 + 5v - 100) = 2c_1(100 + \frac{10}{3}v - 100)$; $5 \cdot c \cdot v = 2 \cdot c_1 \cdot \frac{10}{3}v$; $5c = \frac{20}{3}c_1$; $c = \frac{4}{3}c_1$; $c = 1,33c_1$. Daß dieser Zusammenhang zwischen c und c_1 in der That besteht, wollen wir an einem Beispiel zeigen. Ein Branntwein von 40 Volumprocenten Alkohol habe 0,3 % Fuselöl. Um den Branntwein auf 30 Volumprocente zu verdünnen, sind 33,5 ccm Wasser erforderlich, zur Verdünnung auf 20 Volumprocente 100,1 ccm Wasser. Zur Berechnung von c_1 benutzen wir die Formel (2) $p = \frac{2c_1(100 + a_1)}{1000}$, woraus: $c_1 = \frac{1000 \cdot p}{2(100 + a_1)}$. Hierin ist zu setzen: $p = 0,3$; $a_1 = 33,5$. Daher: $c_1 = \frac{300}{2 \cdot 133,5}$; $c_1 = \frac{300}{267}$; $c_1 = 1,124$. Aus Gleichung (1) ergibt sich: $c = \frac{1000 \cdot p}{100 + a}$, worin zu setzen ist: $p = 0,3$, $a = 100,1$. Daher: $c = \frac{300}{200,1}$; $c = 1,499$. Berechnen wir nun auch c aus c_1 nach der abgeleiteten Relation: $c = 1,33 \cdot c_1$, so wird ebenfalls: $c = 1,499$.

2. $v = 30$. In diesem Falle wird $a_1 = 0$, während a seinen Werth beibehält. Daher wird: $c(100 + a) = 200 \cdot c_1$. Für a seinen Werth eingesetzt: $c[100 + 5(v - 20)] = 200 c_1$; $5 \cdot c \cdot v = 200 \cdot c_1$; $c = \frac{200}{5v} \cdot c_1$; $c = \frac{40}{v} \cdot c_1$. Nun ist $v = 30$, daher: $c = \frac{40}{30} c_1$; $c = 1,33 c_1$.

3. $30 > v > 20$. Wenn v größer als 20 und kleiner als 30 ist, d. h. wenn v zwischen 20 und 30 Volumprocenten liegt, so bleibt a dem Sinne nach unverändert; a_1 bedeutet aber nicht mehr den Wasserzusatz, sondern den Alkoholzusatz, der erforderlich ist, um den Branntwein auf 30 Volumprocente zu bringen. Auch für diesen Alkoholzusatz ist bei der Röse'schen Methode eine Formel abgeleitet worden, die es gestattet, ihn aus dem Alkoholgehalt v des Branntweins zu berechnen. Sie lautet: $a_1 = \frac{300 - 10v}{7}$. Setzen wir in die Gleichung: $c(100 + a) = 2c_1(100 + a_1)$ für a und a_1 ihre Werthe ein, so wird: $c \cdot [100 + 5(v - 20)] = 2c_1 \left(100 + \frac{300 - 10v}{7}\right)$; $5 \cdot c \cdot v = 2c_1 \cdot \frac{700 + 300 - 10v}{7}$; $5 \cdot c \cdot v = 2c_1 \cdot \frac{1000 - 10v}{7}$; $5 \cdot c \cdot v = \frac{20}{7} \cdot c_1(100 - v)$; $c = \frac{4}{7} \cdot c_1 \left(\frac{100}{v} - 1\right)$. Hierin kann v alle Werthe zwischen 20 und 30 annehmen und je größer v ist, desto kleiner wird $\frac{100}{v}$ und damit die rechte Seite der Gleichung.

Nehmen wir den größten, also ungünstigsten Werth von v , $v = 30$, so wird: $c = \frac{4}{7} \cdot c_1 \left(\frac{100}{30} - 1\right)$; $c = \frac{4}{7} \cdot c_1 \cdot \left(\frac{10}{3} - 1\right)$; $c = \frac{4}{7} \cdot \frac{7}{3} \cdot c_1$; $c = \frac{4c_1}{3}$; $c = 1,33 c_1$. Für den günstigsten Fall, $v = 20$, wird: $c = \frac{4}{7} \cdot c_1 \left(\frac{100}{20} - 1\right)$; $c = \frac{4}{7} \cdot c_1 \cdot (5 - 1)$; $c = \frac{4 \cdot 4}{7} \cdot c_1$; $c = \frac{16}{7} \cdot c_1$; $c = 2,2857 \cdot c_1$.

4. $v = 20$. Enthält der Branntwein 20 Volumprocente Alkohol, so wird $a = 0$, während a_1 den Alkoholzusatz bedeutet, der zur Erreichung von 30 Volumprocenten erforderlich ist. Es ist also: $a = 0$; $a_1 = \frac{300 - 10v}{7}$. Daher: $100c = 2c_1 \left(100 + \frac{300 - 10v}{7}\right)$; $100c = \frac{20}{7} \cdot c_1(100 - v)$; $10c = \frac{2}{7} \cdot c_1(100 - v)$. Nun ist $v = 20$ Volumprocenten, daher $10c = \frac{2}{7} \cdot c_1(100 - 20)$; $10c = \frac{2}{7} \cdot 80 \cdot c_1$; $c = \frac{16}{7} \cdot c_1$; $c = 2,2857 \cdot c_1$.

5. $v < 20$. In diesem Falle muß bei beiden Verdünnungen Alkohol zugesetzt werden. Für a_1 gilt wieder: $a_1 = \frac{300 - 10v}{7}$. Für a ist S. 60 eine Formel gegeben; sie lautet: $a = \frac{5}{4}(20 - v)$. Daher wird: $c \left[100 + \frac{4}{5}(20 - v)\right] = 2c_1 \left(100 + \frac{300 - 10v}{7}\right)$; $c \cdot \frac{400 + 100 - 5v}{4} = 2c_1 \cdot \frac{1000 - 10v}{7}$; $c \cdot \frac{500 - 5v}{4} = 2c_1 \cdot \frac{1000 - 10v}{7}$; $c \cdot \frac{4}{5} \cdot (100 - v) = 2 \cdot c_1 \cdot \frac{10}{7} \cdot (100 - v)$; $\frac{c}{4} = \frac{4c_1}{7}$; $c = \frac{16}{7} \cdot c_1$; $c = 2,2857 \cdot c_1$.

Hieraus ist zu ersehen, daß die Steighöhendifferenz bei Anwendung von 20-volumprocentigem Alkohol stets größer ist, als diejenige bei Anwendung von 30-volumprocentigem, ganz gleichgültig, wie viel Volumprocente Alkohol der ursprüngliche Branntwein enthält. Bei Anwendung von 20-volumprocentigem Alkohol zur kapillarimetrischen Bestimmung des Fuzelöls erhält man somit unter allen Umständen genauere Resultate

als mit 30-volumprocentigem Alkohol. Je geringer der Alkoholgehalt des ursprünglichen Branntweins ist, desto günstiger gestaltet sich die Genauigkeit der Ablefung. Bei einem Alkoholgehalt von 30 Volumprocenten und mehr wurde $c = \frac{4}{3} c_1$ gefunden; ergibt demnach z. B. ein auf 30 Volumprocente verdünnter Branntwein eine Steighöhenerniedrigung von 1,2 mm, so ist die Steighöhenerniedrigung desselben Branntweins bei einer Verdünnung auf 20 Volumprocente gleich $\frac{4}{3} \cdot 1,2 = 1,6$ mm. Nimmt der Alkoholgehalt des Branntweins von 30 Volumprocenten nach 20 Volumprocenten zu ab, so wächst der Genauigkeitsgrad von $c = \frac{4}{3} c_1$ bis zu $c = \frac{16}{7} c_1$, so daß die Steighöhenerniedrigung bei Anwendung von 20-volumprocentigem Alkohol mehr als $2\frac{1}{4}$ mal größer ist, als bei Anwendung von 30-volumprocentigem. Je größer aber die durch einen bestimmten Fuselgehalt hervorgerufene Steighöhenverminderung ist, desto genauer werden die Resultate und desto kleinere Mengen Fuselöl machen sich noch bemerkbar. Man folgte daher nicht dem Vorgange Stuker's, welcher Alkohol von 30 Volumprocenten verwandte, sondern verdünnte die Branntweine auf 20 Volumprocente und unterwarf diesen verdünnten Branntwein der kapillarimetrischen Untersuchung.

3. Einfluß ätherischer Oele und anderer im Trinkbranntwein sich findender Substanzen auf die Steighöhe.

Die Gemenge wurden in folgender Weise hergestellt: 1 ccm der Substanz wurde in reinem Alkohol gelöst; von dieser Lösung wurde soviel herausgenommen, daß man den gewünschten Procentgehalt erhielt, wenn die herausgenommene Menge auf 200 ccm aufgefüllt wurde; von jedem Gemenge wurden so 200 ccm hergestellt. Die Gemenge von Alkohol und ätherischen Oelen sollten nun durchweg 0,05 Volumprocente des ätherischen Oels enthalten. Es wurde daher 1 ccm des ätherischen Oels in 10 ccm Alkohol gelöst; 1 ccm dieses Gemisches wurde mit 38,4 ccm desselben Alkohols vermischt und das Ganze auf 200 ccm mit Wasser aufgefüllt. Vorher war das spezifische Gewicht und der Procentgehalt des verwendeten Alkohols bestimmt, und hieraus berechnet worden, wieviel Kubikcentimeter des Alkohols man anwenden müsse, um 200 ccm eines Alkohols von 20 Volumprocenten zu erhalten; es ergab sich hierbei, daß man einen Alkohol von 20 Volumprocenten erhielt, wenn man 39,4 ccm des reinen Alkohols mit Wasser auf 200 ccm verdünnte. Der Alkohol enthält die gewünschten 0,05 Volumprocente ätherischen Oels; derselbe war stets nahezu vom spezifischen Gewicht 0,97626 entsprechend 20 Volumprocenten. Alle Operationen wurden bei der Normaltemperatur von 15° C ausgeführt. Hierauf wurde das spezifische Gewicht bestimmt und durch Wasserzusatz bzw. Alkoholzusatz das genaue spezifische Gewicht 0,97626 erzielt, wozu eine bis drei Bestimmungen nothwendig waren. Die Zusätze waren durchweg so gering, daß sie den Gehalt an ätherischem Oele nicht wesentlich änderten.

Von allen Gemengen wurden 100 ccm nach der kapillarimetrischen Methode geprüft. Stets wurden zwei, meistens drei Steighöhenbestimmungen gemacht; die einmal angewandte Flüssigkeitsmenge wurde, da sie während der Versuchszeit eine große Verdunstungsfläche darbot, nicht wieder benutzt. Außerdem wurde nach jedem Versuch die

Kapillare gereinigt und getrocknet. Die restirenden 100 cem der Gemenge wurden mit Kalilauge destillirt, die Destillate bei 15° C auf 100 cem eingestellt und in derselben Weise verarbeitet. Bei den, die höheren Alkohole enthaltenden Gemengen standen die ganzen 200 cem zur direkten Untersuchung zur Verfügung, da von einer Destillation mit Kalilauge abgesehen werden konnte, weil sie sich hierbei nicht verändern.

Die Steighöhen sind immer bei der jeweiligen Zimmertemperatur bestimmt und nach der früher abgeleiteten Formel auf die Normaltemperatur 17° C umgerechnet.

I. Aetherische Oele.

Die angewandte Menge der ätherischen Oele betrug durchweg 0,05 Volumprocente. Die Gemische waren sämmtlich trübe; vor jeder Bestimmung wurde kräftig durchgeschüttelt, um das Gemisch möglichst homogen zu machen.

1. Anisöl. a) Direkt. (Sehr trüb.)

$h = 53,4$ mm bei 20° C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,3$ " " 20,7° C, " $h_n = 54,04$ "

$h = 53,8$ " " 17,9° C, " $h_n = 53,98$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. 0,05 Volumprocente Anisöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,0 = 0,6$ mm.

b) Destillirt. (Sehr trüb.)

$h = 53,8$ mm bei 18° C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,5$ " " 19,5° C, " $h_n = 54,0$ "

$h = 53,4$ " " 20,1° C, " $h_n = 54,02$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. Die Wirkung des Anisöls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht beeinflusst.

2. Kümmelöl. a) Direkt. (Trüb.)

$h = 53,1$ mm bei 20,3° C, woraus $h_n = 53,76$ mm.

$h = 53,0$ " " 20,75° C, " $h_n = 53,75$ "

Mittel: $h_n = 53,75$ mm. 0,05 Volumprocente Kümmelöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,75 = 0,85$ mm.

b) Destillirt. (Trüb.)

$h = 52,8$ mm bei 21,75° C, woraus $h_n = 53,75$ mm.

$h = 53,5$ " " 18,5° C, " $h_n = 53,8$ "

Mittel: $h_n = 53,75$ mm. Die Wirkung des Kümmelöls auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

3. Pfefferminzöl. a) Direkt. (Wenig trüb.)

$h = 50,6$ mm bei 21,5° C, woraus $h_n = 51,5$ mm.

$h = 51,4$ " " 17,5° C, " $h_n = 51,5$ "

$h = 51,5$ " " 16,8° C, " $h_n = 51,46$ "

Mittel: $h_n = 51,5$ mm. 0,05 Volumprocente Pfefferminzöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 51,5 = 3,1$ mm.

b) Destillirt. (Wenig trüb.)

$h = 51,8$ mm bei $17,5^\circ$ C, woraus $h_n = 51,9$ mm.

$h = 51,3$ " " $19,9^\circ$ C, " $h_n = 51,88$ "

$h = 52,0$ " " $16,5^\circ$ C, " $h_n = 51,9$ "

Mittel: $h_n = 51,9$ mm. Die Wirkung des Pfefferminzöls wird durch Destillation mit Kalilauge verändert; 0,05 Volumprocente bewirken nach derselben eine Verminderung der Steighöhe von $54,6 - 51,9 = 2,7$ mm.

4. Kaffiöl. a) Direkt. (Trüb.)

$h = 53,4$ mm bei $20,5^\circ$ C, woraus $h_n = 54,1$ mm.

$h = 53,2$ " " $21,5^\circ$ C, " $h_n = 54,1$ "

$h = 54,1$ " " 17° C, " $h_n = 54,1$ "

Mittel: $h_n = 54,1$ mm. 0,05 Volumprocente Kaffiöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,1 = 0,5$ mm.

b) Destillirt. (Klar.)

$h = 54,1$ mm bei 18° C, woraus $h_n = 54,3$ mm.

$h = 53,8$ " " $19,7^\circ$ C, " $h_n = 54,34$ "

$h = 53,45$ " " $21,6^\circ$ C, " $h_n = 54,37$ "

Mittel: $h_n = 54,37$ mm. Durch Destillation mit Kalilauge wird das Kaffiöl verändert, wie schon daraus hervorgeht, daß das Destillat klar war; auch die Steighöhenerniedrigung wurde wesentlich beeinflusst, sodaß nach der Destillation mit Kalilauge 0,05 Volumprocente Kaffiöl nur noch eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,35 = 0,25$ mm besaßen, und die Wirkung des Kaffiöls auf die Steighöhe demnach um die Hälfte vermindert wurde.

5. Wachholderbeeröl. a) Direkt. (Trüb.)

$h = 53,0$ mm bei $18,5^\circ$ C, woraus $h_n = 53,3$ mm.

$h = 52,9$ " " 19° C, " $h_n = 53,3$ "

Mittel: $h_n = 53,3$ mm. 0,05 Volumprocente Wachholderbeeröl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,3 = 1,3$ mm.

b) Destillirt. (Trüb.)

$h = 53,2$ mm bei $17,4^\circ$ C, woraus $h_n = 53,28$ mm

$h = 52,65$ " " $20,3^\circ$ C, " $h_n = 53,31$ "

Mittel: $h_n = 53,3$ mm. Die Wirkung des Wachholderbeeröls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

6. Citronenöl. a) Direkt. (Trüb.)

$h = 54,1$ mm bei $16,5^\circ$ C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,9$ " " $17,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

$h = 53,8$ " " 18° C, " $h_n = 54,0$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. 0,05 Volumprocente Citronenöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,0 = 0,6$ mm.

b) Destillirt. (Trüb.)

$h = 53,75$ mm bei $18,25^\circ$ C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,9$ " " $17,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. Die Wirkung des Citronenöls auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

7. Pomeranzenschalenöl. a) Direkt. (Trüb.)

$h = 54,0$ mm bei 17° C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 54,3$ " " $15,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. 0,05 Volumprocente Pomeranzenschalenöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,0 = 0,6$ mm.

b) Destillirt. (Trüb.)

$h = 54,3$ mm bei $15,5^\circ$ C, woraus $h_n = 54,0$ mm.

$h = 54,1$ " " $16,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. Die Wirkung des Pomeranzenschalenöls auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

8. Fenchelöl. a) Direkt. (Sehr trüb.)

$h = 54,3$ mm bei $14,5^\circ$ C, woraus $h_n = 53,8$ mm.

$h = 54,0$ " " 16° C, " $h_n = 53,8$ "

Mittel: $h_n = 53,8$ mm. 0,05 Volumprocente Fenchelöl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,8 = 0,8$ mm.

b) Destillirt. (Sehr trüb.)

$h = 54,1$ mm bei $15,5^\circ$ C, woraus $h_n = 53,8$ mm.

$h = 54,0$ " " 16° C, " $h_n = 53,8$ "

Mittel: $h_n = 53,8$ mm. Die Wirkung des Fenchelöls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

II. Andere Substanzen (Alkohole ausgenommen).

a) Aldehyde. Es wurde stets 0,1 Volumprocent der Aldehyde angewandt.

1. Acetaldehyd. α) Direkt. (Klar.)

$h = 54,5$ mm bei 16° C, woraus $h_n = 54,3$ mm.

$h = 54,2$ " " $17,5^\circ$ C, " $h_n = 54,3$ "

Mittel: $h_n = 54,3$ mm. 0,1 Volumprocent Acetaldehyd bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,3 = 0,3$ mm.

β) Destillirt. (Grünlich, klar.)

$h = 53,7$ mm bei $19,25^\circ$ C, woraus $h_n = 54,15$ mm.

$h = 53,7$ " " 19° C, " $h_n = 54,1$ "

$h = 53,9$ " " $18,25^\circ$ C, " $h_n = 54,15$ "

Mittel: $h_n = 54,15$ mm. Der Acetaldehyd wird durch Destillation mit Kalilauge verändert; während der ursprüngliche Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97626 mit 0,1 Volumprocent Acetaldehyd vollkommen farblos war, erschien das Destillat zwar klar, aber grünlich. Dasselbe enthielt noch unveränderten Acetaldehyd und zwar sehr erhebliche Mengen; die Aldehydreaktion von U. Gayon vermittelt einer durch schweflige Säure entfärbten Fuchsinlösung, und von W. Windisch mit alkalischer Kalium-Quecksilberjodidlösung und mit m-Phenylendiaminchlorhydrat traten sehr scharf ein. Auch die Wirkung des Acetaldehyds auf die Steighöhe wird verändert, und zwar bewirken

die 0,1 Volumprocent Acetaldehyd nach der Destillation mit Kalilauge eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,15 = 0,45$ mm. Die Steighöhenerniedrigung ist demnach um die Hälfte stärker geworden; die Destillation mit Kalilauge übt hier eine nachtheilige Wirkung aus.

2. Paraldehyd. α) Direkt. (Klar.)

$h = 54,0$ mm bei $18,5^\circ$ C, daher $h_n = 54,3$ mm.

$h = 53,8$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 54,3$ "

Mittel: $h_n = 54,3$ mm. 0,1 Volumprocent Paraldehyd bewirken daher eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,3 = 0,3$ mm.

β) Destillirt. (Klar.)

$h = 53,7$ mm bei 20° C, woraus $h_n = 54,3$ mm.

$h = 53,9$ " " 19° C, " $h_n = 54,3$ "

Mittel: $h_n = 54,3$ mm. Die Wirkung des Paraldehyds auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

3. Furfurol. α) Direkt. (Klar.)

$h = 53,7$ mm bei $18,5^\circ$ C, daher $h_n = 54,0$ mm

$h = 54,0$ " " $17,5^\circ$ C, " $h_n = 54,1$ "

Mittel: $h_n = 54,05$ mm. 0,1 Volumprocent Furfurol bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,05 = 0,55$ mm.

β) Destillirt. (Klar.)

$h = 53,9$ mm bei 19° C, daher $h_n = 54,3$ mm.

$h = 54,1$ " " $17,5^\circ$ C, " $h_n = 54,2$ "

Mittel: $h_n = 54,25$ mm. Durch Destillation mit Kalilauge wird das Furfurol verändert; das Destillat enthielt noch unverändertes Furfurol, denn es gab die rothe Reaction von K. Foerster mit Anilin und Salzsäure, jedoch weit schwächer als der ursprüngliche, furfurolhaltige Alkohol. Die Wirkung des Furfurols auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge vermindert; nach derselben rufen 0,1 Volumprocent Furfurol nur noch eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,25 = 0,35$ mm hervor. Die Wirkung ist demnach um $0,55 - 0,35 = 0,2$ mm oder 36% herabgemindert.

Bemerkenswerth ist die relativ geringe Einwirkung der Aldehyde auf die Steighöhe; auch bei dem später zu besprechenden Acetal, einem Derivat des Acetaldehyds, kehrt diese Erscheinung wieder.

b) Fettäureester. Angewandte Menge: 0,2 Volumprocent.

1. Methylacetat. α) Direkt. (Klar.)

$h = 53,6$ mm bei 19° C, daher $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,5$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. 0,2 Volumprocente Methylacetat bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,0 = 0,6$ mm.

β) Destillirt. (Klar.)

$h = 54,3$ bei $18,5^\circ$ C, daher $h_n = 54,6$ mm.

$h = 54,0$ " 20° C, " $h_n = 54,6$ "

Mittel: $h_n = 54,6$ mm. Nach der Destillation mit Kalilauge übt das Methylacetat keinen Einfluß mehr auf die Steighöhe aus.

2. Amylacetat. α) Direkt. (Geruch) angenehm fruchtartig).

$h = 47,7$ mm bei 21° C, daher $h_n = 48,5$ mm.

$h = 47,9$ " " 20° C, " $h_n = 48,5$ "

Mittel: $h_n = 48,5$ mm. 0,2 Volumprocente Amylacetat bewirken eine Steighöhen-
erniedrigung von $54,6 - 48,5 = 6,1$ mm.

β) Destillirt. (Geruch) fujelig.)

$h = 52,4$ mm bei $20,5^\circ$ C, daher $h_n = 53,1$ mm.

$h = 52,7$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 53,2$ "

Mittel: $h_n = 53,15$ mm. Nach der Destillation mit Kalilauge bewirken 0,2 Volum-
procente Amylacetat nur noch eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,15 =$
 $1,45$ mm.

Auch aus diesen Versuchen ergibt sich, daß bei der Destillation mit Kalilauge
etwaige im Branntwein vorhandene Fettsäureester verseift werden; die Essigsäure
bleibt als Kaliumsalz im Destillirkolben zurück, wo sie leicht nachgewiesen werden kann
und der abgepaltene Alkohol geht über. Da bei Anwendung von Aethylacetat Aethyl-
alkohol übergeht und die geringe Aenderung des spezifischen Gewichts, die bei der
Destillation eintritt, keinen bemerkbaren Einfluß hat, so muß nach der Destillation die
Basis der Steighöhen $h_n = 54,6$ mm erzielt werden. Bei Anwendung von Amylacetat
destillirt Amylalkohol über und zwar liefert, wie man berechnen kann, 0,1 Volum-
procent Amylacetat 0,073 ccm Amylalkohol, die hier verwendeten 0,2 Volumprocente
Amylacetat daher $2 \cdot 0,073 = 0,146$ ccm Amylalkohol. Diese müssen nach der Tabelle
eine Steighöhenerniedrigung von 1,46 mm hervorrufen, also die Steighöhe $h_n =$
 $54,6 - 1,46 = 53,14$ mm liefern; in der That wurde $h_n = 53,15$ mm gefunden. Bei
der relativ großen Menge des Esters trat der Unterschied im Geruch vor und nach der
Destillation ganz besonders stark hervor.

Die Essigsäureester der beiden Alkohole erniedrigen die Steighöhe gerade dreimal so
stark wie die entsprechenden Alkohole. 0,1 Volumprocent Aethylalkohol erniedrigt (nach
S. 61) die Steighöhe um 0,1 mm, 0,1 Volumprocent Aethylacetat um $0,3 = 3 \cdot 0,1$ mm;
0,1 Volumprocent Amylalkohol erniedrigt (nach S. 58) die Steighöhe um 1,0 mm,
0,1 Volumprocent Amylacetat um $3,05 =$ sehr angenähert $3 \cdot 1,0$ mm. Da nun Amyl-
alkohol die Steighöhe zehnmal so stark erniedrigt als ein gleiches Volum Aethylalkohol,
so erniedrigt auch Amylacetat die Steighöhe zehnmal so stark als ein gleiches Volum
Aethylacetat; 0,1 Volumprocent Aethylacetat erniedrigt die Steighöhe um 0,3 mm,
0,1 Volumprocent Amylacetat aber $3,05 = 10 \cdot 0,3$ mm.

c) Nitrobenzol. Angewandte Menge: 0,1 Volumprocent.

1. Direkt. (klar).

$h = 53,4$ mm bei 20° C, daher $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,3$ " " $20,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

$h = 53,8$ " " $18,2^\circ$ C, " $h_n = 54,04$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. 0,1 Volumprocent Nitrobenzol bewirkt eine Steighöhen-
erniedrigung von $54,6 - 54,0 = 0,6$ mm.

2. Destillirt. (Klar).

$h = 53,8$ mm bei 18° C, daher $h_n = 54,0$ mm.

$h = 53,5$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 54,0$ "

$h = 53,4$ " " $20,1^\circ$ C, " $h_n = 54,02$ "

Mittel: $h_n = 54,0$ mm. Die Wirkung des Nitrobenzols auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

d) Acetal. Angewandte Menge: 0,1 Volumprocent.

1. Direkt. (Klar).

$h = 53,5$ mm bei 20° C, daher $h_n = 54,1$ mm.

Mittel: $h_n = 54,1$ mm. 0,1 Volumprocente Acetal bewirkt eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,1 = 0,5$ mm.

2. Destillirt. (Klar).

$h = 53,5$ mm bei 20° C, daher $h_n = 54,1$ mm.

$h = 53,6$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 54,1$ "

Mittel: $h_n = 54,1$ mm. Die Wirkung des Acetals auf die Steighöhe wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

e) Cognaköl. Angewandte Menge: 0,05 Volumprocent.

1. Direkt. (Trüb).

$h = 49,9$ mm bei 20° C, daher $h_n = 50,5$ mm.

$h = 50,0$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 50,5$ "

Mittel: $h_n = 50,5$ mm. 0,05 Volumprocente Cognaköl bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 50,1 = 4,5$ mm.

2. Destillirt. (Klar).

$h = 53,8$ mm bei $18,5^\circ$ C, daher $h_n = 54,1$ mm.

$h = 53,6$ " " $19,5^\circ$ C, " $h_n = 54,1$ "

Mittel: $h_n = 54,1$ mm. Durch Destillation mit Kalilauge wird die Wirkung des Cognaköls ganz wesentlich geändert; nach derselben bewirken 0,05 Volumprocente Cognaköl nur noch eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 54,1 = 0,5$ mm. Die Wirkung des Cognaköls hat sich darnach um $4,5 - 0,5 = 4,0$ mm d. h. um $\frac{8}{9}$ oder 89% vermindert.

III. Höhere Alkohole.

Es wurden stets 0,2 Volumprocente der Alkohole verwandt. Da dieselben durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert werden, wurde von letzterer abgesehen. Die Gemische wurden in ähnlicher Weise wie die der ätherischen Oelen hergestellt.

1. Amylalkohol. Der Amylalkohol diente als Basis für die Fuselöltabelle. 0,2 Volumprocente Amylalkohol bewirken eine Steighöhenerniedrigung von 2 mm.

2. Normalbutylalkohol.

$h = 53,1$ mm bei $18,5^\circ$ C, daher $h_n = 53,4$ mm.

$h = 52,6$ " " $20,5^\circ$ C, " $h_n = 53,3$ "

Mittel: $h_n = 53,35$ mm. 0,2 Volumprocente Normalbutylalkohol bewirken eine Steighöhenerniedrigung von $54,6 - 53,35 = 1,25$ mm.

3. Tertiarybutylalcohol (Tertiarybutylalcohol).

$h = 53,1$ mm bei $19,5^\circ \text{C}$, daher $h_n = 53,6$ mm.

$h = 53,0$ " " 20°C , " $h_n = 53,6$ "

Mittel: $h_n = 53,6$ mm. 0,2 Volumprocente Tertiarybutylalcohol erniedrigen die Steighöhe um $54,6 - 53,6 = 1,0$ mm.

4. Secondarybutylalcohol (Methyl-ethylalcohol).

$h = 53,2$ mm bei 20°C , daher $h_n = 53,8$ mm.

$h = 53,6$ " " $18,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 53,9$ "

$h = 53,25$ " " $19,9^\circ \text{C}$, " $h_n = 53,83$ "

Mittel: $h_n = 53,85$ mm. 0,2 Volumprocente Secondarybutylalcohol erniedrigen die Steighöhe um $54,6 - 53,85 = 0,75$ mm.

5. Tertiarybutylalcohol (Trimethylalcohol).

$h = 53,5$ mm bei $20,2^\circ \text{C}$, daher $h_n = 54,14$ mm.

$h = 53,6$ " " $19,6^\circ \text{C}$, " $h_n = 54,12$ "

$h = 53,9$ " " $18,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 54,2$ "

Mittel: $h_n = 54,15$ mm. 0,2 Volumprocente Tertiarybutylalcohol erniedrigen die Steighöhe um $54,60 - 54,15 = 0,45$ mm.

6. Normalpropylalcohol.

$h = 54,4$ mm bei $16,5^\circ \text{C}$, daher $h_n = 54,3$ mm.

$h = 53,6$ " " $20,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 54,3$ "

Mittel: $h_n = 54,3$ mm. 0,2 Volumprocente Normalpropylalcohol erniedrigen die Steighöhe um $54,6 - 54,3 = 0,3$ mm.

7. Isopropylalcohol.

$h = 54,3$ mm bei $17,5^\circ \text{C}$, daher $h_n = 54,4$ mm.

$h = 54,1$ " " $18,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 54,4$ "

$h = 53,5$ " " $21,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 54,4$ "

Mittel: $h_n = 54,4$ mm. 0,2 Volumprocente Isopropylalcohol erniedrigen die Steighöhe um $54,6 - 54,4$ mm = 0,2 mm.

8. Rohes Fuselöl.

$h = 52,1$ mm bei $20,5^\circ \text{C}$, daher $h_n = 52,8$ mm.

$h = 51,9$ " " $21,5^\circ \text{C}$, " $h_n = 52,8$ "

Mittel: $h_n = 52,8$ mm. 0,2 Volumprocente rohes Fuselöl erniedrigen die Steighöhe um $54,6 - 52,8 = 1,8$ mm. Das rohe Fuselöl war gelb gefärbt, roch intensiv nach Amylalkohol und gab nur schwach die Reaktion auf Furfurol mit Anilin und Salzsäure. Der Alkohol mit 0,2 Volumprocenten dieses Fuselöls gab die Reaktion überhaupt nicht mehr. Als man den Alkohol mit 0,2 Volumprocenten rohen Fuselöls mit Kalilauge destillierte, ergab das etwas getrübbte Destillat ebenfalls die Steighöhe: $h_n = 52,8$ mm.

Um den Einfluß der verschiedenen Substanzen auf die Steighöhe im Kapillarrohr zu vergleichen und bequeme Vergleichszahlen zu bekommen, kann man die Steighöhenverminderung eines bestimmten Volumprocentgehalts Amylalkohol gleich 100 setzen und die Verminderungen durch ein gleiches Volum der übrigen Substanzen auf diese Zahl beziehen. Da ein Gehalt eines Alkohols vom spezifischen Gewicht 0,97626 mit 0,1 Volumprocente Amylalkohol eine Steighöhenerniedrigung von 1 mm bewirkt, so hat man, um

die Wirkungen aller Substanzen auf die Zahl 100 des Amylalkohols zu beziehen, einfach die Steighöhenverminderung, welche durch 0,1 Volumprocente der betreffenden Substanz hervorgerufen wird, mit 100 zu multiplizieren.

Amylalkohol = 100.

Zau- fende Nr.	S u b s t a n z	Wirkung der Substanz	
		vor der Destillation mit Kalilauge	nach der
1	Anisöl	120	120
2	Rümmelöl	170	170
3	Pfefferminzöl	620	540
4	Kassiaöl	100	50
5	Wachholderbeeröl	260	260
6	Citronenöl	120	120
7	Pomeranzenschalenöl	120	120
8	Fenchelöl	160	160
9	Acetaldehyd	30	45
10	Paraldehyd	30	30
11	Furfurof	55	35
12	Aethylacetat	30	0
13	Amylacetat	305	72,5
14	Nitrobenzol	60	60
15	Acetal	50	50
16	Cognaköl	900	100
17	Amylalkohol	100	100
18	Normalbutylalkohol	62,5	62,5
19	Isobutylalkohol	50	50
20	Secundärbutylalkohol	37,5	37,5
21	Tertiärbutylalkohol	22,5	22,5
22	Normalpropylalkohol	15	15
23	Isopropylalkohol	10	10
24	Rehes Fuselöl	90	90

Die stalagmometrische Methode von Traube¹⁾.

Prinzip der Methode, Beschreibung des Apparats. Das Prinzip der stalagmometrischen Methode, welches schon früher von Duclaux²⁾ sowie von Hagen und Quincke³⁾ zu Alkoholbestimmungen u. dgl. verwerthet wurde, ist ein ähnliches wie dasjenige der kapillarimetrischen Methode, es ist sogar im Grunde dasselbe. Läßt man aus einem unten näher zu beschreibenden Tropfapparat gleiche Raumeitheile Wasser, Aethylalkohol und Amylalkohol austropfen und zählt die Anzahl der abfallenden Tropfen, so findet man, daß das Wasser die wenigsten, Aethylalkohol eine mittlere Anzahl und Amylalkohol die meisten Tropfen bildet. Ein Gemisch von

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft XX, 1887, S. 2644 ff.

²⁾ Ann. de Chim. et Phys. 5^{me} Série T. III 1874.

³⁾ Traube: Journal für praktische Chemie N. F. Bb. 34, S. 297 u. 7.

Methylalkohol und Wasser von konstantem spezifischem Gewichte wird, da dasselbe stets gleiche Theile Methylalkohol und Wasser besitzt, auch eine konstante Tropfenzahl bilden, wenn ein konstantes Volum desselben aus dem Tropfapparat austropft. Ist nun in diesem Gemenge ein geringer Gehalt an Amylalkohol vorhanden, so wird die Anzahl der Tropfen aus dem konstanten Volum vergrößert. Da Wasser die geringste, Methylalkohol eine mittlere, Amylalkohol die höchste Tropfenzahl giebt, wenn ein gleiches Volum dieser drei Flüssigkeiten aus dem Tropfapparat ausfließt, so wird die Vermehrung der Tropfenzahl um so bedeutender hervortreten, je verdünnter der Alkohol ist, je mehr also das Wasser den Alkohol überwiegt. Traube verdünnt daher den Branntwein auf das spezifische Gewicht 0,97626, entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol; die Konzentration ist demnach dieselbe, wie bei der kapillarimetrischen Methode.

Zur Ausführung des Versuchs dient das von Traube konstruirte Stalagmometer (Tropfenzähler von *ὁ σταλάγμος* der Tropfen). Dasselbe hat folgende Form (Fig. 4): Eine Glasröhre von 5 mm Durchmesser erweitert sich zu einem ellipsoïdförmigen Gefäß, das nach unten wieder in die Röhre ausläuft. Letztere macht dann ein rechtwinkliges Knie, so daß der folgende Theil horizontal läuft, darauf ein zweites rechtwinkliges Knie, so daß die Röhre jetzt wieder vertikal gerichtet ist. Der mittlere Theil der horizontal laufenden Röhre wird durch eine Kapillare von 16 mm Länge eingenommen; das untere Ende der Röhre wird durch eine kreisförmige, matt geschliffene Fläche gebildet. Dieselbe ist äußerlich nach oben zu konisch verjüngt und trägt in der Mitte eine kapillare Durchbohrung. Oberhalb und unterhalb des ellipsoïden Bauches sind Marken angebracht, welche ein bestimmtes Volum abgrenzen. Auf dem Apparat ist die Tropfenzahl des konstanten Volums reinen 20-volumprocentigen Alkohols bei einer bestimmten Temperatur verzeichnet; zu dem Apparat gehört ein Statif, an dem derselbe durch einen federnden Arm befestigt wird. Das abgegrenzte Volum beträgt bei unserem Apparat 7,1 ccm, die Kapillare im horizontalen Theile des Apparats ist 16 mm lang. Der Durchmesser der kreisförmigen Scheibe beträgt 8,3 mm.

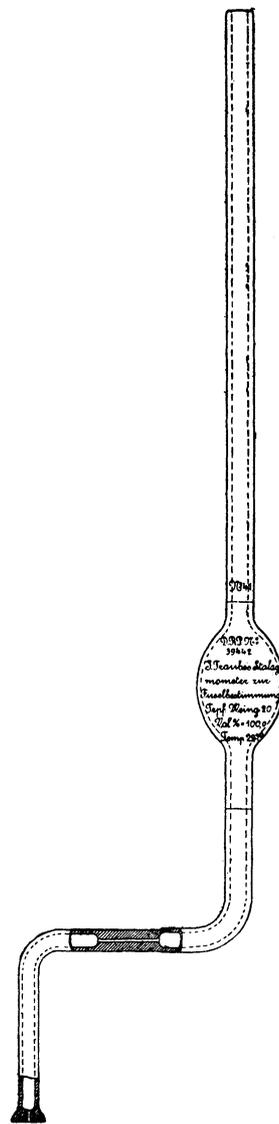


Fig. 4.

Ausführung der Untersuchung. Ueber den Gebrauch des Stalagmometers giebt Traube folgendes an:

„Man stellt zunächst mittels eines genauen Thermometers die Zimmertemperatur fest und sorgt dafür, daß der in das Stalagmometer einzufüllende, möglichst genau auf 20 Volumprocente verdünnte Sprit vor dem Einfüllen die Zimmertemperatur ange-

nommen hat. Erreicht man die Konzentration von 20 Volumprocenten nicht genau, so läßt sich leicht eine Korrektion anbringen, wenn man berücksichtigt, daß 1% Alkohol bei obiger Konzentration annähernd 0,1% Fuselöl entspricht.

Man bringt den Sprit sodann in ein kleines Bechergläschen und saugt ihn mit dem Munde oder der Pumpe von unten nach oben in den Apparat auf. Sobald man durch wiederholtes Auffaugen erreicht hat, daß sich von der oberen Marke aus ein ganzer Tropfen zu bilden anfängt, beginnt man zu zählen und bestimmt die in dem durch die beiden Marken abgegrenzten Volum erhaltene Tropfenzahl. Dabei kann man bei einiger Uebung noch 0,2 Tropfen abschätzen. Zu beachten ist nur, daß die Ausflußgeschwindigkeit nicht wesentlich geändert werde durch Ansetzen von Staub oder Schmutz in der Kapillarröhre oder vor der Oeffnung der Scheibe, sowie ferner, daß die Tropfenbildungsfläche stets möglichst rein gehalten wird. Findet sich vor dem Beginn des Zählens eine größere Luftblase im Tropfen, so ist dieselbe zu entfernen. Erschütterungen im Zimmer, welche ein zu schnelles Loslösen des Tropfens hervorrufen könnten, sind zu vermeiden.

Man macht nun entweder stets zwei vergleichende Beobachtungen, die eine mit reinem, 20-procentigem, die andere mit dem auf Fuselöl zu unterscheidenden 20-procentigen Sprit und berechnet aus der Differenz der Tropfenzahlen nach der unten folgenden Tabelle den Fuselölgehalt, oder man erspart die Beobachtung mit dem reinen Sprit unter Berücksichtigung der auf jedem Apparat für eine bestimmte Temperatur eingravirten Tropfenzahl. Man hat dann nur für jede 30 Tropfen jeviel mal 0,1 Tropfen hinzuzuaddiren bzw. zu subtrahiren, als die betreffende Zimmertemperatur an Graden oberhalb oder unterhalb der auf dem Apparat verzeichneten gelegen ist."

Die von Traube beschriebene Weise, die Tropfenzahl, namentlich die Bruchtheile von Tropfen zu bestimmen, ist keineswegs einfach. Zunächst ist die Einstellung auf die obere Marke des konstanten Volums nach der Traube'schen Vorschrift eine prekäre Sache; der Punkt, daß sich von der oberen Marke aus ein ganzer Tropfen zu bilden anfängt, ist exakt nicht zu erreichen, man ist vielmehr mehr oder weniger dem Zufall anheimgegeben, da man zwei entfernt liegende Punkte, die obere Marke und die Tropfenbildungsscheibe, nicht zu gleicher Zeit visiren kann. Noch zweifelhafter ist die Ablefung von Bruchtheilen eines Tropfens am Ende der Operation. Denn auch hier hat man in demselben Augenblicke die untere Marke und die Scheibe zu beobachten; ferner läßt sich das Volum eines hängenden Tropfens nur sehr schwierig und nur annähernd bestimmen; drittens ist der hängende Tropfen, der bestimmt werden soll, nur einen Augenblick konstant oder vielmehr stets variabel, so daß man nur einen Moment Zeit hat, denselben abzuschätzen.

Im Gesundheitsamt stellte man sich daher die Aufgabe: 1. das Niveau in dem Apparat für einen kurzen Zeitraum konstant zu erhalten, um zwei verschiedene Punkte in Ruhe visiren zu können; 2. das Volum des eventuell zuletzt entstehenden Bruchtheiles eines Tropfens für dieselbe Zeitdauer zu fixiren; 3. ein exakteres Maß für den Bruchtheil des Tropfens zu finden, als das bloße Abschätzen des hängenden Tropfentheils zu leisten vermag.

Durch folgende einfache Vorrichtung wurden diese drei Punkte leicht und sicher

erreicht: Man befestigte vermittels eines engen, dickwandigen Gummischlauches an dem oberen Ende des Stalagmometers einen luftdicht schließenden Glashahn, dessen Röhre genau die Weite des oberen Stalagmometertheils hatte und so rundgeschmolzen war, daß beide Röhren möglichst auf einander paßten. Die Verbindungsstelle wurde durch vier Brettchen gesteuert, so daß Apparat und Glashahn ein starres System bildeten und der Glasaufsatz auch beim Öffnen und Schließen des Hahnes sich nicht bewegen konnte. Das andere Rohr des Glashahnes war rechtwinklig gebogen; man befestigte daran einen Gummischlauch, in den eine Chlorkaliumröhre eingeschaltet war. Nun wurde der Apparat in ein kräftiges, schweres Stativ gespannt; der eine Arm des Stativs, dessen Klammer durch zwei große Korkstücke verbreitert war, umgab die Verbindungsstelle von Stalagmometer und Glashahn, wodurch die Verbindung dieser Theile noch starrer wurde; ein zweiter Arm des Stativs umfaßte den Apparat an einer unteren Stelle, ein dritter trug das mit dem Normalthermometer übereinstimmende Thermometer, dessen Quecksilbergefäß an den ellipsoiden Bauch des Apparats zu liegen kam. Der Apparat wurde nun senkrecht gestellt, so daß die Tropfenbildungsscheibe eine genau horizontale Lage bekam und die Klammern fest zugekehrt. Während der ganzen Dauer der Versuche wurde der Apparat in dieser Zusammenstellung gelassen.

Die Einstellung der Flüssigkeit auf die obere Marke wurde mit dieser Vorrichtung leicht erreicht und zugleich die Forderung erfüllt, daß sich von der Marke ab ein ganzer Tropfen bildet. Die zu untersuchende Flüssigkeit wurde mit Hilfe des Gummischlauches von unten aus mit dem Munde in dem Apparat emporgezogen; schließt man hierbei nach kräftigem Ansaugen den Gummischlauch mit einem Quetschhahn, so wirkt der erzeugte luftverdünnte Raum wie eine Saugpumpe und die Flüssigkeit steigt von selbst empor. Hat die Flüssigkeit bereits Lufttemperatur angenommen, so wird sie bis 1 oder 2 mm über die Marke emporgezogen und der Glashahn geschlossen; hat sie die Zimmertemperatur noch nicht, so wird sie höher emporgezogen und sich selbst überlassen, bis sie dieselbe erreicht hat. Nun wird der äußere konische Theil der Tropfenbildungsfläche, der beim Emporziehen der Flüssigkeit durch das Eintauchen benetzt wurde, mit Filtrirpapier vollkommen getrocknet und nach Öffnung des Hahnes die Höhe der Flüssigkeitssäule so regulirt, daß der untere Meniskus derselben genau auf die Marke zu stehen kommt; dies ist durch Saugen an dem Gummischlauche leicht zu erzielen. Während dieser Stand mit dem Munde festgehalten wird, wird der Glashahn geschlossen; dann wird sofort mit der scharfen Kante starken Schreibpapiers der unten an der Scheibe hängende Tropfen abgestreift, der Hahn geöffnet und die Tropfen gezählt. Durch das bloße Abstreifen des Tropfens wird erreicht, daß sich von der Marke ab ein ganzer Tropfen zu bilden beginnt, andererseits bleibt die untere Tropfenbildungsscheibe aber gleichmäßig befeuchtet, so daß die Tropfen sich von vorn herein gleichmäßig an der ganzen Scheibe bilden. Ist die Scheibe trocken, so sind, wie man sich überzeugt hat, die Tropfen nicht gleichmäßig, indem die ersten sich nur an dem mittleren Theile der Scheibe bilden und demnach kleiner werden, als die folgenden, welche sich nach der allmählichen Benetzung an der ganzen Scheibe bilden.

Es ist klar, daß durch diese einfache Manipulation auch eine Fixirung des

Flüssigkeitsmeniskus auf der unteren Marke, und somit ein Festhalten des unten eventuell hängenden Bruchtheils eines Tropfens ermöglicht ist. Da indeß das Abschätzen eines hängenden Tropfens sehr mißlich ist, so übertrug man den zu messenden Tropfen in das Rohr des Apparats. Dies geschah auf folgende Weise: Reiner 20-volumprocentiger Alkohol wurde bis zur unteren Marke emporgezogen, der Meniskus genau eingestellt und der untenhängende Tropfen, nach der Entfernung der Feuchtigkeit des oberen konischen Theils der Scheibe, abgestreift. Nach dem Öffnen des Hahnes bildete sich ein Tropfen, der fallen gelassen wurde. Da beim Abfallen eines Tropfens sich bereits ein zweiter zu bilden begonnen hatte, so hing an der Scheibe bereits ein Theil eines zweiten Tropfens; letzterer wurde wieder in den Apparat zurückgezogen, der Hahn geschlossen und an dem jetzigen Stand des Meniskus eine Marke befestigt. Bei langsamem, sorgfältigem Saugen gelingt es, den Tropfentheil vollkommen in die Röhre zurückzubringen; ist derselbe vollkommen emporgezogen, so bildet die Luft an der kapillaren Ausflußöffnung einen Meniskus, der, von oben betrachtet, silbern schimmert und daher leicht zu erkennen ist. Man kann somit den Punkt leicht und sicher erreichen. Da bei Beginn des Ausflusses die Scheibe schon benetzt war, so ist offenbar der zwischen den beiden Marken, nämlich der eingravirten des Apparats und der neu befestigten, liegende Theil der Röhre dem Volum nach gleich einem Tropfen reinen 20-volumprocentigen Alkohols. In dem vorliegenden Apparate war dieser Theil 6,5 mm groß, d. h. ein Tropfen des Alkohols von 20 Volumprocenten hat das Volum eines Cylinders, dessen Grundfläche gleich dem Querschnitt des unteren Stalagmometerrohrs und dessen Höhe gleich 6,5 mm ist. In gleichem Abstand nach oben von der eingravirten Marke wurde ebenfalls eine Marke angebracht. Theilt man noch den einem Tropfen entsprechenden Theil des Rohres etwa in 4 Theile, so kann man $\frac{1}{10}$ Tropfen noch genau abschätzen, und damit ist die Genauigkeit so weit getrieben, als es bei diesem Apparat möglich ist.

Eine Bestimmung der Tropfenzahl gestaltet sich nunmehr folgendermaßen: Man stellt den Flüssigkeitsmeniskus auf die obere Marke ein, trocknet den oberen Theil der Tropfenbildungsscheibe mit Filtrirpapier, streift den unten hängenden Tropfen mit kräftigem Papier ab, öffnet den Glashahn und zählt die abfallenden Tropfen. Ist die Flüssigkeit in der Röhre so weit gesunken, daß sich innerhalb des abgegrenzten Volums kein ganzer Tropfen mehr bilden kann, so schließt man unmittelbar nach dem Abfallen des letzten möglichen ganzen Tropfens den Hahn, saugt den Gummischlauch schwach an, öffnet wieder den Hahn und saugt den unten hängenden Tropfentheil vollkommen in die Röhre zurück, was, wie oben angegeben, scharf zu erreichen ist. Nach dem Schließen des Hahnes ist der Tropfentheil für geraume Zeit in der Röhre fixirt. Denkt man sich nun die Räume zwischen der festen eingravirten Marke und den beiden neu angebrachten, welche je einen Tropfen dem Volum nach darstellen, von der festen Marke aus nach den beiden Seiten in 10 gleiche Theile getheilt, so zwar, daß die zwei der festen Marke am nächsten liegenden Theilstriche die Zahl 1 tragen u. s. f., wie es Figur 5, S. 78 zeigt, hat man ferner n Tropfen gezählt und stand der Meniskus nach dem Emporsaugen des Tropfentheils bei dem Theilstrich 3, so ist die Tropfenzahl der Flüssigkeit gleich $(n + 0,3)$. Zur Kontrolle kann man nun noch einen

Tropfen abfallen lassen, den anhängenden Tropfentheil wieder emporzugen und von der Tropfenzahl $(n + 1)$ den Abstand des Meniskus von der festen Marke subtrahiren. In dem oben angeführten Beispiel würde durch das Abfallen eines Tropfens der Meniskus von Theilstrich 3 über der festen Marke auf Theilstrich 7 unter der Marke sinken; wir haben demnach die Tropfenzahl $n + 1 - 0,7 = n + 0,3$, d. h. dasselbe Resultat wie oben.

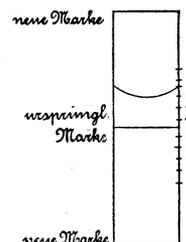


Fig. 5.

Gegen diese Art der Messung des letzten Tropfentheils läßt sich ein Einwand erheben, der alsbald entkräftet werden soll. Es ist nämlich klar, daß die Tropfen, welche verschiedene Flüssigkeiten beim Austropfen aus demselben Apparat bilden, nicht gleich groß sind. Die Anwendung des Stalagmometers beruht auf dem Prinzip, daß ein gleiches Volum verschiedener Flüssigkeiten beim Austropfen eine ungleiche Anzahl Tropfen bildet. Nun sei v das konstante in unserem Apparat abgegrenzte Volum, n die Anzahl Tropfen, welche v ccm reinen 20-volumprocentigen Alkohols bilden, n_1 die Anzahl Tropfen, welche ein fuseliger Alkohol vom gleichen spezifischen Gewicht bildet, ferner t das Volum eines Tropfens des reinen, t_1 dasjenige eines Tropfens des fuseligen Alkohols, und a die Längenausdehnung, welche der Tropfen t , a_1 die Längenausdehnung, welche der Tropfen t_1 in der Röhre des Stalagmometers an der unteren festen Marke zeigt. Die v ccm reinen Alkohols von 20 Volumprocenten bilden n Tropfen, $\frac{v}{n}$ ccm geben daher 1 Tropfen; ein Tropfen ist demnach gleich $\frac{v}{n}$ ccm, und da wir das Volum dieses einen Tropfens mit t bezeichnet haben, ist $t = \frac{v}{n}$. Die v ccm fuseligen Alkohols bilden n_1 Tropfen, $\frac{v}{n_1}$ ccm bilden daher 1 Tropfen, d. h. 1 Tropfen ist gleich $\frac{v}{n_1}$ ccm oder $t_1 = \frac{v}{n_1}$. Daher $\frac{t}{t_1} = \frac{\frac{v}{n}}{\frac{v}{n_1}}$; $\frac{t}{t_1} = \frac{n_1}{n}$, d. h. die Tropfenvolumen sind den Tropfenzahlen umgekehrt proportional.

Welche Gestalt die Tropfen haben, ist hierbei beliebig; wir betrachten daher die Tropfen in der unteren Röhre des Apparats. Sie bilden dort zwei Flüssigkeitsschinder, welche dieselbe Grundfläche, den Querschnitt der Röhre, aber verschiedene Höhen, nämlich bezüglich a und a_1 , haben. Nun verhalten sich die Volumene zweier Cylinder von gleicher Grundfläche wie die Höhen, es ist also: $t : t_1 = a : a_1$ und: $\frac{a}{a_1} = \frac{n_1}{n}$. Die Längenausdehnungen der Tropfen im Rohr sind also den Tropfenzahlen umgekehrt proportional. Bei der Untersuchung von Branntweinen, welche alle auf das spezifische Gewicht 0,97626 verdünnt sind, sind die Tropfenzahlen relativ wenig von einander verschieden, wenn man die in der Praxis vorkommenden Verhältnisse allein ins Auge faßt; das Verhältniß der Tropfenzahlen wird demnach von der 1 nicht stark abweichen, und da auch a und a_1 nur relativ kleine Werthe sind, so werden sie sich nur unwesentlich von einander unterscheiden. Für reinen Alkohol von 20 Volumprocenten ist z. B. $n = 100$ und $a = 6,5$ mm; ergibt sich nun für einen fuseligen Alkohol $n = 105$, was einem Fusel- (Amylalkohol-) Gehalt von 0,3 Volumprocenten in dem verdünnten Alkohol,

also einer nur höchst selten vorkommenden Quantität entspricht, so erhält man hieraus $a_1 = a \cdot \frac{n}{n_1} = 6,5 \cdot \frac{100}{105} = \frac{650}{105} = 6,2$ mm. Der Unterschied in der Längenausdehnung der beiden Tropfen im Rohr beträgt daher nur $6,5 - 6,2 = 0,3$ mm; für $\frac{1}{10}$ Tropfen ergeben sich die Ausdehnungen 0,65 bezw. 0,62 mm, die Differenz also 0,03 mm. Das sind aber Differenzen, die weit unter den Grenzen des Beobachtungsvermögens und damit der Beobachtungsfehler liegen und daher vernachlässigt werden können.

Anders liegt die Sache, wenn die Flüssigkeiten eine wesentlich verschiedene Anzahl Tropfen bilden. Aber auch hier läßt sich unser Verfahren anwenden, da man mit Leichtigkeit die Längenausdehnung eines Tropfens irgend einer Flüssigkeit in der Röhre berechnen kann, wenn man diejenige eines Tropfens einer Flüssigkeit, z. B. des reinen Alkohols von 20 Volumprocenten kennt. Es sei n die Tropfenzahl für eine bestimmte Substanz und a die Längenausdehnung eines Tropfens dieser Flüssigkeit in der Stalagmometer-röhre, ausgedrückt in mm. Irgend eine andere Flüssigkeit bilde beim Austropfen aus demselben Apparat n_1 ganze Tropfen; nach dem Emporfaugen stehe der Meniskus noch f mm über der unteren festen Marke. Ist noch v das abgegrenzte Volum des Apparats, so soll berechnet werden: 1. Welcher Bruchtheil eines Tropfens der zweiten Flüssigkeit entspricht der Längenausdehnung von f mm im Rohr? 2. Welche Längenausdehnung hat 1 Tropfen der zweiten Flüssigkeit im Rohr? Wir bezeichnen den Tropfentheil, der den f mm entspricht, mit x und die Längenausdehnung eines ganzen Tropfens mit y . Da die Tropfenzahl der zweiten Flüssigkeit demnach gleich $n_1 + x$ ist und die Längenausdehnungen der Tropfen zweier Flüssigkeiten im Rohr den Tropfenvolumen umgekehrt proportional sind, so ist: $\frac{a}{y} = \frac{n_1 + x}{n}$, woraus $y = \frac{a \cdot n}{n_1 + x}$ mm. Ein Tropfen der zweiten

Flüssigkeit ist daher im Rohr $\frac{a \cdot n}{n_1 + x}$ mm, x Tropfen derselben Flüssigkeit sind also $\frac{a \cdot n \cdot x}{n_1 + x}$ mm lang; nun ist abgelesen worden, daß die x Tropfen im Rohr f mm groß sind, daher ist: $f = \frac{a \cdot n \cdot x}{n_1 + x}$; $f \cdot n_1 + f \cdot x = a \cdot n \cdot x$; $x \cdot (a \cdot n - f) = f \cdot n_1$; $x = \frac{f \cdot n_1}{a \cdot n - f}$ Tropfen. Der Längenausdehnung von f mm im Rohr entsprechen somit $\frac{f \cdot n_1}{a \cdot n - f}$ Tropfen; dieser Quotient ist natürlich ein echter Bruch. Setzen wir diesen Werth von x oben ein, so wird: $y = \frac{a \cdot n}{n_1 + \frac{f \cdot n_1}{a \cdot n - f}}$; $y = \frac{a \cdot n (a \cdot n - f)}{a \cdot n \cdot n_1 - f \cdot n_1 + f \cdot n_1}$; $y = \frac{a \cdot n (a \cdot n - f)}{a \cdot n \cdot n_1}$; $y = \frac{a \cdot n - f}{n_1}$ mm.

Ein Tropfen der zweiten Flüssigkeit hat demnach im Rohr eine Länge von $\frac{a \cdot n - f}{n_1}$ mm. Die Tropfenzahl der zweiten Substanz ist $n_1 + x$, oder, wenn wir für x seinen Werth einführen: $n_1 + \frac{f \cdot n_1}{a \cdot n - f} = \frac{n_1 \cdot a \cdot n - f \cdot n_1 + f \cdot n_1}{a \cdot n - f} = \frac{a \cdot n \cdot n_1}{a \cdot n - f}$.

Hierzu sei ein Beispiel gegeben. Reiner 20-volumprocentiger Alkohol giebt beim Austropfen aus dem vorliegenden Apparat bei 22° C 100 Tropfen und ein Tropfen hat in der Röhre eine Ausdehnung von 6,5 mm; eine zweite Flüssigkeit B gab 60 ganze Tropfen und nach dem Emporfaugen stand der Meniskus der Flüssigkeit 3,5 mm über der eingravirten Marke. Es soll berechnet werden: 1. Welcher Tropfentheil ergibt sich aus den 3,5 mm überstehender Flüssigkeit? 2. Welches ist die Längenausdehnung eines ganzen Tropfens der Flüssigkeit B im Rohr? 3. Welches ist die Tropfenzahl von B?

Zur Beantwortung dieser Fragen sind in die abgeleiteten Formeln die Werthe einzusetzen: $n = 100$ Tropfen, $a = 6,5$ mm, $n_1 = 60$ Tropfen, $f = 3,5$ mm. Dann ist, wenn x und y die frühere Bedeutung haben: $x = \frac{3,5 \cdot 60}{6,5 \cdot 100 - 3,5}$; $x = \frac{210}{646,5}$; $x = 0,32$ Tropfen. Den $3,5$ mm entsprechen also $0,32$ Tropfen; die Tropfenzahl von B ist dann $= 60 + 0,32 = 60,32$ Tropfen, womit die dritte Frage ebenfalls beantwortet ist. Ferner: ist $y = \frac{6,5 \cdot 100 - 3,5}{60}$; $y = \frac{646,5}{60}$; $y = 10,775$ mm. Ein ganzer Tropfen von B hat im Rohr eine Ausdehnung von $10,8$ mm. Wie schon erwähnt, braucht man bei der Branntweinuntersuchung meist diese Rechnung nicht auszuführen, wenn man die Proben stets genau auf das spezifische Gewicht $0,97626$ entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol verdünnt.

Das dem Apparat beigegebene Stativ ist zu leicht, sodaß es mühsam ist, den Apparat genau senkrecht und die Tropfenbildungsfläche horizontal zu stellen. Da es sich bei jeder Manipulation bewegt, so wird dasselbe besser durch ein gewöhnliches, kräftiges Stativ mit schwerem Fuß ersetzt.

Man reinigte den Apparat in der Weise, daß man nach jedem Versuche von unten je zweimal Alkohol und Aether auffangte, austropfen ließ und einen durch Schwefelsäure gereinigten und getrockneten Luftstrom durchstreichen ließ; außerdem wurde jeden Tag vor der Anwendung von Alkohol und Aether einmal Salpetersäure und Wasser in den Apparat emporgesaugt. Da das Tropfenzählen eine geraume Zeit in Anspruch nimmt, während der man dicht vor dem Apparat sitzt, die Zahl der Tropfen aber durch die Temperatur beeinflusst wird, stellte man vor den Apparat eine Glasfläche, welche den Hauch von ihm abhielt und doch gestattete, mit demselben zu arbeiten und die Ergebnisse des Versuchs abzulesen.

Einfluß des spezifischen Gewichtes und der Temperatur auf die Tropfenzahl.

Einfluß des spezifischen Gewichtes. Ein Alkohol von genau 20 Volumprocenten ergab bei 19° C eine Tropfenzahl $n = 99$; ein Alkohol von $19,13$ Volumprocenten lieferte bei derselben Temperatur $n = 97,5$ Tropfen. $0,87$ Volumprocente bewirken demnach eine Differenz in der Tropfenzahl von $99 - 97,5 = 1,5$ Tropfen; 1 Volumprocent verändert daher die Tropfenzahl um $\frac{1,5}{0,87} = 1,72$ Tropfen. Ein Alkohol von $20,91$ Volumprocenten ergab bei 19° C die Tropfenzahlen $100,6$ und $100,5$ (zwei Bestimmungen), im Mittel $n = 100,55$. $0,91$ Volumprocente bewirken daher eine Differenz der Tropfenzahl von $100,55 - 99 = 1,55$ Tropfen, 1 Volumprocent daher eine solche von $\frac{1,55}{0,91} = 1,70$ Tropfen.

Hieraus ergibt sich Folgendes: Mit der Zunahme des Alkoholgehalts wächst die Tropfenzahl; zwischen den Grenzen von 19 bis 21 Volumprocenten Alkohol bewirkt ein Mehr- bzw. Mindergehalt von 1 Volumprocent Alkohol eine Vermehrung bzw. Verminderung der Tropfenzahl um $1,7$ Tropfen. Dies wurde durch eine Reihe anderer Versuche bestätigt. Man machte indeß von dieser Korrektur nie Gebrauch, sondern verwandte stets einen Alkohol vom spezifischen Gewicht $0,97626$, entsprechend 20 Volumprocenten.

Einfluß der Temperatur. Der Einfluß der Temperatur wurde mit reinem Alkohol von 20 Volumprocenten bei den verschiedensten Temperaturen, t , an zahlreichen Beispielen studirt. Vorversuche, die sich auf eine Temperaturdifferenz von $+2^{\circ}\text{C}$ bis 25°C erstreckten, ergaben zunächst, daß mit steigender Temperatur die Tropfenzahl, n , wächst. Aus der großen Anzahl von Versuchen seien folgende angeführt:

1. $t = 15^{\circ}\text{C}$; $n = 97,8$ Tropfen.
2. $t = 17,5^{\circ}\text{C}$; $n = 98,5$ „
3. $t = 19^{\circ}\text{C}$; $n = 99,0$ „
4. $t = 20^{\circ}\text{C}$; $n = 99,35$ „
5. $t = 20,3^{\circ}\text{C}$; $n = 99,4$ „
6. $t = 21,4^{\circ}\text{C}$; $n = 99,8$ „
7. $t = 22^{\circ}\text{C}$; $n = 100,0$ „

Als Normaltemperatur wurde diejenige Temperatur gewählt, bei der die Tropfenzahl des reinen 20-volumprozentigen Alkohols 100 betrug; eine große Anzahl von Versuchen ergab übereinstimmend, daß dies die Temperatur von 22°C war. Beziehen wir die oben angeführten Werthe auf die Normaltemperatur von 22°C , so erhalten wir folgende zusammengehörige Temperatur- und Tropfenzahldifferenzen, wenn wir unter t_n die Normaltemperatur von 22°C ; unter n_n die Normaltropfenzahl, d. h. die Tropfenzahl des reinen Alkohols von 20 Volumprocenten bei 22°C verstehen.

1. $t_n - t = 22 - 15 = 7^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 97,7 = 2,3$ Tropfen.
2. $t_n - t = 22 - 17,5 = 4,5^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 98,5 = 1,5$ „
3. $t_n - t = 22 - 19 = 3^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 99 = 1$ „
4. $t_n - t = 22 - 20 = 2^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 99,35 = 0,65$ „
5. $t_n - t = 22 - 20,3 = 1,7^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 99,4 = 0,6$ „
6. $t_n - t = 22 - 21,4 = 0,6^{\circ}\text{C}$; $n_n - n = 100 - 99,8 = 0,2$ „

Man hat also in jedem Falle für die Temperaturdifferenz $(t_n - t)^{\circ}$ die mit $(n_n - n)$ bezeichnete Tropfenzahl zu der Normaltropfenzahl zuzuzählen, wenn t kleiner als t_n ist, dagegen die $n_n - n$ Tropfen abzuziehen, wenn t größer als t_n ist, um die Normaltropfenzahl zu erhalten. Berechnet man hieraus, wieviel Tropfen der Unterschied der Tropfenzahlen für 1°C ausmacht, so ergibt sich, daß für 1°C die Differenz von der Normaltropfenzahl beträgt bei:

1. $\frac{2,3}{7} = 0,33$ Tropfen.
2. $\frac{1,5}{4,5} = 0,33$ „
3. $\frac{1}{3} = 0,33$ „
4. $\frac{0,65}{2} = 0,325$ „
5. $\frac{0,6}{1,7} = 0,353$ „
6. $\frac{0,2}{0,6} = 0,33$ „

Weiter ergibt sich hieraus, daß für jeden einzelnen Tropfen für 1°C die Differenz der Tropfenzahl von der Normaltropfenzahl im Mittel $0,0033 = \frac{1}{300}$ Tropfen beträgt. Wir gelangen somit zu folgender Temperaturkorrektur:

Für jeden Grad Celsius, den die Zimmertemperatur über der Normaltemperatur zeigt, hat man für jeden abgelesenen Tropfen $\frac{1}{300}$ Tropfen von der erhaltenen Tropfenzahl abzuziehen, für jeden Grad unterhalb der Normaltemperatur auf jeden abgelesenen Tropfen $\frac{1}{300}$ Tropfen zu der erhaltenen Tropfenzahl hinzuzuzaddiren.

Bezeichnet demnach: n_n = Tropfenzahl bei Normaltemperatur t_n , n_x = Tropfenzahl bei der Temperatur t_x , t_n = die Normaltemperatur, t_x = die Temperatur, bei der die Tropfenzahl n_x bestimmt wurde, c = die Tropfendifferenz für 1° C auf 1 Tropfen, so wird die Korrektion durch die Formel: $n_n = n_x + (t_n - t_x) \cdot n_x \cdot c$; $n_n = n_x [1 + c (t_n - t_x)]$ ausgedrückt. Für unseren Apparat ist: $t_n = 22^\circ$ C, $c = \frac{1}{300}$ Tropfen, daher:

$$n_n = n_x \left[1 + \frac{1}{300} (22 - t_x) \right] \text{ oder: } n_n = n_x \left(1 + \frac{22 - t_x}{300} \right); \quad n_n = \frac{n_x}{300} (300 + 22 - t_x);$$

$$n_n = \frac{n_x (322 - t_x)}{300}.$$

Bei einer Temperatur von $17,5^\circ$ C wurde z. B. die Tropfenzahl 98,5 gefunden; um die Tropfenzahl bei der Normaltemperatur 22° C zu erhalten, ist in obiger Formel $t_x = 17,5$ und $n_x = 98,5$ zu setzen. Dann wird: $n_n = \frac{98,5 (322 - 17,5)}{300}$; $n_n = \frac{98,5 \cdot 304,5}{300}$
 $n_n = \frac{29993,25}{300}$; $n_n = 99,98$, oder rund = 100 Tropfen.

Die Normaltemperatur von 22° C liegt sehr unbequem, da die Zimmertemperatur meist nicht so hoch liegt; man hat dieselbe indeß beibehalten, um als Basis der Tropfenzahlen eine runde Zahl zu erhalten. Die Bestimmungen wurden indeß nur selten bei dieser Temperatur ausgeführt; man machte vielmehr von der Temperaturkorrektionsformel den ausgiebigsten Gebrauch. Daher war es besonders wünschenswerth, die Korrektion genau festzustellen und wurde sie demgemäß durch eine sehr große Anzahl von Bestimmungen bekräftigt.

In der Temperaturkorrektion, welche Traube in der Gebrauchsanweisung für das Stalagmometer giebt, ist ein Irrthum enthalten. Aus der Stellung der Worte in der Anweisung (S. 76): „hinzuzaddiren bezw. subtrahiren“ und „oberhalb bezw. unterhalb“ muß man folgern, daß die Worte „hinzuzaddiren“ und „oberhalb“ einerseits und „subtrahiren“ und „unterhalb“ andererseits zusammen gehören. Danach hätte man für höhere Temperatur die Tropfenzahl zu vermehren, für niedere zu vermindern, bei höherer Temperatur wäre die Tropfenzahl zu klein, für niedere zu groß, d. h. mit steigender Temperatur fiele die Tropfenzahl, bei sinkender stiege dieselbe. In Wirklichkeit ist aber das Gegentheil der Fall: Mit steigender Temperatur steigt die Tropfenzahl, mit sinkender Temperatur fällt sie.

Vorversuche mit Amylalkohol zum Zwecke der Aufstellung einer Tabelle zur Berechnung des Fuselgehalts aus der Tropfenzahl.

Die Gemische von Amyl- und Aethylalkohol wurden in der Weise bereitet, daß der Amylalkohol in hochprocentigem Alkohol gelöst und die Lösung auf 20 Volumprocente verdünnt wurde. Diese Methode ist, wie man im Laufe der Versuche gefunden

hatte, besser als die früher angewendete, nach welcher 20-volumprocentiger Methylalkohol mit einer bestimmten Menge Amylalkohol versetzt, und das spezifische Gewicht auf genau 0,97626 gebracht wurde. Bei Anwendung größerer Mengen Amylalkohol kann es hierbei geschehen, daß letzterer sich in dem stark verdünnten Alkohol nicht mehr löst und man ein ungleichmäßiges Gemisch erhält. Aus einer Lösung von Amylalkohol in hochprocentigem Alkohol fällt dagegen bei einem Zusatz von Wasser der Amylalkohol weit schwieriger aus. Um z. B. einen Alkohol mit 0,2 Volumprocenten Amylalkohol zu erhalten, wurden bei 15° C 2 ccm Amylalkohol mit einem reinen Alkohol auf 10 ccm aufgefüllt, von dieser Lösung 2 ccm herausgenommen, mit 38 ccm Alkohol versetzt und das Ganze mit Wasser auf 200 ccm bei 15° C aufgefüllt. Die herausgenommenen 2 ccm (Methylalkohol + Amylalkohol) enthalten 0,4 ccm Amylalkohol und diese sind jetzt auf 200 ccm Flüssigkeit vertheilt; 100 ccm enthalten daher 0,2 ccm Amylalkohol, d. h. die alkoholische Flüssigkeit enthält 0,2 Volumprocente Amylalkohol. Das Verhältniß des zuzusetzenden Wassers zur Menge des Alkohols läßt sich aus dem Volumprocentgehalt des letzteren leicht berechnen; bei dem verwendeten Alkohol ergab sich hierbei die oben angewandte Wassermenge. Der resultirende Alkohol hatte nahezu das spezifische Gewicht 0,97626; dasselbe wurde kontrolirt und genau berichtet, wozu nur ganz geringe Wasser- bezw. Alkoholzusätze erforderlich waren, welche den Procentgehalt an Amylalkohol nur sehr unbedeutend und unwesentlich änderten. Auch bei der stalagmometrischen Methode wurden die Versuche aus den früher erwähnten Gründen nur bis zu 0,5 Volumprocenten ausgedehnt.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate niedergelegt; die erste Spalte enthält den Volumprocentgehalt an Amylalkohol v , die zweite die beobachtete Tropfenzahl n_x , die dritte die Temperatur t_x , bei der die Tropfenzahl n_x bestimmt wurde, die vierte endlich die nach der Formel von S. 83 auf die Normaltemperatur $t_n = 22° C$ umgerechnete Tropfenzahl n_n .

v	n_x	t_x	n_n
0,0	99	19°	100,0
0,1	100,6	18,6°	101,75
0,2	102,65	19,5°	103,5
0,3	104,1	18,75°	105,2
0,4	105,6	18,25°	106,9
0,5	106,3	15,5°	108,6

Die Vermehrung der Tropfenzahl für je 0,1 Volumprocent Amylalkohol beträgt demnach der Reihe nach: 1,75, 1,75, 1,7 1,7, 1,7 Tropfen. Bis zu dem geringen Zusatz von 0,5 Volumprocent Amylalkohol kann die Vermehrung der Tropfenzahl als mit dem Amylalkoholgehalt proportional angesehen werden und zwar entspricht 0,1 Volumprocent Amylalkohol einer Vermehrung der Tropfenzahl von 1,7 Tropfen.

Die folgende Tabelle ist auf Grund der gewonnenen Resultate berechnet; die Zwischenglieder sind interpolirt. Dieselbe ist in ähnlicher Weise eingerichtet, wie die bei den anderen Methoden aufgestellten. Die erste Spalte enthält die auf die Normaltemperatur von 22° C umgerechnete Tropfenzahl n_n , die zweite den dieser Tropfenzahl

entsprechenden Fuselgehalt in Volumprocenten. Die Tropfenzahlen n_n schreiten von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}$ Tropfen fort, da man diesen Bruchtheil eines Tropfens noch mit hinreichender Genauigkeit ablesen kann.

$t_n = 22^\circ \text{C.}$

n	Volumproc. Fuselöl	n	Volumproc. Fuselöl	n	Volumproc. Fuselöl
100,0	0	102,9	0,1657	105,8	0,3353
100,1	0,0057	103,0	0,1714	105,9	0,3412
100,2	0,0114	103,1	0,1771	106,0	0,3471
100,3	0,0171	103,2	0,1828	106,1	0,3529
100,4	0,0228	103,3	0,1885	106,2	0,3588
100,5	0,0285	103,4	0,1943	106,3	0,3647
100,6	0,0343	103,5	0,2000	106,4	0,3706
100,7	0,0400	103,6	0,2059	106,5	0,3765
100,8	0,0457	103,7	0,2118	106,6	0,3824
100,9	0,0514	103,8	0,2177	106,7	0,3882
101,0	0,0571	103,9	0,2235	106,8	0,3941
101,1	0,0628	104,0	0,2296	106,9	0,4000
101,2	0,0685	104,1	0,2353	107,0	0,4059
101,3	0,0743	104,2	0,2412	107,1	0,4118
101,4	0,0800	104,3	0,2471	107,2	0,4177
101,5	0,0857	104,4	0,2529	107,3	0,4235
101,6	0,0914	104,5	0,2588	107,4	0,4296
101,7	0,0971	104,6	0,2647	107,5	0,4353
101,8	0,1028	104,7	0,2706	107,6	0,4412
101,9	0,1085	104,8	0,2765	107,7	0,4471
102,0	0,1143	104,9	0,2824	107,8	0,4529
102,1	0,1200	105,0	0,2882	107,9	0,4588
102,2	0,1257	105,1	0,2941	108,0	0,4647
102,3	0,1314	105,2	0,3000	108,1	0,4706
102,4	0,1371	105,3	0,3059	108,2	0,4765
102,5	0,1428	105,4	0,3118	108,3	0,4824
102,6	0,1485	105,5	0,3177	108,4	0,4882
102,7	0,1543	105,6	0,3235	108,5	0,4941
102,8	0,1600	105,7	0,3296	108,6	0,5000

Auch hier läßt sich die Berechnung der Tabelle umgehen, da man zur Auf-
findung des Fuselgehalts aus jeder beliebigen Tropfenzahl eine allgemein gültige
Formel aufstellen kann; die Berechnung derselben basiert auf der That-
sache, daß die Differenzen der Tropfenzahlen den Fuselölmengen innerhalb einer gewissen Grenze
proportional sind.

Es sei: N = Tropfenzahl des reinen 20-volumprocentigen Alkohols bei der
Normaltemperatur t_n , n_n = Tropfenzahl eines auf 20 Volumprocente verdünnten Brannt-
weins, ebenfalls bei der Normaltemperatur t_n , a = Wasserzusatz auf 100 ccm des Brannt-
weins, um ihn auf 20 Volumprocente zu verdünnen, f = Vermehrung der Tropfenzahl
durch Zusatz von 0,1 Volumprocent Amylalkohol, x = dem gesuchten Fuselgehalt des
ursprünglichen Branntweins.

Der Fuselgehalt des auf 20 Volumprocente verdünnten Branntweins bewirkt
eine Vermehrung der Tropfenzahl von n_n — N Tropfen; eine Vermehrung der Tropfen-
zahl um f Tropfen entspricht 0,1 Volumprocent Fuselöl, eine Vermehrung derselben um

1 Tropfen entsprechen daher $\frac{0,1}{f}$ Volumprocente Fuselöl und um $n_n - N$ Tropfen $\frac{0,1 (n_n - N)}{f} = \frac{n_n - N}{10 \cdot f}$ Volumprocente Fuselöl. In dem verdünnten Branntwein sind also $\frac{n_n - N}{10 \cdot f}$ Volumprocente Fuselöl, in dem ursprünglichen demnach $\frac{n_n - N}{10 \cdot f} \cdot \frac{100 + a}{100}$, d. h. $x = \frac{(n_n - N)(100 + a)}{1000 \cdot f}$ Volumprocente Fuselöl.

Ist die Tropfenzahl nicht bei der Normaltemperatur t_n , sondern bei einer beliebigen Temperatur t_x beobachtet und zu n_x gefunden worden, so kann man auch die Temperaturkorrektur in diese Formel einführen, indem man für n_n den S. 83 gegebenen korrigirten Werth: $n_n = n_x [1 + c (t_n - t_x)]$ einsetzt, worin c die daselbst definierte Bedeutung hat. Es wird dann: $x = \frac{\{n_x [1 + c (t_n - t_x)] - N\} \{100 + a\}}{1000 \cdot f}$ Volumprocente.

Für unseren Apparat ist: $N = 100$ Tropfen, $t_n = 22^\circ \text{ C}$, $c = \frac{1}{300}$ Tropfen, $f = 1,7$ Tropfen, daher wird: $x = \frac{\{n_x [1 + \frac{1}{300}(22 - t_x)] - 100\} \cdot \{100 + a\}}{1000 \cdot 1,7}$;
 $x = \frac{(n_x \cdot \frac{300 + 22 - t_x}{300} - 100) (100 + a)}{1700}$; $x = \frac{n_x (322 - t_x) - 30000}{1700} \cdot (100 + a)$;
 $x = \frac{[n_x (322 - t_x) - 30000] \cdot [100 + a]}{510000}$ Volumprocente Fuselöl.

Setzt man in dieser Formel für t_x , n_x und a in jedem Falle die zusammengehörigen Werthe ein, so ergiebt x den Fuselgehalt im ursprünglichen Branntwein.

Einfluß ätherischer Oele und anderer im Trinkbranntwein sich findender Substanzen auf die Tropfenzahl.

Auch nach der Stalagmometrischen Methode wurden Gemenge von Alkohol mit ätherischen Oelen, Aldehyden, Fettsäureestern, höheren Alkoholen und anderen Körpern untersucht. In Betreff der Bereitung der Gemische vergleiche man die Ausführungen bei Besprechung der kapillarimetrischen Methode. Auch die angewandten Mengen der einzelnen Substanzen waren aus Zweckmäßigkeitsgründen die gleichen. n_n bedeutet die auf die Normaltemperatur $t_n = 22^\circ \text{ C}$ umgerechnete Tropfenzahl.

I. Aetherische Oele. Angewandte Menge: 0,05 Volumprocente.

1. Anisöl. a) Direkt.

$n = 99,6$ Tropfen bei $18,2^\circ \text{ C}$, daher $n_n = 100,86$ Tropfen,

$n = 100,85$ " " 22° C , " $n_n = 100,85$ Tropfen.

Mittel: $n_n = 100,85$ Tropfen. 0,05 Volumprocente Anisöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $100,85 - 100 = 0,85$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 100,3$ Tropfen bei $20,2^\circ \text{ C}$, daher $n_n = 100,89$ Tropfen,

$n = 100,8$ " " 22° C , " $n_n = 100,80$ Tropfen.

Mittel: $n_n = 100,85$ Tropfen. Die Wirkung des Anisöls auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge nicht merkbar verändert.

2. Kümmelöl. a) Direkt.

$n = 100,9$ Tropfen bei $20,75^\circ \text{C}$, daher $n_n = 101,31$ Tropfen,

$n = 100,4$ " " 19°C , " $n_n = 101,4$ Tropfen.

Mittel: $n_n = 101,35$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Kümmelöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $101,35 - 100 = 1,35$ Tropfen.

b) Destillirt

$n = 100,8$ Tropfen bei $20,5^\circ \text{C}$, daher $n_n = 101,3$ Tropfen,

$n = 100,2$ " " $18,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 101,37$ Tropfen.

Mittel: $n_n = 101,35$ Tropfen. Die Wirkung des Kümmelöls auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

3. Pfefferminzöl. a) Direkt.

$n = 103,6$ Tropfen bei $17,8^\circ \text{C}$, daher $n_n = 104,986$ Tropfen.

$n = 104,2$ " " $19,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 105,03$ "

Mittel: $n_n = 105,0$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Pfefferminzöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $105,0 - 100,0 = 5$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 103,5$ Tropfen bei $18,7^\circ \text{C}$, daher $n_n = 104,59$ Tropfen.

$n = 104,3$ " " 21°C , " $n_n = 104,63$ "

$n = 104,6$ " " 22°C , " $n_n = 104,6$ "

Mittel: $n_n = 104,6$ Tropfen. Die Wirkung des Pfefferminzöls auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Lauge um $5,0 - 4,6 = 0,4$ Tropfen vermindert.

4. Zimmtöl. a) Direkt.

$n = 100,5$ Tropfen bei $20,8^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,896$ Tropfen.

$n = 100,6$ " " $21,2^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,884$ "

$n = 100,2$ " " $19,8^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,92$ "

Mittel: $n_n = 100,9$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Zimmtöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $100,9 - 100,0 = 0,9$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,4$ Tropfen bei 19°C , daher $n_n = 100,4$ Tropfen.

$n = 99,3$ " " $18,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,45$ "

$n = 100,2$ " " $21,3^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,43$ "

Mittel: $n_n = 100,43$ Tropfen. Die Wirkung des Zimmtöls auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge etwa um die Hälfte vermindert.

5. Wachholderbeeröl. a) Direkt.

$n = 101,1$ Tropfen bei 19°C , daher $n_n = 102,1$ Tropfen.

$n = 101,7$ " " $20,85^\circ \text{C}$, " $n_n = 102,08$ "

Mittel: $n_n = 102,1$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Wachholderbeeröl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $102,1 - 100,0 = 2,1$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 101,0$ Tropfen bei $18,8^\circ \text{C}$, daher $n_n = 102,07$ Tropfen.

$n = 101,5$ " " $20,2^\circ \text{C}$, " $n_n = 102,09$ "

Mittel: $n_n = 102,1$ Tropfen. Die Wirkung des Wachholderbeeröls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

6. Citronenöl. a) Direkt.

$n = 99,8$ Tropfen bei $18,4^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,99$ Tropfen.

$n = 100,0$ " " 19°C , " $n_n = 101,0$ "

Mittel: $n_n = 101,0$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Citronenöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $101,0 - 100,0 = 1$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,0$ Tropfen bei $16,1^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,96$ Tropfen.

$n = 99,5$ " " $17,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 101,0$ "

Mittel: $n_n = 101,0$ Tropfen. Die Wirkung des Citronenöls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

7. Pomeranzenschalenöl. a) Direkt.

$n = 99,0$ Tropfen bei 16°C , daher $n_n = 101,0$ Tropfen.

$n = 99,7$ " " $18,2^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,96$ "

Mittel: $n_n = 101,0$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Pomeranzenschalenöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $101,0 - 100,0 = 1$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,2$ Tropfen bei $16,5^\circ \text{C}$, daher $n_n = 101,03$ Tropfen.

$n = 100,1$ " " $19,4^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,96$ "

Mittel: $n_n = 101,0$ Tropfen. Die Wirkung des Pomeranzenschalenöls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

8. Fenchelöl. a) Direkt.

$n = 99,6$ Tropfen bei $16,5^\circ \text{C}$, daher $n_n = 101,43$ Tropfen.

$n = 99,3$ " " $15,7^\circ \text{C}$, " $n_n = 101,40$ "

Mittel: $n_n = 101,4$ Tropfen. $0,05$ Volumprocente Fenchelöl bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $101,4 - 100,0 = 1,4$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,5$ Tropfen bei $16,3^\circ \text{C}$, daher $n_n = 101,39$ Tropfen.

$n = 100,9$ " " $20,4^\circ \text{C}$, " $n_n = 101,43$ "

Mittel: $n_n = 101,4$ Tropfen. Die Wirkung des Fenchelöls wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

II. Andere Substanzen.

a) Aldehyde. Angewandte Menge: $0,1$ Volumprocent.

1. Acetaldehyd. a) Direkt.

$n = 98,6$ Tropfen bei $16,25^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,51$ Tropfen.

$n = 99,4$ " " $18,7^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,5$ "

Mittel: $n_n = 100,5$ Tropfen. $0,1$ Volumprocent Acetaldehyd bewirkt eine Vermehrung der Tropfenzahl um $100,5 - 100,0 = 0,5$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 100,0$ Tropfen bei $19,3^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,89$ Tropfen.

$n = 99,7$ " " $18,6^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,83$ "

Mittel: $n_n = 100,85$ Tropfen. Die Wirkung des Acetaldehyds auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge verändert; nach derselben bewirkt $0,1$ Volum-

procent Acetaldehyd eine Tropfenvermehrung von $100,85 - 100,0 = 0,85$ Tropfen, während vor der Destillation die Tropfenvermehrung nur 0,5 Tropfen betrug. Die Wirkung des Acetaldehyds auf die Tropfenzahl ist um $0,35$ Tropfen = 70 % stärker geworden.

2. Paraldehyd. a) Direkt.

$n = 99,9$ Tropfen bei $20,1^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,53$ Tropfen.

$n = 99,5$ " " 19°C , " $n_n = 100,5$ "

Mittel: $n_n = 100,5$ Tropfen. 0,1 Volumprocent Paraldehyd bewirkt eine Vermehrung der Tropfenzahl um $100,5 - 100,0 = 0,5$ Tropfen.

b) Destilliert.

$n = 99,7$ Tropfen bei $19,6^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,49$ Tropfen.

$n = 100,0$ " " $20,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,5$ "

Mittel: $n_n = 100,5$ Tropfen. Die Wirkung des Paraldehyds auf die Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

3. Furfurol. a) Direkt.

$n = 99,9$ Tropfen bei 19°C , daher $n_n = 100,9$ Tropfen.

$n = 99,8$ " " $18,7^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,9$ "

Mittel: $n_n = 100,9$ Tropfen. 0,1 Volumprocent Furfurol bewirkt eine Vermehrung der Tropfenzahl um $100,9 - 100,0 = 0,9$ Tropfen.

b) Destilliert.

$n = 99,7$ Tropfen bei $19,3^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,59$ Tropfen.

$n = 99,9$ " " $19,9^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,59$ "

Mittel: $n_n = 100,6$ Tropfen. Die Destillation mit Kalilauge beeinflusst die Wirkung des Furfurols auf die Tropfenzahl in günstigem Sinne; nach der Destillation beträgt die Vermehrung der Tropfenzahl nur noch $100,6 - 100,0 = 0,6$ Tropfen. Die Tropfenzahl hat sich durch die Destillation um $0,9 - 0,6 = 0,3$ Tropfen, d. h. um $\frac{1}{3}$ vermindert.

Die Aldehyde vermehren also die Tropfenzahl verhältnißmäßig nur wenig.

b) Fettsäureester. Angewandte Menge: 0,2 Volumprocente.

1. Aethylacetat. a) Direkt.

$n = 100,2$ Tropfen bei $19,6^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,98$ Tropfen.

$n = 100,3$ " " 20°C , " $n_n = 100,97$ "

Mittel: $n_n = 101,0$ Tropfen. 0,2 Volumprocente Aethylacetat bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $101,0 - 100,0 = 1$ Tropfen.

b) Destilliert.

$n = 98,9$ Tropfen bei 19°C , daher $n_n = 99,9$ Tropfen.

$n = 99,2$ " " $19,8^\circ \text{C}$, " $n_n = 99,93$ "

Mittel: $n_n = 99,9$ Tropfen. Durch Destillation mit Kalilauge wird der Säureester verseift; nach derselben bewirken die 0,2 Volumprocente Aethylacetat eine Verminderung der Tropfenzahl um 0,1 Tropfen. Die Berechnung ergiebt, daß ein Alkohol von 19,96 Volumprocenten überdestilliert. Da 1 Volumprocent unter dem Normalgehalt von 20 Volumprocenten eine Verminderung der Tropfenzahl von 1,7 Tropfen hervorruft, so bewirkt

ein Mindergehalt von 0,04 Volumprocenten eine Verminderung der Tropfenzahl von $0,04 \cdot 1,7 = 0,07$ Tropfen; es berechnet sich also die Tropfenzahl $n = 100 - 0,07 = 99,93$. Gefunden wurde $n_n = 99,9$.

2. Amylacetat. a) Direkt.

$n = 108,8$ Tropfen bei 19° C, daher $n_n = 109,8$ Tropfen.

$n = 109,3$ „ „ $20,2^\circ$ C, „ $n_n = 109,89$ „

Mittel: $n_n = 109,85$ Tropfen. 0,2 Volumprocente Amylacetat bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $109,85 - 100,0 = 9,85$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 101,7$ Tropfen bei $19,8^\circ$ C, daher $n_n = 102,43$ Tropfen.

$n = 102,0$ „ „ $20,9^\circ$ C, „ $n_n = 102,37$ „

Mittel: $n_n = 102,4$ Tropfen. Das Amylacetat wird durch Destillation mit Kalilauge verseift. Die Berechnung ergibt, daß ein Alkohol vom spezifischen Gewicht 0,97629 mit 0,146 Volumprocenten Amylalkohol überdestillirt. Dem spezifischen Gewicht 0,97629 würde ein Alkohol von 19,97 Volumprocenten entsprechen; dem Mindergehalt von 0,03 Volumprocenten unter 20 Volumprocenten entspricht eine Verminderung der Tropfenzahl von $0,03 \cdot 1,7 = 0,05$ Tropfen; die 0,146 Volumprocente Amylalkohol bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um $17 \cdot 0,146 = 2,48$ Tropfen. Im Ganzen wird also eine Vermehrung der Tropfenzahl um $2,48 - 0,05 = 2,43$ Tropfen eintreten, d. h. das Destillat muß die Tropfenzahl $n_n = 102,43$ zeigen; gefunden wurde $n_n = 102,4$ Tropfen.

Die Essigsäureester des Aethyl- und des Amylalkohols vermehren die Tropfenzahl etwa dreimal so stark als die entsprechenden Alkohole; 0,1 Volumprocent Aethylalkohol bewirkt eine Vermehrung der Tropfenzahl um 0,17 Tropfen (vgl. S. 81), 0,1 Volumprocent Aethylacetat um 0,5 Tropfen, also etwa gleich $3 \cdot 0,17$ Tropfen. 0,1 Volumprocent Amylalkohol bewirken eine Vermehrung der Tropfenzahl um 1,7 Tropfen, 0,1 Volumprocent Amylacetat müßten daher um $3 \cdot 1,7 = 5,1$ Tropfen vermehren; gefunden wurde $4,925 = 3 \cdot 1,64 = 2,9 \cdot 1,7$ Tropfen. Das Amylacetat wirkt etwa zehnmal so stark, als das Aethylacetat auf die Tropfenzahl; 0,1 Volumprocent Aethylacetat bewirkt eine Vermehrung der Tropfenzahl von 0,5 Tropfen, während 0,1 Volumprocent Amylacetat ein Mehr von $4,925 = 10 \cdot 0,4925 = 9,85 \cdot 0,5$ Tropfen hervorruft.

c) Nitrobenzol. Angewandte Menge: 0,1 Volumprocent.

1. Direkt.

$n = 100,5$ Tropfen bei $20,1^\circ$ C, daher $n_n = 101,13$ Tropfen.

$n = 100,8$ „ „ 21° C, „ $n_n = 101,13$ „

$n = 99,9$ „ „ $18,4^\circ$ C, „ $n_n = 101,098$ „

Mittel: $n_n = 101,1$ Tropfen. 0,1 Volumprocent Nitrobenzol vermehrt die Tropfenzahl um $101,1 - 100,0 = 1,1$ Tropfen.

2. Destillirt.

$n = 100,6$ Tropfen bei $20,5^\circ$ C, daher $n_n = 101,095$ Tropfen.

$n = 100,5$ „ „ $20,1^\circ$ C, daher $n_n = 101,13$ „

$n = 99,9$ „ „ $18,4^\circ$ C, „ $n_n = 101,088$ „

Mittel: $n_n = 101,1$ Tropfen. Die Wirkung des Nitrobenzols auf die Vermehrung der Tropfenzahl wird durch Destillation mit Kalilauge nicht verändert.

d) Acetal. Angewandte Menge: 0,1 Volumprocent.

1. Direkt.

$n = 100,3$ Tropfen bei $20,4^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,83$ Tropfen.

$n = 100,4$ " " $20,5^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,895$ "

Mittel: $n_n = 100,85$ Tropfen. 0,1 Volumprocent Acetal vermehrt die Tropfenzahl um $100,85 - 100 = 0,85$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,9$ Tropfen bei $18,9^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,92$ Tropfen.

$n = 100,2$ " " $20,1^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,83$ "

Mittel: $n_n = 100,85$ Tropfen. Die Wirkung des Acetals wird durch Destillation mit Kalilauge nicht geändert.

e) Cognaköl. Angewandte Menge: 0,05 Volumprocente.

a) Direkt.

$n = 105,7$ Tropfen bei $19,7^\circ \text{C}$, daher $n_n = 106,46$ Tropfen.

$n = 105,5$ " " $19,4^\circ \text{C}$, " $n_n = 106,36$ "

Mittel: $n_n = 106,4$ Tropfen. 0,05 Volumprocente Cognaköl vermehren die Tropfenzahl um $106,4 - 100,0 = 6,4$ Tropfen.

b) Destillirt.

$n = 99,8$ Tropfen bei $18,9^\circ \text{C}$, daher $n_n = 100,82$ Tropfen.

$n = 99,9$ " " $19,3^\circ \text{C}$, " $n_n = 100,80$ "

Mittel: $n_n = 100,8$ Tropfen. Durch Destillation mit Kalilauge wird die Wirkung des Cognaköls auf die Vermehrung der Tropfenzahl erheblich vermindert; nach derselben bewirken 0,05 Volumprocente Cognaköl nur noch eine Vermehrung der Tropfenzahl von $100,8 - 100,0 = 0,8$ Tropfen. Die Wirkung derselben ist demnach um $6,4 - 0,8 = 5,6$ Tropfen oder um 87,5% vermindert worden.

III. Höhere Alkohole. Angewandte Menge: 0,2 Volumprocente.

1. Amylalkohol. Derselbe gab die Grundlage der Bestimmungen; 0,2 Volumprocente desselben erhöhen die Tropfenzahl um 3,4 Tropfen.

2. Normalbutylalkohol.

$n = 101,0$ Tropfen bei $18,7^\circ \text{C}$, daher $n_n = 102,09$ Tropfen.

$n = 101,7$ " " $20,7^\circ \text{C}$, " $n_n = 102,13$ "

Mittel: $n_n = 102,1$ Tropfen. 0,2 Volumprocente Normalbutylalkohol erhöhen die Tropfenzahl um $102,1 - 100,0 = 2,1$ Tropfen.

3. *Isobutylalkohol*.

$n = 101,05$ Tropfen bei 20°C , daher $n_n = 101,72$ Tropfen.

$n = 101,0$ " " 20°C , " $n_n = 101,67$ "

Mittel: $n_n = 101,7$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *Isobutylalkohol* erhöhen die Tropfenzahl um $101,7 - 100,0 = 1,7$ Tropfen.

4. *Secundärbutylalkohol*.

$n = 100,4$ Tropfen bei $19,3^{\circ} \text{C}$, daher $n_n = 101,29$ Tropfen.

$n = 100,35$ " " 19°C , " $n_n = 101,34$ "

$n = 100,6$ " " 20°C , " $n_n = 101,27$ "

Mittel: $n_n = 101,3$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *Secundärbutylalkohol* erhöhen die Tropfenzahl um $101,3 - 100,0 = 1,3$ Tropfen.

5. *Tertiärbutylalkohol*.

$n = 100,0$ Tropfen bei $19,8^{\circ} \text{C}$, daher $n_n = 100,73$ Tropfen.

$n = 100,3$ " " $20,8^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 100,70$ "

$n = 100,1$ " " $19,9^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 100,79$ "

Mittel: $n_n = 100,75$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *Tertiärbutylalkohol* erhöhen die Tropfenzahl um $100,75 - 100,0 = 0,75$ Tropfen.

6. *Normalpropylalkohol*.

$n = 100,7$ Tropfen bei $22,5^{\circ} \text{C}$, daher $n_n = 100,53$ Tropfen.

$n = 99,0$ " " $17,5^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 100,49$ "

Mittel: $n_n = 100,5$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *Normalpropylalkohol* erhöhen die Tropfenzahl um $100,5 - 100,0 = 0,5$ Tropfen.

7. *Isopropylalkohol*.

$n = 100,4$ Tropfen bei $22,1^{\circ} \text{C}$, daher $n_n = 100,37$ Tropfen.

$n = 99,3$ " " $18,6^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 100,42$ "

$n = 99,4$ " " 19°C , " $n_n = 100,39$ "

Mittel: $n_n = 100,4$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *Isopropylalkohol* erhöhen die Tropfenzahl um $100,4 - 100,0 = 0,4$ Tropfen.

8. *Roheß Fuselöl*.

$n = 102,45$ Tropfen bei $20,4^{\circ} \text{C}$, daher $n_n = 102,98$ Tropfen.

$n = 101,8$ " " $18,3^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 103,04$ "

$n = 102,2$ " " $19,5^{\circ} \text{C}$, " $n_n = 103,03$ "

Mittel: $n_n = 103,0$ Tropfen. 0,2 Volumprocente *roheß Fuselöl* erhöhen die Tropfenzahl um $103,0 - 100,0 = 3$ Tropfen.

Auch hier mögen die Wirkungen gleicher Raumtheile der verschiedenen Substanzen auf die Tropfenzahl, bezogen auf die Wirkung des Amylalkohols gleich 100, zusammengestellt werden. Da 0,1 Volumprocent Amylalkohol die Tropfenzahl um 1,7 Tropfen vermehrt, so hat man bei allen Substanzen die durch 0,1 Volumprocent derselben bewirkte Erhöhung der Tropfenzahl mit $\frac{100}{1,7} = \frac{1000}{17}$ zu multiplizieren, um die Wirkung auf diejenige des Amylalkohols = 100 zu beziehen.

Amylalkohol = 100.

Lau- fende Nr.	S u b s t a n z	Wirkung der Substanz	
		vor der Destillation mit Kalilauge	nach der
1	Anisöl	100	100
2	Rümmelöl	159	159
3	Pfefferminzöl	588	541
4	Zimmtöl	106	50,6
5	Wachholderbeeröl	247	247
6	Citronenöl	118	118
7	Pomeranzenschalenöl	118	118
8	Fenchelöl	165	165
9	Acetaldehyd	29,4	50
10	Paraldehyd	29,4	29,4
11	Furfurol	53	35
12	Methylacetat	29,4	— 6
13	Amylacetat	290	70,6
14	Nitrobenzol	65	65
15	Acetal	50	50
16	Cognaköl	753	94
17	Amylalkohol	100	100
18	Normalbutylalkohol	62	62
19	Isobutylalkohol	50	50
20	Secundärbutylalkohol	37,6	37,6
21	Tertiärbutylalkohol	22	22
22	Normalpropylalkohol	15	15
23	Isopropylalkohol	11,8	11,8
24	Rehes Fuselöl	88,2	88,2

Vergleichende Kritik der Methode Köse-Stußer-Reitmair, der kapillarimetrischen und der stalagmometrischen Methode.

Um einen vergleichenden Ueberblick über die drei in Betracht kommenden Methoden zur quantitativen Bestimmung des Fuselöls in Trinkbranntweinen zu gewinnen, mögen dieselben nach folgenden sechs Gesichtspunkten betrachtet werden.

1. Handhabung der Apparate.
2. Einfluß der Temperatur.
3. Einfluß des spezifischen Gewichts.
4. Einfluß anderer in Trinkbranntweinen sich findender Substanzen.
5. Grad der möglichen Genauigkeit.
6. Fehlerquellen.

1. Bezüglich der Einfachheit der Manipulationen mit den Apparaten verdient unzweifelhaft die kapillarimetrische Methode den Vorzug. Ist der zu untersuchende Branntwein auf das spezifische Gewicht 0,97626 entsprechend 20 Volumprocenten Alkohol gebracht worden, so hat man nur den Apparat in der früher beschriebenen Weise einzusenken, nach zwei- bis dreimaligem Emporragen den konstanten Stand des Meniskus und die Temperatur abzulesen und die Bestimmung des Fuselöls ist beendet. Das

regelrechte Einstellen des Kapillarimeters macht dem Geübten keinerlei Schwierigkeiten; die Bestimmung nimmt nur 5 bis 6 Minuten in Anspruch.

Weniger einfach sind die Manipulationen bei der Röse'schen Methode. Zunächst muß man hierbei zwei Gefäße mit Wasser auf der Temperatur von 15° C erhalten, was stets eine häufige Kontrolle und Regelung der Temperatur erheischt. Darauf hat man 20 ccm Chloroform in das Schüttelgefäß einzufüllen, den Ueberschuß wieder herauszuholen, die 100 ccm Branntwein und 1 ccm Schwefelsäure zuzufügen, 150 mal zu schütteln und das Chloroform abtizen zu lassen. Die ganze Bestimmung dauert 15 Minuten; doch ist zu bemerken, daß etwa 10 Minuten hiervon auf das Abtizen des Chloroforms kommen, während welcher Zeit man bereits eine andere Bestimmung beginnen kann.

Am wenigsten empfehlenswerth erscheint von diesem Gesichtspunkte die Stalagmometrische Methode. In der von Traube angegebenen Weise des Arbeitens mit dem Stalagmometer sind die Manipulationen zwar sehr einfach und leicht ausführbar; es wurde indeß früher ausführlich klargelegt, daß man damit keine genauen Resultate erzielt. Die im Gesundheitsamt gewählte Anordnung ist, wie sich ohne Weiteres aus der Beschreibung ergibt, nichts weniger denn einfach und erfordert nicht unerhebliche Übung. Ferner ist zu berücksichtigen, daß das Zählen der Tropfen eine ermüdende, geisttödtende Arbeit ist; wer, wie dies seitens des im Gesundheitsamt mit der Experimentaluntersuchung betrauten Herrn geschah, über 15 000 fallende Tropfen gezählt hat, wird damit gewiß übereinstimmen.

Die Reinigung der drei Apparate geschieht in derselben Weise: Ausspülen mit Wasser, Alkohol und Aether und Durchsaugen, bezw. beim Röse'schen Apparate Durchblasen eines trockenen Luftstroms; nach jedem einzelnen Versuche muß die Reinigung der Apparate vorgenommen werden. Täglich einmal müssen die Apparate, die zur Verwendung kommen, mit konzentrirter Salpetersäure und konzentrirter Schwefelsäure gereinigt werden.

2. Der Einfluß der Temperatur bei den drei Methoden ist nach Früherem eingehend studirt worden. Bei der Röse'schen Methode entspricht einer Erhöhung der Temperatur um 1° C über die normale eine Vermehrung der Chloroformschicht von 0,026 bezw. 0,046 ccm, je nach den Verhältnissen (vgl. S. 47). Da 0,15 ccm Chloroformsteighöhe 0,1 Volumprocent Fuselöl entsprechen, so zeigen die 0,026 bezw. 0,046 ccm Steighöhe $\frac{0,1 \cdot 0,026}{0,15} = 0,017$ bezw. $\frac{0,1 \cdot 0,046}{0,15} = 0,031$ Volumprocente Fuselöl an. Eine Temperaturdifferenz von $\pm 1^\circ$ C ruft daher einen Fehler in der Bestimmung des Fuselgehalts von $\pm 0,017$ bezw. $\pm 0,031$ Volumprocenten hervor.

Beim Kapillarimeter bewirkt eine Temperaturdifferenz von $\pm 1^\circ$ C einen Unterschied der Steighöhe von $\mp 0,2$ mm, und zwar entspricht eine Erhöhung der Temperatur einer Erniedrigung der Steighöhe (daher die entgegengesetzten Vorzeichen). Da eine Steighöhenerniedrigung von 1 mm einen Fuselgehalt von 0,1 Volumprocent anzeigt, da man also den Fuselgehalt erhält, indem man die Steighöhenverminderung durch 10 dividirt, so entsprechen die $\mp 0,2$ mm Steighöhenunterschied und mithin $\pm 1^\circ$ C einer Differenz im Fuselgehalt von 0,02 Volumprocenten.

Beim Stalagmometer wird durch einen Temperaturunterschied von $\pm 1^\circ \text{C}$ die Tropfenzahl bei 100 Tropfen um $\pm 0,33$ Tropfen verändert, und zwar entspricht hier eine Erhöhung der Temperatur einer Vermehrung der Tropfenzahl. Da 1,7 Tropfen 0,1 Volumprocent Fuselöl anzeigen, so zeigen die $\pm 0,33$ Tropfen, d. h. $\pm 1^\circ \text{C}$ einen Unterschied im Fuselgehalt von $\pm \frac{0,1 \cdot 0,33}{1,7} = 0,02$ Volumprocenten an.

Fehler, die durch die Temperatur verursacht werden, lassen sich bei der Röse'schen Methode durch Einhaltung der Normaltemperatur, bei den beiden anderen durch Ablesen der Zimmertemperatur und Anbringung der Korrektur vermeiden.

3. Auch der Einfluß des spezifischen Gewichts ist bereits früher erörtert. Bei der Röse'schen Methode bewirkt eine Differenz im Alkoholgehalt von ± 1 Volumprocent eine Aenderung der Steighöhe von $\pm 0,30$ ccm, was einem Fuselölgehalt von $\pm 0,2$ Volumprocenten entspräche.

Bei der kapillarimetrischen Methode bewirkt eine Differenz im Alkoholgehalt von ± 1 Volumprocent eine Aenderung der kapillaren Steighöhe von ∓ 1 mm; die Steighöhenänderung von ∓ 1 mm entspricht einem Fuselgehalt von $\pm 0,1$ Volumprocent.

Bei der stalagmometrischen Methode bewirkt eine Differenz im Alkoholgehalt von ± 1 Volumprocent eine Aenderung der Tropfenzahl von $\pm 1,7$ Tropfen, was einem Fuselgehalt von $\pm 0,1$ Volumprocent entspricht.

Man erhält somit bei allen drei Methoden für zu hohen Alkoholgehalt einen zu hohen Fuselgehalt; der Fehler bei der Röse'schen Methode ist indeß doppelt so groß als unter gleichen Umständen bei den Traube'schen, für welche der Einfluß des spezifischen Gewichts gleich ist.

4. Zur Vergleichung des Einflusses anderer im Trinkbranntwein sich findender Substanzen mögen die im Früheren gewonnenen Resultate neben einander gestellt werden. Wir berücksichtigen hierbei nur die Werthe, die nach der Destillation mit Kalilauge gewonnen wurden, weil sämtliche zur Untersuchung gelangenden Branntweine zunächst mit Kalilauge destillirt werden, und beziehen wieder sämtliche Werthe auf Amylalkohol = 100.

(Siehe die Tabelle auf S. 96.)

Diese Zusammenstellung spricht für sich selbst; die höheren Alkohole wirken bei allen Methoden etwa gleich stark, die anderen Substanzen wirken aber durchweg bei der Röse'schen Methode bedeutend schwächer, als bei den beiden anderen. Namentlich gilt dies von den ätherischen Oelen.

5. Will man den Grad der Genauigkeit kennen, der bei den drei Methoden unter Vermeidung aller Fehler theoretisch möglich ist, so hat man die kleinsten Mengen Fuselöl zu berechnen, welche nach den Methoden noch erkennbar und bestimmbar sind.

Bei dem diesseits angewandten Apparat zur Röse'schen Methode konnte man noch 0,01 ccm Chloroformvermehrung mit genügender Genauigkeit ablesen. Da nun 0,15 ccm Steighöhe 0,1 Volumprocent Fuselöl entsprechen, so zeigt 0,01 ccm Steighöhe $\frac{0,1}{0,15} \cdot 0,01 = 0,0067$ Volumprocente Fuselöl an. Nach der Röse'schen Methode kann man demnach in 30-volumprocentigem Alkohol noch 0,0067 Volumprocente Fuselöl mit hinreichender Genauigkeit erkennen.

Lau- fende Nr.	S u b s t a n z	Röfje.	Kapilla- rimeter	Stalag- mometer	Lau- fende Nr.	S u b s t a n z	Röfje.	Kapilla- rimeter	Stalag- mometer
1	Anisöl	— 10	120	100	13	Amylacetat	73	72,5	70,6
2	Rümmelöl	— 13	170	159	14	Nitrobenzol	13	60	65
3	Pfefferminzöl	— 23	540	541	15	Acetal	33	50	50
4	Zimmtöl		50	50,6	16	Cognaköl	— 40	100	94
5	Wachholberbeeröl	— 13	260	247	17	Amylalkohol	100	100	100
6	Citronenöl	0	120	118	18	Normalbutylalkohol	57	62,5	62
7	Pomeranzenschalenöl	0	120	118	19	Isobutylalkohol	50	50	50
8	Fenchelöl		160	165	20	Secundärbutylalkohol	32	37,5	37,6
9	Acetaldehyd	0	45	50	21	Tertiärbutylalkohol	13	22,5	22
10	Paraldehyd		30	29,4	22	Normalpropylalkohol	33	15	15
11	Furfurol	13	35	35	23	Isopropylalkohol	13	10	11,8
12	Methylacetat	0	0	— 6	24	Rehes Fuselöl	90	90	88,2

Bei dem Kapillarimeter kann man noch 0,1 mm Steighöhe mit Hilfe der Lupe ablesen. Da 1 mm Steighöhenerniedrigung 0,1 Volumprocent Fuselöl entspricht, so zeigt 0,1 mm Steighöhenerniedrigung 0,01 Volumprocent Fuselöl an. Mit dem Kapillarimeter kann man demnach in Alkohol von 20 Volumprocenten noch 0,01 Volumprocent Fuselöl bestimmen.

Das Stalagmometer gestattet mit Hilfe der diesseits angewandten Vorrichtung noch $\frac{1}{10}$ Tropfen annähernd zu zählen. Da 1,7 Tropfen 0,1 Volumprocent Fuselöl entsprechen, so zeigt $\frac{1}{10}$ Tropfen $\frac{0,1}{1,7} \cdot 0,1 = 0,006$ Volumprocente Fuselöl an. Mit dem Stalagmometer kann man demnach bei 20-volumprocentigem Alkohol noch 0,006 Volumprocente Fuselöl bestimmen.

Hiermit ist diese Betrachtung indeß nicht erschöpft, es spielt vielmehr die Verdünnung des Branntweins eine Rolle. Haben wir z. B. einen Branntwein von 40 Volumprocenten, so ist derselbe zur Röfje'schen Methode auf 30 Volumprocente, zu den beiden anderen Methoden auf 20 Volumprocente zu verdünnen. Um ihn auf 30 Volumprocente zu bringen, sind zu 100 ccm 33,3 ccm Wasser zuzusetzen, um ihn auf 20 Volumprocente zu verdünnen, dagegen 100 ccm Wasser; für die Röfje'sche Methode liegen jetzt $133\frac{1}{3}$ ccm, für die beiden anderen 200 ccm verdünnten Branntweins vor. Nach Röfje kann man in 100 ccm dieses verdünnten Branntweins von 30 Volumprocenten 0,0067 Volumprocente Fuselöl bestimmen. In den $133\frac{1}{3}$ ccm verdünnten Branntweins sind 0,0089 ccm Fuselöl. Diese 0,0089 ccm Fuselöl waren aber in 100 ccm des ursprünglichen Branntweins enthalten, d. h. derselbe enthielt 0,0089 Volumprocente Fuselöl. In einem Alkohol von 40 Volumprocenten kann man somit nach Röfje nur 0,0089 Volumprocente Fuselöl noch mit hinreichender Genauigkeit bestimmen.

Die kleinste Menge Fuselöl, welche das Kapillarimeter anzeigt, ist 0,01 Volumprocent d. h. 0,01 ccm Fuselöl in 100 ccm Alkohol von 20 Volumprocenten. Da nach der Verdünnung des Branntweins von 40 Volumprocenten auf 20 Volumprocente 200 ccm Branntwein vorliegen, so sind 0,02 ccm Fuselöl die geringste durch das Kapillarimeter noch angegebene Menge, und da diese 0,02 ccm Fuselöl in 100 ccm des ursprünglichen Branntweins enthalten waren, so kann man mit dem Kapillarimeter in Branntwein von 40 Volumprocenten nur noch 0,02 Volumprocente Fuselöl bestimmen.

Die kleinste Menge Fuselöl, welche das Stalagmometer anzeigt, ist 0,006 ccm in 100 ccm Alkohol von 20 Volumprocenten, in 200 ccm demnach 0,012 ccm, und da diese sich in 100 ccm ursprünglichen Branntweins fanden, so sind in 40-volumprocentigem Branntwein mit dem Stalagmometer nur noch 0,012 Volumprocente Fuselöl bestimmbar.

Hat man zu 100 ccm eines Branntweins a_1 ccm Wasser bezw. Alkohol zu setzen, um ihn auf 30 Volumprocente zu bringen und hat sich die kleinste ablesbare Chloroformvermehrung, 0,01 ccm, ergeben, so ist der Fuselölgehalt des ursprünglichen Branntweins:

$$(1) \quad p_1 = \frac{0,0067(100 + a_1)}{100} = 0,00067(100 + a_1) \text{ Volumprocente.}$$

Hat man zu einem gleich starken Branntwein a ccm Wasser bezw. Alkohol zu 100 ccm zu setzen, um ihn auf 20 Volumprocente zu bringen und ergibt das Kapillarmeter die kleinste ablesbare Steighöherniedrigung, 0,1 mm, so ist der Fuselgehalt des ursprünglichen Branntweins:

$$(2) \quad p_2 = \frac{0,01(100 + a)}{100} = 0,0001(100 + a) \text{ Volumprocente.}$$

Ein dritter Branntwein von demselben Alkoholgehalt gebe mit dem Stalagmometer die kleinste ablesbare Tropfendifferenz, 0,1 Tropfen; dann ist der Fuselgehalt des ursprünglichen Branntweins:

$$(3) \quad p_3 = \frac{0,006(100 + a)}{100} = 0,00006(100 + a) \text{ Volumprocente.}$$

Bedeutet a_1 den Wasserzusatz auf 100 ccm, ist also der Branntwein stärker als 30 Volumprocente, und hat derselbe v Volumprocente Alkohol, so ist:

$$a_1 = \frac{10}{3}(v - 30) \text{ ccm Wasser.}$$

Ist v kleiner als 30, bedeutet also a_1 den Alkoholzusatz, so ist

$$a_1 = \frac{10}{7}(30 - v) \text{ ccm Alkohol.}$$

Ist v größer als 20, bedeutet also a den Wasserzusatz, um den Branntwein auf 20 Volumprocent zu verdünnen, so ist

$$a = 5(v - 20) \text{ ccm Wasser.}$$

Ist endlich v kleiner als 20 und bedeutet a den Alkoholzusatz, so ist:

$$a = \frac{5}{4}(20 - v) \text{ ccm Alkohol.}$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen läßt sich die Betrachtung, die vorher an dem speziellen Beispiel beleuchtet wurde, allgemein durchführen. Es sei ein Fall ausgewählt, z. B. der, daß v größer als 30 ist; sowohl um den Branntwein auf 30 Volumprocente, als auch auf 20 Volumprocente zu verdünnen, ist ein Wasserzusatz zu machen. Es kommen daher die Formeln für den Wasserzusatz in Betracht, und wir müssen zunächst einen Zusammenhang zwischen a und a_1 suchen. Es ist:

$$a_1 = \frac{10}{3}(v - 30); \quad a = 5(v - 20).$$

$$3 a_1 = 10 v - 300; \quad 2 a = 10 v - 200.$$

$$10 v = 3 a_1 + 300; \quad 10 v = 2 a + 200.$$

$$3 a_1 + 300 = 2 a + 200; \quad a = \frac{3 a_1 + 100}{2}.$$

Vergleichen wir nun zunächst die Röse'sche Methode mit dem Kapillarimeter, so gelten die beiden Gleichungen (1) und (2): (1) $p_1 = 0,000067 (100 + a_1)$ und (2) $p_2 = 0,0001 (100 + a)$. In Gleichung 2 ist a durch a_1 auszudrücken; es wird dadurch: $p_2 = 0,0001 \left(100 + \frac{3 a_1 + 100}{2} \right)$; $p_2 = 0,0001 \left(\frac{200 + 3 a_1 + 100}{2} \right)$; $p_2 = \frac{0,0001(300 + 3 a_1)}{2}$; $p_2 = \frac{0,0003 (100 + a_1)}{2}$; $p_2 = 0,00015 (100 + a_1)$. Oben hatten wir: $p_1 = 0,000067 (100 + a_1)$, daher $\frac{p_2}{p_1} = \frac{0,00015 (100 + a_1)}{0,000067 (100 + a_1)} = \frac{0,00015}{0,000067} = \frac{150}{67}$; $\frac{p_2}{p_1} = 2,25$; $p_2 = 2^{1/4} \cdot p_1$.

In Worten: Gelangt ein Branntwein von mehr als 30 Volumprocenten Alkohol zur Untersuchung, so ist die kleinste Menge Fuselöl, die man mit dem Kapillarimeter bestimmen kann, $2^{1/4}$ mal größer als die kleinste nach Röse bestimmbare Menge Fuselöl. In dem vorher gegebenen Beispiel war die kleinste bestimmbare Menge Fuselöl nach Röse 0,0089, mit dem Kapillarimeter 0,02 Volumprocente Fuselöl; in der That ist $2^{1/4} \cdot 0,0089 = \frac{9}{4} \cdot 0,0089 = 0,02$.

In derselben Weise ergibt sich, daß man bei 30-volumprocentigem Alkohol nach Röse noch 0,0067, mit dem Kapillarimeter noch 0,015 Volumprocente Fuselöl bestimmen kann, bei 20-volumprocentigem nach Röse noch 0,0077, mit dem Kapillarimeter noch 0,01 Volumprocent Fuselöl. Die Genauigkeit der Röse'schen Methode ist demnach bei jedem Alkoholgehalt größer als diejenige des Kapillarimeters.

Vergleicht man in derselben Weise die Röse'sche Methode mit dem Stalagmometer, so ergibt sich: Bis zu $v = 30$ ist die mögliche Genauigkeit der Röse'schen Methode $1^{1/3}$ mal größer als die der stalagmometrischen; für $v < 30$ nähern sich die Genauigkeiten und werden gleich für $v = 24,19$ Volumprocente Alkohol. Für $v < 24,19$ wird die Genauigkeit des Stalagmometers $1^{1/4}$ mal größer als diejenige der Methode Röse.

6. Zuletzt mögen noch die Fehlerquellen der drei Methoden verglichen werden. Die Fehler, die durch die Temperatur und das spezifische Gewicht verursacht werden, sind schon berücksichtigt, ebenso die Verhütung derselben; ferner auch die Fehler, die durch andere Substanzen verursacht werden und nicht beseitigt werden können. Hier sollen die Fehler betrachtet werden, welche den Methoden selbst anhaften.

Die schwerwiegendsten Fehler werden meistens bei der Bestimmung des spezifischen Gewichts und namentlich bei der Einstellung des Branntweins auf die Marke des Pyknometers gemacht. Die Methode Röse ist von Fehlerquellen fast frei, wenn man den Schüttelapparat erst direkt vor der Ausschüttelung, während er im Kühhcyliner schwimmt, mit Chloroform füllt und dafür sorgt, daß nur ein geringer Ueberschuß von Chloroform in den Apparat gelangt und man denselben sofort abhebt.

Das Kapillarimeter hat zwei Fehlerquellen: das Einstellen der Skala auf die Oberfläche des Branntweins und das Ablesen der Steighöhe. Die erstere ist bereits besprochen; zum Ablesen nehme man eine Lupe mit Blende und trage Sorge, daß die Pupille des Auges, der Mittelpunkt der Lupenlinse und der Meniskus in der Kapillare in eine Gerade fallen. 0,1 mm ist eine so kleine Länge, daß sowohl beim Einstellen, wie beim Ablesen sehr leicht Fehler unterlaufen.

Auch hinsichtlich der Fehlerquellen muß man dem Stalagmometer den letzten Platz anweisen. Es soll ausdrücklich betont werden, daß im Gesundheitsamte die gut

übereinstimmenden Resultate nicht so glatt und einfach erzielt wurden, wie es aus der Zusammenstellung scheinen dürfte. Während viele Bestimmungen übereinstimmten, ergaben sich häufig dazwischen Tropfenzahlen, die ganz und gar verschieden von den übrigen waren, ohne daß die Ursache dieser Verschiedenheit zu erklären war. Man machte daher stets so viele Bestimmungen, daß drei vollkommen übereinstimmten; manchmal geschah dies sofort, manchmal mußte die eine oder die andere Bestimmung verworfen werden. Da nach jedem Versuch der Apparat gereinigt wurde und man stets genau in derselben Weise arbeitete, auch keine Ursachen zu Differenzen sich bemerkbar machten, kann man betreffs der Ursache nichts sagen und nur feststellen, daß Differenzen recht häufig vorkommen.

Zieht man den Schluß aus diesen Betrachtungen, so muß man zugeben, daß der Methode Röse unzweifelhaft der Vorzug gebührt. Verfährt man in der beschriebenen Weise, nimmt man auf alle Umstände Rücksicht, auf die vorher aufmerksam gemacht wurde, so kommt man zu Resultaten, die fast absolut genau sind. Die zweite Decimale des Fuselölgehalts, also 0,01 Volumprocent, ist noch mit vollkommen genügender Sicherheit bestimmbar. Bei der Bestimmung der Basis der Steighöhen und der Aufstellung der Tabelle sind mehrfach 10 bis 12 Ausschüttelungen mit demselben Alkohol gemacht worden, welche meist vollkommen übereinstimmten; nur einzelne ergaben eine Differenz von 0,01 cem.

Sollte das Ergebnis der vorher beschriebenen Versuche auch von anderen Seiten bestätigt werden, so dürfte das Verfahren von Röse in der Modifikation von Stutzer-Reitmaier bei Benutzung des Apparats von Herzfeld dasjenige sein, welches nach Einführung des Reinigungszwanges für Trinkbranntweine die Unterlage für die Kontrolle derselben abzugeben besonders geeignet erscheint.

Nachdem der obige Bericht bereits abgeschlossen war, hatte Herr Dr. Traube die Freundlichkeit, dem Gesundheitsamt auf schriftlichem Wege noch weitere Mittheilungen über seine Arbeiten auf dem oben erörterten Gebiet zu machen. Nach dem Vorgang von M. S. Etzworthy (Journ. Chem. Soc. 1888) modificirt er das Kapillarimeter in der Weise, daß er die Röhre mit der Skala nicht vertikal, sondern um einen bestimmten Winkel zur Horizontalebene geneigt aufstellt. Hierdurch wird bewirkt, daß die Steighöhenunterschiede größer werden. Weitere bezüglichliche Darlegungen geben Anhaltspunkte zur Handhabung des Kapillarimeters. Außerdem hat Herr Dr. Traube auch mit der ursprünglichen Röse'schen Methode und ihrer Modifikation von Stutzer-Reitmaier Versuche angestellt und im Gegensatz zu den diesseitigen Untersuchungen gefunden, daß sowohl Aldehyd wie ätherische Oele bei der stalagmometrischen und kapillarimetrischen Methode weniger störend wirken, als bei der Röse'schen. Schließlich wird auch noch über eine vaporimetrische Methode zur Bestimmung des Verlaufs und des Fuselöls berichtet. Da im Gesundheitsamt die zur Prüfung dieser Vorschläge und Angaben nothwendigen Arbeiten vor dem Erscheinen dieses Heftes nicht mehr ausgeführt werden konnten, mußte man sich begnügen an dieser Stelle auf die betreffenden Arbeiten, die demnächst anderweitig veröffentlicht werden, hinzuweisen.

Beschaffenheit deutscher Trinkbranntweine des Kleinhandels.

Wenn es sich um die Frage handelt, welche Ansprüche im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege insbesondere an diejenigen Trinkbranntweine gestellt werden sollen, welche in den verschiedenen Theilen unseres Vaterlandes von den breiteren Schichten der Bevölkerung regelmäßig und oft nicht zum Besten des geistigen und körperlichen Wohles in größeren Mengen genossen werden, so liefert die Kenntniß der Beschaffenheit solcher, zur Zeit bei uns in den Schankstätten verabreichter spirituöser Getränke eine nicht unwichtige Unterlage. In Berücksichtigung dieser Thatsache nahmen Stutzer¹⁾, sowie Bodländer und Traube²⁾ Veranlassung, über die Beschaffenheit vieler Trinkbranntweine des Kleinhandels werthvolle Mittheilungen zu machen. Auch das Gesundheitsamt hat sich während der letzten zwei Jahre mit dieser Angelegenheit beschäftigt. Dasselbe ist, dank der thatkräftigen Unterstützung von Behörden sowie Privaten, in den Besitz eines umfangreichen Materials gekommen und nunmehr in der Lage, die Ergebnisse seiner Untersuchungen zur allgemeinen Kenntniß zu bringen. Die Untersuchungen erstreckten sich zunächst nicht auf absichtliche Verfälschungen (freie Mineralsäuren, scharfschmeckende Pflanzenstoffe u. dgl.), sondern hatten wesentlich die Beantwortung der Frage im Auge, wie groß der Alkoholgehalt und wie groß der Gehalt an Fuselöl in den einzelnen Proben ist, die aus allen Theilen des Deutschen Reiches an das chemische Laboratorium des Amtes gelangt sind. Bei den bezüglichen Ermittlungen wurde die Methode von Köse in der Modifikation von Stutzer und Reitmair zu Grunde gelegt, und für den Schüttelapparat diejenige Form gewählt, welche ihm von Herzfeld gegeben worden ist. Das Fuselöl ist als Amylalkohol angegeben.

Zur weiteren Charakterisirung wurde auch die äußere Beschaffenheit der einzelnen Spirituosen in Bezug auf Farbe, Geruch und Reaction berücksichtigt. Da dieselben den Schankstätten entnommen wurden, ohne die Schankwirth von dem Zweck der Entnahme zu benachrichtigen, liefen die Proben meist ohne nähere Bezeichnung ein. Unter diesen Umständen blieb nichts Anderes übrig, als sie so wie sie waren, der Untersuchung zu unterwerfen, ohne daß es möglich gewesen wäre, die durch die eventuelle Anwesenheit ätherischer Oele bedingte Ungenauigkeit in der Angabe des Fuselgehaltes mit in Rechnung zu ziehen.

Die Ergebnisse sind in den folgenden drei Tabellen zusammengestellt, und zwar sind die Proben in Tabelle I nach ihrem Gehalt an Aethylalkohol in Volumprocenten, in Tabelle II nach ihrem Gehalt an Fuselöl in 100 Theilen der Flüssigkeit geordnet, während Tabelle III angiebt, wieviel Fuselöl, auf absoluten Alkohol in Volumprocenten berechnet, die einzelnen untersuchten Objekte ergeben haben. Der in jeder Tabelle enthaltene Hinweis auf die entsprechenden Nummern der anderen Tabellen ermöglicht jederzeit einen Vergleich der Proben nach den drei erwähnten Richtungen hin.

1) Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege 1887, Heft 2 und 3 S. 88.

2) Repert. anal. Chem. 1887. S. 167.

Tabelle I.

Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben,
geordnet nach ihrem Alkoholgehalte.

Zau- ende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Pfg.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
1	33	33	Piegnitz	Prov. Schlesien	—	farblos	neutral	schwach alko- holisch	21.58	17.57	0
2	119	154	Breslau	" "	25	farblos	neutral	schwach fuselig	22.546	18.377	0.0734
3	103	135	Elbing	" Westpreußen	30	braunroth	neutral	bitternartig	22.85	18.255	0.0602
4	177	249	Piegnitz	" Schlesien	—	fast farblos	neutral	fuselig	23.65	19.306	0.1507
5	163	229	"	" "	—	hellgelb	neutral	schwach fuselig	23.656	19.312	0.123
6	132	170	Fraustadt	" Posen	25	farblos	neutral	fast rein	24.14	19.72	0.0872
7	237	262	Piegnitz	" Schlesien	—	farblos	schwach sauer	stark fuselig	25.05	20.48	0.2217
8	81	102	Breslau	" "	30	farblos	neutral	bitternartig	25.61	20.95	0.0423
9	72	93	Frankfurt a./D.	" Brandenburg	40	farblos	neutral	nach Pfefferminz	26.58	21.77	0.04
10	137	166	Breslau	" Schlesien	30	farblos	neutral	schwach fuselig	27.27	22.35	0.0965
11	113	132	Stettin	" Pommern	35	farblos	neutral	fuselig	27.31	22.38	0.07
12	73	92	Frankfurt a./D.	" Brandenburg	40	farblos	neutral	nach Pomeranzen	28.07	23.00	0.04
13	172	221	Rawitsch	" Posen	30	farblos	neutral	obstähnlich	28.11	23.065	0.1398
14	23	23	Dppeln	" Schlesien	25	farblos	neutral	rein	28.19	23.13	0
15	57	76	Stettin	" Pommern	35	farblos	neutral	fuselig	28.22	23.15	0.03
16	167	205	"	" "	35	schwach gelbl.	neutral	stark fuselig	28.22	23.15	0.13
17	127	145	Weißen	Kgr. Sachsen	45	schwach gelbl.	schwach sauer	rein	28.32	23.24	0.0825
18	140	163	Stettin	Prov. Pommern	35	farblos	neutral	fuselig	28.36	23.27	0.10
19	43	49	Zabrze	" Schlesien	30	farblos	neutral	rein	28.73	23.58	0.0145
20	125	140	Stettin	" Pommern	35	farblos	neutral	stark fuselig	29.04	23.85	0.08
21	31	31	Dortmund	" Westfalen	80	farblos	neutral	fast rein	29.11	23.905	0
22	71	88	Frankfurt a./D.	" Brandenburg	40	farblos	neutral	nach Pomeranzen	29.13	23.92	0.04
23	92	116	Beuthen D./S.	" Schlesien	40	hellgelb	neutral	schwach fuselig	29.63	24.35	0.057
24	111	122	Darmstadt	Hessen	48	dunkelbraun	sauer	ätherisch und schwach fuselig	31.34	25.81	0.069
25	226	253	Stettin	Prov. Pommern	35	fast farblos	neutral	stark fuselig	31.74	26.15	0.21
26	154	175	Breslau	" Schlesien	25	farblos	neutral	fuselig	31.768	26.172	0.1194
27	86	99	Königsberg i. P.	" Ostpreußen	40	hellgelb	schwach sauer	rumähnlich	32.205	26.54	0.0503
28	52	53	Breslau	" Schlesien	30	farblos	neutral	fast geruchlos	32.82	27.077	0.023
29	131	136	Zabrze	" "	30	farblos	neutral	fuselig	33.00	27.23	0.087
30	7	7	Güstrow	Mecklenb. Schw.	—	farblos	neutral	nach Rimmel	33.10	27.32	0
31	87	95	Dortmund	Prov. Westfalen	40	schwach gelb	neutral	schwach fuselig	33.105	27.325	0.0512
32	104	114	Rattowitz	" Schlesien	30	farblos	neutral	fast rein	33.125	27.34	0.063
33	88	97	Posen	" Posen	30	schwach gelbl.	neutral	nach Orangen u. Pomeranzen	33.182	27.388	0.0513
34	195	228	Königsberg i. P.	" Ostpreußen	30	farblos	neutral	fuselig	33.26	27.46	0.173
35	157	167	München	Bayern	27	farblos	neutral	schwach fuselig	33.85	27.96	0.12
36	50	51	Würzburg	"	53 ¹ / ₃	hellgelb	schwach sauer	fruchtartig	33.91	28.01	0.0199
37	162	169	Weißen	Kgr. Sachsen	45	farblos	neutral	stark fuselig	34.09	28.17	0.123
38	149	158	Byd	Prov. Ostpreußen	—	schwach gelbl.	neutral	fuselig	34.166	28.24	0.1142
39	203	237	Bromberg	" Posen	50	farblos	neutral	stark fuselig	34.18	28.25	0.189
40	192	220	Hannover	" Hannover	50	farblos	neutral	stark fuselig	34.38	28.42	0.171

Lau- fende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bzw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Pfg.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
41	161	164	Hannover	Prov. Hannover	50	fast farblos	neutral	stark fuselig	34.43	28.46	0.1218
42	22	22	Oppeln	" Schlesien	45	hellgelb	neutral	bitternartig	34.47	28.50	0
43	194	223	Gelsenkirchen	" Westfalen	—	gelb	sauer	fuselig u. harzig	34.57	28.57	0.173
44	183	206	Güntersfen bei Göttingen	" Hannover	40	hell gelbbraun	neutral	fuselig	34.69	28.69	0.16
45	122	125	Schrimm	" Posen	—	schwach gelblich	neutral	bitternartig	34.893	28.864	0.0772
46	208	235	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	—	farblos	neutral	fast rein	34.916	28.884	0.1901
47	169	173	Weende bei Göttingen	" Hannover	55	gelbbraun	neutral	stark fuselig	34.92	28.89	0.13
48	49	50	Ehlingen	Württemberg	—	farblos	stark sauer	obstartig	34.93	28.90	0.018
49	121	123	Worms	Hessen	60	schwach gelblich	neutral	aromatisch	35.075	29.025	0.077
50	116	119	Würzburg	Bayern	80	goldgelb	neutral	schwach fuselig	35.103	29.053	0.0706
51	134	133	Lütjenburg	Prov. Schlesw.- Holstein	37	farblos	neutral	stark fuselig	35.16	29.10	0.09
52	65	74	Mainz	Hessen	40	hellgelb	neutral	rumähnlich	35.26	29.18	0.036
53	186	215	Königsberg i. Pr.	Prov. Ostpreußen	—	farblos	schwach sauer	fast rein	35.294	29.214	0.1644
54	152	160	Alzen	Hessen	80	hellgelb	sauer	arakähnlich	35.30	29.22	0.119
55	78	80	Bessungen	"	64	dunkelbraun	neutral	nach Kümmel	35.34	29.26	0.042
56	6	6	Geisenheim	Prov. Hessen- Raffau	60	goldgelb	neutral	obstartig	35.51	29.40	0
57	188	217	Birnbaum	" Posen	40	hellgelb	neutral	stark fuselig	35.55	29.44	0.1691
58	155	159	Frankfurt a/D.	" Brandenburg	50	dunkelbraun	sauer	nach Kalms	35.66	29.35	0.12
59	105	109	München	Bayern	32	farblos	neutral	rumähnlich u. fuselig	35.69	29.56	0.064
60	252	258	Borgfeld	Bremen	—	schwach gelblich	sauer	stark fuselig	35.77	29.64	0.258
61	128	127	Hannover	Prov. Hannover	50	farblos	neutral	fuselig	35.77	29.63	0.0831
62	25	25	Brezenheim	Hessen	50	goldgelb	neutral	nach Kümmel	35.81	29.67	0
63	109	113	Gleiwitz	Prov. Schlesien	25	rothgelb	neutral	nach Wachholder	35.89	29.73	0.068
64	255	260	Bochum	" Westfalen	40	farblos	schwach sauer	stark fuselig	35.89	29.73	0.285
65	45	46	Würzburg	Bayern	66 ^{2/3}	farblos	neutral	fruchtartig	35.99	27.82	0.0159
66	101	103	München	"	40	schwach gelblich	neutral	schwach fuselig	36.08	29.90	0.06
67	166	168	Wallstädte bei Hamm	Prov. Westfalen	—	schwach gelblich	neutral	stark fuselig	36.15	29.97	0.129
68	20	20	Jena	Sachsen-Weimar	—	braunroth	sauer	nach Essigäther	36.155	29.96	0
69	102	104	Mainz	Hessen	90	schwach gelblich	neutral	nach Kümmel	36.20	30.00	0.060
70	160	157	Lesumbroch	Bremen	—	gelb	sauer	stark fuselig	36.25	30.05	0.121
71	242	252	Bremen	"	—	farblos	neutral	stark fuselig	36.26	30.06	0.235
72	148	148	Wanne	Prov. Westfalen	—	gelb	schwach sauer	fuselig u. harzig	36.32	30.11	0.111
73	141	141	Hannover	" Hannover	50	farblos	schwach sauer	stark fuselig	36.33	30.12	0.1045
74	181	188	Rochlow	" Posen	30	schwach gelblich	neutral	fast rein	36.45	30.22	0.1532
75	66	72	Hannover	" Hannover	50	grünlich gelb	sauer	schwach fuselig	36.60	30.35	0.0367
76	24	24	Mainz	Hessen	40	goldgelb	neutral	rumähnlich	36.61	30.365	0
77	190	211	Berne (Kreis Bochum)	Prov. Westfalen	80	farblos	neutral	stark fuselig	36.626	30.38	0.1702
78	64	70	Dortmund	" "	—	schwach gelblich	sauer	schwach fuselig	36.63	30.38	0.035

Zau- ende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bez. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Pfg.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
79	106	110	Ditrowo	Prov. Posen	30	farblos	neutral	nach Kümmel	36.694	30.435	0.0655
80	115	115	Dortmund	„ Westfalen	—	hellgelb	schwach sauer	fuselig	36.70	30.44	0.070
81	227	241	Krefeld	Rheinprovinz	—	farblos	neutral	stark fuselig	36.76	30.50	0.21
82	156	153	Hebenhausen bei Göttingen	Prov. Hannover	72	gelblich	sauer	stark fuselig	36.79	30.53	0.12
83	221	233	Ulm a./D.	Württemberg	44	schwach gelblich	neutral	aromatisch	36.79	30.525	0.1988
84	193	212	Bromberg	Prov. Posen	50	farblos	neutral	nach Anis	36.81	30.54	0.1711
85	60	61	Osterode a./S.	„ Hannover	50	gelbbraun	neutral	arakähnlich	36.83	30.56	0.03
86	118	117	Dppenheim	Hessen	40	hellgelb	neutral	nach Anis	36.83	30.61	0.071
87	133	129	Bromberg	Prov. Posen	50	farblos	neutral	schwach fuselig	36.893	30.613	0.0898
88	48	48	Pfungstadt	Hessen	48	gelb	neutral	nach Kümmel	36.96	30.675	0.018
89	18	18	Gera	Sachsen-Gob.- Gotha	36	braungelb	neutral	cognacähnlich	36.97	30.685	0
90	143	142	Dammdorf	Prov. Ostpreußen	40	schwach gelblich	neutral	fuselig	36.98	30.69	0.1066
91	16	16	Darmstadt	Hessen	80	braungelb	neutral	rumänlich	37.00	30.70	0
92	13	13	München	Bayern	46	farblos	neutral	rein	37.06	30.76	0
93	168	162	Hadersleben	Prov. Schlesw.- Holstein	—	farblos	neutral	fuselig	37.08	30.78	0.13
94	99	101	Krefeld	Rheinprovinz	—	schwach gelblich	neutral	fuselig	37.08	30.78	0.06
95	84	85	Neu-Bamberg	Hessen	—	farblos	neutral	rein	37.20	30.92	0.0495
96	206	225	Flensburg	Prov. Schlesw.- Holstein	28	farblos	neutral	stark fuselig	37.27	30.94	0.19
97	176	182	Darmstadt	Hessen	48	gelblich	neutral	aromatisch	37.29	30.96	0.148
98	212	226	Nombach	„	40	graugelb	neutral	stark fuselig	37.43	31.08	0.1925
99	235	246	Weingarten	Baden	—	goldgelb	neutral	stark fuselig	37.59	31.225	0.2204
100	17	17	Eberstadt	Hessen	60	braun	neutral	rumänlich	37.60	31.27	0
101	230	240	Tondern	Prov. Schlesw.- Holstein	26	schwach gelblich	neutral	nach Anis u. stark fuselig	37.60	31.27	0.213
102	15	15	Bremen	Bremen	—	farblos	schwach sauer	streng	37.68	31.30	0
103	117	112	Schroda	Prov. Posen	40	schwach gelblich	neutral	bitternartig	37.71	31.33	0.07094
104	170	161	Haidhausen	Bayern	40	farblos	neutral	fuselig	37.79	31.40	0.13
105	63	62	Schlochau	Prov. Westpreuß.	30	braunroth	neutral	nach Kümmel	37.815	31.425	0.0334
106	94	98	Drewer	„ Westfalen	80	farblos	neutral	fuselig	37.816	31.426	0.059
107	232	243	Herne	„ „	80	farblos	sauer	stark fuselig	37.82	31.43	0.21774
108	135	128	Bochum	„ „	40	farblos	neutral	schwach fuselig	37.86	31.46	0.091
109	231	242	Marienwerder	„ Westpreußen	35	schwach gelb	neutral	stark fuselig	38.06	31.64	0.2174
110	53	56	Hannover	„ Hannover	50	farblos	neutral	schwach fuselig	38.22	31.79	0.0255
111	80	77	Ober-Wilba	„ Posen	40	fast farblos	neutral	rein	38.29	31.84	0.042
112	96	94	Drewer	„ Westfalen	50	goldgelb	neutral	fuselig	38.42	31.96	0.0595
113	182	184	Lyck	„ Ostpreußen	—	hellgelb	neutral	stark fuselig	38.45	32.33	0.154
114	110	106	Neustadt	„ Westpreußen	40	schwach gelblich	neutral	fuselig	38.45	31.98	0.0681
115	184	186	Eppendorf	„ Westfalen	—	farblos	neutral	fuselig	38.50	32.11	0.161
116	191	196	Marienwerder	„ Westpreußen	35	farblos	neutral	starkfuselig	38.512	32.042	0.1705
117	173	171	Mannheim	Baden	48	gelbbraun	neutral	nach Kümmel	38.60	32.12	0.14
118	158	151	Dortmund	Prov. Westfalen	80	farblos	neutral	stark fuselig	38.60	32.12	0.1206

Lau- fende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Stat begw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Pfg.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
119	8	8	Rostock	Medl.-Schwerin	40	farblos	neutral	nach Kümmel	38.62	32.14	0
120	35	39	Kastel bei Mainz	Hessen	48	farblos	neutral	aromatisch	38.62	32.14	0.0086
121	130	124	Höhöfen im Industr.-Kreis Gelsenkirchen	Prov. Westfalen	—	farblos	neutral	rein	38.62	32.13	0.0854
122	178	181	Danzig	„ Westpreußen	30	farblos	neutral	fuselig	38.85	32.33	0.1509
123	196	200	Stahlwerk Hösch Industr.-Kreis Dortmund	„ Westfalen	100	farblos	schwach sauer	stark fuselig	38.86	32.34	0.175
124	185	187	Baufau	„ „	80	farblos	schwach sauer	schwach fuselig	38.87	32.35	0.163
125	142	138	Wessum	„ „	—	gelblich	schwach sauer	fast rein	38.88	32.36	0.105
126	126	120	Frankfurt a./D.	„ Brandenbrg.	50	farblos	neutral	nach Kümmel u. Pomeranzen	38.89	32.37	0.08
127	159	150	Holzminden	Braunschweig	40	dunkelgelb	neutral	fuselig	38.984	32.458	0.1208
128	1	1	Salza	Prov. Sachsen	—	dunkelgelb	neutral	obstartig	39.04	32.50	0
129	248	248	Berent	„ Westpreußen	25	farblos	schwach sauer	starkfuselig	39.22	32.66	0.2433
130	120	111	Königsberg i. P.	„ Ostpreußen	40	goldgelb	neutral	schwach fuselig	39.27	32.71	0.074
131	236	238	Heßloch (Kreis Worms)	Hessen	—	Stich ins Gelbliche	neutral	stark fuselig	39.40	32.81	0.221
132	171	156	Gronau	Prov. Westfalen	—	farblos	schwach sauer	fuselig u. frucht- artig	39.46	32.86	0.131
133	14	14	Bremen	Bremen	—	schwach gelbl.	neutral	dumppfzig	39.53	32.93	0
134	9	9	Frankfurt a./D.	Prov. Brandenb.	50	farblos	neutral	nach Kümmel	39.54	32.94	0
135	175	172	Wollstein	„ Posen	30	fast farblos	schwach sauer	stark fuselig	39.59	32.98	0.1446
136	60	61	Krotoschin	„ „	25	farblos	neutral	rein	39.645	33.03	0.0307
137	89	87	Bipping (bei Holzminden)	Braunschweig	50	dunkelgelb	neutral	nach Kümmel	39.68	33.06	0.0527
138	251	250	Schubin	Prov. Posen	50	farblos	schwach sauer	nach Drangen	39.722	33.102	0.2535
139	76	73	Mannheim	Baden	40	dunkelbraun	sauer	aromatisch	39.74	33.12	0.04
140	244	247	Mogilno	Prov. Posen	50	braungelb	neutral	nach Anis	39.77	33.145	0.2377
141	124	118	Weingarten	Baden	—	goldgelb	sauer	fuselig	39.81	33.18	0.0795
142	44	44	Reutlingen	Württemberg	40	farblos	neutral	fast rein	39.89	33.26	0.015
143	56	55	Neu-Heppens	Prov. Hannover	46 ^{2/3}	farblos	neutral	fast rein	39.89	33.255	0.0267
144	187	190	Holzminden	Braunschweig	40	hellgelb	neutral	stark fuselig	40.046	33.386	0.1685
145	199	207	Gelsenkirchen	Prov. Westfalen	—	schwach gelbl.	schwach sauer	fuselig	40.06	33.36	0.185
146	200	208	Altendorf (bei Holzminden)	Braunschweig	48	goldgelb	neutral	nach Kümmel und fuselig	40.13	33.46	0.1853
147	58	59	Lütjenburg	Prov. Schlesw.- Holstein	37	farblos	neutral	aromatisch	40.14	33.47	0.03
148	150	147	Hoffede (Amt Bochum I.)	„ Westfalen	80	schwach gelb	schwach sauer	stark fuselig	40.164	33.494	0.1186
149	243	245	Schwäbisch- Gmünd	Württemberg	50	hellgelb	neutral	nach Drangen	40.24	33.57	0.236
150	180	176	Königsberg i. P.	Prov. Ostpreußen	40	gelb	schwach sauer	schwach fuselig	40.435	33.735	0.1525
151	218	218	Eimen	„ Westfalen	—	Stich ins Gelbliche	schwach sauer	stark fuselig	40.50	33.85	0.197
152	207	216	Mannheim	Baden	50	gelblich	neutral	nach Kümmel	40.60	33.88	0.19
153	147	139	München	Bayern	40	farblos	neutral	schwach nach Anis	40.60	33.88	0.11
154	138	131	Holzminden	Braunschweig	32	goldgelb	schwach sauer	nach Kümmel	40.60	33.88	0.0989
155	67	65	Heilbronn a./N.	Württemberg	—	schwach gelbl.	neutral	schwach fuselig	40.62	33.90	0.037
156	151	146	Bobelwitz	Prov. Posen	40	farblos	neutral	fuselig	40.684	33.95	0.1188

Lau- fende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Fig.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
157	239	236	Wilhelmshaven	Prov. Hannover	40	farblos	neutral	fast rein	40.74	34.00	0.224
158	174	165	Neutomischel	" Posen	25	schwach gelbl.	neutral	fuselig	40.745	34.005	0.1443
159	32	32	Kulm	" Westpreußen	45	farblos	schwach sauer	nach Anis	40.87	34.12	0
160	55	53	Leer	" Hannover	60	grünlich gelb	schwach sauer	aromatisch	40.88	34.13	0.026
161	253	254	Logabirum bei Leer	" "	60	schwach gelbl.	schwach sauer	stark fuselig	40.94	34.18	0.2721
162	34	34	Krimderode	" "	—	gelb	neutral	rein	41.00	34.29	0.0046
163	209	214	Hyede	" Westfalen	—	goldgelb	schwach sauer	stark fuselig	41.05	34.29	0.1911
164	3	3	Nordhausen	" Sachsen	—	goldgelb	neutral	rein	41.11	34.33	0
165	153	144	Holzminden	Braunschweig	40	goldgelb	neutral	nach Kümmel	41.14	34.36	0.1191
166	74	71	Halle a./S.	Prov. Sachsen	—	gelbbraun	neutral	aromatisch	41.16	34.38	0.04
167	211	213	Mhaus	" Westfalen	—	schwach gelb	neutral	stark fuselig	41.26	34.48	0.1924
168	165	149	Würzburg	Bayern	93 ¹ / ₃	goldgelb	sauer	fuselig	41.28	34.49	0.1277
169	145	137	Rostock	Mecklenburg- Schwerin	40	farblos	neutral	nach Kümmel	41.32	34.52	0.11
170	54	52	Würzburg	Bayern	93 ¹ / ₃	schwach gelbl.	neutral	rein	41.345	34.50	0.02574
171	202	202	Dortmund	Prov. Westfalen	—	hellgelb	sauer	stark fuselig	41.35	34.55	0.188
172	90	83	Busch (Kreis Weener)	" Hannover	60	farblos	neutral	schwach fuselig	41.39	34.59	0.053
173	224	222	Kosten	" Posen	25	farblos	schwach sauer	stark fuselig	41.52	34.70	0.2069
174	47	45	Bremen	Bremen	—	farblos	sauer	schwach fuselig	41.58	34.76	0.018
175	30	30	Loga bei Leer	Prov. Hannover	60	farblos	neutral	fast rein	41.62	34.80	0
176	2	2	Nordhausen	" Sachsen	—	goldgelb	neutral	obstartig	41.63	34.81	0
177	223	219	Gnefen	" Posen	40	fast farblos	schwach sauer	nach Kümmel	41.70	34.87	0.2034
178	68	66	Stepelmoor (Kreis Weener)	" Hannover	60	farblos	neutral	rein	41.74	34.90	0.038
179	238	230	Weingarten	Baden	—	schwach gelb	neutral	stark fuselig	41.91	35.06	0.2228
180	216	210	Bocholt	Prov. Westfalen	—	dunkel gold- gelb	schwach sauer	stark fuselig	41.95	35.10	0.195
181	4	4	Nordhausen	" Sachsen	—	goldgelb	neutral	rein	42.01	35.15	0
182	91	84	Neu-Heppens	" Hannover	40	farblos	neutral	schwach fuselig	42.01	35.15	0.0559
183	114	105	Kiel	" Schlesw.- Holstein	40	farblos	neutral	fuselig und nach Kümmel	42.02	35.18	0.07
184	146	134	Krefeld	Rheinprovinz	—	farblos	neutral	stark fuselig	42.06	35.20	0.11
185	19	19	Gera	Sachs.-Coburg- Gotha	30	dunkelgelb	neutral	cognacähnlich	42.23	35.35	0
186	234	227	Mannheim	Baden	80	farblos	schwach sauer	fuselig	42.34	35.45	0.22
187	254	251	Mogilno	Prov. Posen	50	dunkelbraun	neutral	nach Anis	42.34	35.45	0.2727
188	75	68	Walporzheim	Rheinprovinz	—	schwach gelbl.	sauer	rein	42.37	35.47	0.04
189	213	204	Lyck	Prov. Ostpreußen	—	schwach gelbl.	neutral	stark fuselig	42.37	35.475	0.1932
190	189	183	Mednicken	" "	50	farblos	neutral	stark fuselig	42.40	35.50	0.1692
191	214	203	Lyck	" "	—	schwach gelbl.	neutral	stark fuselig	42.456	35.555	0.1933
192	100	90	Krefeld	Rheinprovinz	—	farblos	neutral	fast rein	42.53	35.63	0.06
193	204	195	Czarnikau	Prov. Posen	40	farblos	neutral	nach Kümmel	42.65	35.73	0.189
194	246	239	Breden	" Westfalen	—	farblos	schwach sauer	stark fuselig	42.70	35.77	0.240
195	42	42	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	neutral	obstartig	42.73	35.80	0.014
196	107	96	Pleschen	Prov. Posen	40	fast farblos	neutral	fast rein	42.97	36.02	0.0666
197	241	234	Czarnikau	" "	40	hellgelb	neutral	stark fuselig	43.046	36.09	0.2338
198	250	244	Wegierki (Gut im Kr. Wreschen)	" "	40	goldgelb	Spur sauer	nach Kümmel	43.135	36.175	0.2485

Lau- fende Nr.	Nr. der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bzw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Pfg.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
199	210	197	Pleschen	Prov. Posen	40	rothbraun	neutral	bitterartig	43.17	36.205	0.1915
200	70	67	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	schwach sauer	obstartig	43.23	36.28	0.04
201	256	255	Wüllen	Prov. Westfalen	—	farblos	schwach sauer	stark fuselig	43.24	36.26	0.288
202	98	89	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	schwach sauer	fast rein	43.26	36.28	0.06
203	83	79	Wilhelmshaven	Prov. Hannover	33 ¹ / ₃	farblos	neutral	nach Kümmel	43.41	36.41	0.048
204	26	26	Eßlingen	Württemberg	—	gelb	neutral	fast rein	43.46	36.46	0
205	27	27	Meißen	Kgr. Sachsen	45	farblos	neutral	fast rein	43.46	36.46	0
206	261	261	Schöppingen	Prov. Westfalen	—	farblos	schwach sauer	stark fuselig	43.49	36.49	0.362
207	79	69	Weimar	Sachsen-Weimar	40	goldgelb	fauer	cognacähnlich	43.59	36.58	0.042
208	5	5	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	neutral	rein	43.63	36.61	0
209	36	35	Nordhausen	Prov. Sachsen	—	goldgelb	neutral	rein	43.69	36.67	0.0098
210	51	47	Sena	Sachsen-Weimar	—	braunroth	neutral	cognacähnlich	43.79	36.76	0.02
211	164	143	Flatow	Prov. Westpreuß.	40	farblos	schwach sauer	fuselig	43.894	36.854	0.12655
212	69	64	Stuttgart	Württemberg	40	röthlich gelb	neutral	schwach fuselig	43.965	36.915	0.0397
213	59	57	Walporzheim	Rheinprovinz	—	schwach gelbl.	neutral	rein	44.30	37.22	0.03
214	144	130	Byck	Prov. Ostpreußen	—	farblos	neutral	fuselig	44.33	37.25	0.1082
215	40	41	Weener	" Hannover	60	farblos	neutral	rein	44.34	37.26	0.01
216	201	189	Dornitz	" Posen	30	farblos	neutral	nach Anis	44.35	37.27	0.1869
217	123	107	Schrimm	" "	—	hellgelb	schwach sauer	bitterartig	44.416	37.32	0.0788
218	21	21	Saale a/Saale	" Sachsen	38	gelb	fauer	nach Essigäther	44.45	37.35	0
219	37	36	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	neutral	rein	44.49	37.39	0.010
220	136	121	Rudolstadt	Schwarzburg- Rudolstadt	—	goldgelb	fauer	cognacähnlich	44.57	37.46	0.096
221	112	100	Ziberstedt	Anhalt	40	goldgelb	schwach sauer	aromatisch	44.61	37.50	0.07
222	39	38	München	Bayern	52	hellgelb	neutral	nach Anis	44.62	37.51	0.01
223	139	126	Würzburg	"	80	goldgelb	stark sauer	fuselig	44.81	37.695	0.0995
224	97	86	Samter	Prov. Posen	30	farblos	neutral	rein	44.956	37.81	0.0599
225	247	232	München	Bayern	37	farblos	neutral	fuselig	45.23	38.07	0.243
226	85	78	Geisenheim	Prov. Hessen- Nassau	96	gelblich	neutral	stark fuselig	45.28	38.11	0.05
227	228	209	Würzburg	Bayern	60	hellgelb	fauer	stark fuselig	45.36	38.18	0.210
228	93	81	Norden	Prov. Hannover	60	farblos	neutral	fast rein	45.55	39.35	0.058
229	38	37	Halle a/S.	" Sachsen	—	gelbbraun	neutral	aromatisch	45.65	38.44	0.01
230	225	201	Bocholt	" Westfalen	—	dunkel goldgelb	neutral	stark fuselig	45.66	38.45	0.207
231	258	256	Borken	" "	—	braungelb	schwach sauer	stark fuselig	45.76	38.55	0.3098
232	263	264	Geisenheim	" Hessen- Nassau	80	gelblich	neutral	stark fuselig	45.83	38.61	0.46
233	28	28	Lurich	" Hannover	66 ² / ₃	farblos	neutral	fast rein	46.04	38.80	0
234	29	29	"	" "	66 ² / ₃	hellgelb	neutral	rein	46.10	38.85	0
235	95	82	Norden	" "	50	farblos	neutral	schwach fuselig	46.16	38.905	0.0593
236	215	192	Dornitz	" Posen	30	farblos	neutral	nach Anis	46.17	38.915	0.1949
237	198	180	Emden	" Hannover	73 ¹ / ₃	farblos	neutral	schwach harzig	46.34	39.07	0.178
238	62	54	Leer	" "	80	farblos	neutral	schwach fuselig	46.36	39.09	0.0311
239	12	12	Walporzheim	Rheinprovinz	—	farblos	neutral	aromatisch	46.39	39.12	0
240	82	75	Lurich	Prov. Hannover	66 ² / ₃	farblos	neutral	fast rein	46.45	39.17	0.048
241	179	155	Weimar	Sachsen-Weimar	42	goldgelb	fauer	cognacähnlich	46.49	39.21	0.152
242	41	40	Strelno	Prov. Posen	30	farblos	schwach sauer	nach Kümmel	46.495	39.215	0.0103

Lau- fende Nr.	Nr. der Etabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Preis pro Liter in Fig.	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Gehalt an Fuselöl Vol. %
	II	III							Vol. %	Gew. %	
243	217	193	Obornik	Prov. Posen	30	farblos	neutral	nach Kümmel	46.635	39.345	0.1966
244	205	185	Geifenheim	" Hessen- Nassau	80	gelblich	schwach sauer	stark fuselig	46.64	39.35	0.19
245	46	43	Halle a/S.	" Sachsen	—	gelbbraun	neutral	aromatisch	46.80	39.50	0.016
246	11	11	"	" "	—	gelbbraun	neutral	aromatisch	46.83	39.52	0
247	220	191	Borßlum	" Hannover	73 ¹ / ₃	farblos	neutral	schwach harzig	46.88	39.57	0.198
248	10	10	Halle a/S.	" Sachsen	—	gelbbraun	neutral	aromatisch	46.91	39.60	0
249	219	194	Tuchel	" Westpreußen	30	farblos	neutral	nach Kümmel	46.916	39.605	0.1978
250	77	63	Norden	" Hannover	50	farblos	neutral	schwach fuselig	47.135	39.805	0.0418
251	108	91	Emden	" "	73 ¹ / ₃	farblos	neutral	schwach nach Wachholder	47.44	39.99	0.067
252	197	174	Wolthufen	" "	66 ² / ₃	farblos	neutral	schwach harzig	47.53	40.17	0.177
253	245	224	Lyck	" Ostpreußen	—	fast farblos	neutral	stark fuselig	47.73	40.36	0.2387
254	129	108	Norden	" Hannover	50	farblos	neutral	fuselig	47.885	40.495	0.085
255	233	198	Margonin	" Posen	40	fast farblos	neutral	nach Kümmel	49.35	41.81	0.2199
256	265	265	Rufach	Elfaß-Lothringen	—	farblos	neutral	nach Denanthäther	49.405	41.905	0.5816
257	260	257	Walporzheim	Rheinprovinz	130	schwach gelbl.	schwach sauer	nach Denanthäther	51.72	44.09	0.36
258	222	178	Rufach	Elfaß-Lothringen	—	farblos	neutral	obstähnlich	53.76	46.04	0.2033
259	264	263	Walporzheim	Rheinprovinz	—	fast farblos	neutral	nach Denanthäther	53.93	46.205	0.5115
260	229	177	Rufach	Elfaß-Lothringen	—	farblos	neutral	nach Denanthäther	56.09	48.25	0.2123
261	257	231	"	"	—	farblos	neutral	obstähnlich	57.40	49.59	0.30714
262	262	259	"	"	—	farblos	neutral	nach Denanthäther	59.61	51.77	0.4387
263	240	179	Walporzheim	Rheinprovinz	—	hellgelb	neutral	obstartig	60.116	52.265	0.228
264	259	199	Snowrazlaw	Prov. Posen	—	farblos	neutral	nach Kümmel u. stark fuselig	69.48	61.90	0.31095
265	249	152	Wongrowitz	" "	40	farblos	neutral	nach Kümmel	77.68	70.89	0.2441

Die Preise sind diejenigen, welche vor dem Eintritt des Gesetzes betreffend die Besteuerung des Branntweins vom 24. Juni 1887 (Reichs-Gesetzblatt S. 253) im Kleinhandel bezahlt wurden.

Tabelle II.

Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben,
geordnet nach ihrem Gehalte an Fuselöl in 100 Theilen der Flüssigkeit.

Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl Vol. %	Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl Vol. %
	I	III					I	III			
1	128	1	Salza	Prov. Sachsen	0	43	19	49	Zabrze	Prov. Schlesien	0.014
2	176	2	Nordhausen	" "	0	44	142	44	Neutlingen	Württemberg	0.015
3	164	3	"	" "	0	45	65	46	Würzburg	Bayern	0.015 ¹
4	181	4	"	" "	0	46	245	43	Halle a./E.	Prov. Sachsen	0.016
5	208	5	Ilberstedt	Anhalt	0	47	174	45	Bremen	Bremen	0.018
6	56	6	Geisenheim	Prov. Hessen-Nassau	0	48	88	48	Pfungstadt	Hessen	0.018
7	30	7	Güstrow	Mecklenb.-Schwerin	0	49	48	50	Esslingen	Württemberg	0.018
8	119	8	Rostock	"	0	50	36	51	Würzburg	Bayern	0.019 ¹
9	134	9	Frankfurt a./D.	Prov. Brandenburg	0	51	210	47	Jena	Sachsen-Weimar	0.02
10	248	10	Halle a./E.	" Sachsen	0	52	28	58	Breslau	Prov. Schlesien	0.023
11	246	11	"	" "	0	53	110	56	Hannover	" Hannover	0.025 ¹
12	239	12	Walporzheim	Rheinprovinz	0	54	170	52	Würzburg	Bayern	0.025 ¹
13	92	13	München	Bayern	0	55	160	53	Leer	Prov. Hannover	0.026
14	133	14	Bremen	Bremen	0	56	143	55	Neu-Heppens	" "	0.026 ¹
15	102	15	"	"	0	57	15	76	Stettin	" Pommern	0.03
16	91	16	Darmstadt	Hessen	0	58	147	59	Sittjenburg	Prov. Schlesw.-Holst.	0.03
17	100	17	Eberstadt	"	0	59	213	57	Walporzheim	Rheinprovinz	0.03
18	89	18	Gera	Sachf.-Kob.-Gotha	0	60	85	61	Osterode i. H.	Prov. Hannover	0.03
19	185	19	"	"	0	61	136	60	Krotoschin	" Posen	0.030 ¹
20	68	20	Jena	Sachsen-Weimar	0	62	238	54	Leer	" Hannover	0.031 ¹
21	218	21	Rahla a./E.	Prov. Sachsen	0	63	105	62	Schlochau	" Westpreußen	0.033 ¹
22	42	22	Dppeln	" Schlesien	0	64	78	70	Dortmund	" Westfalen	0.035
23	14	23	"	" "	0	65	52	74	Mainz	Hessen	0.036
24	76	24	Mainz	Hessen	0	66	75	72	Hannover	Prov. Hannover	0.036 ¹
25	62	25	Brezenheim	"	0	67	155	65	Heilbronn a. N.	Württemberg	0.037
26	204	26	Esslingen	Württemberg	0	68	178	66	Stepelmoor (Kreis Weener)	Prov. Hannover	0.038
27	205	27	Meißen	Reg. Sachsen	0	69	212	64	Stuttgart	Württemberg	0.039 ¹
28	233	28	Murich	Prov. Hannover	0	70	200	67	Ilberstedt	Anhalt	0.04
29	234	29	"	" "	0	71	22	88	Frankfurt a./D.	Prov. Brandenburg	0.04
30	175	30	Voga bei Leer	" "	0	72	9	93	"	" "	0.04
31	21	31	Dortmund	" Westfalen	0	73	12	92	"	" "	0.04
32	159	32	Kulm	" Westpreußen	0	74	166	71	Halle a./E.	" Sachsen	0.04
33	1	33	Piegnitz	" Schlesien	0	75	188	68	Walporzheim	Rheinprovinz	0.04
34	162	34	Krimderode	" Hannover	0.0046	76	139	73	Mannheim	Baden	0.04
35	120	35	Kastel bei Mainz	Hessen	0.0086	77	250	63	Rorden	Prov. Hannover	0.0418
36	209	36	Nordhausen	Prov. Sachsen	0.0098	78	55	80	Bessungen	Hessen	0.042
37	219	37	Ilberstedt	Anhalt	0.010	79	207	69	Weimar	Sachsen-Weimar	0.042
38	229	38	Halle a./E.	Prov. Sachsen	0.01	80	111	77	Ober-Wilba	Prov. Posen	0.042
39	222	39	München	Bayern	0.01	81	8	102	Breslau	" Schlesien	0.0423
40	215	40	Weener	Prov. Hannover	0.01	82	240	75	Murich	" Hannover	0.048
41	242	41	Strelno	" Posen	0.0103	83	203	79	Wilhelmshaven	" "	0.048
42	195	42	Ilberstedt	Anhalt	0.014						

Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl Vol. %	Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl Vol. %
I	III					I	III			
95	85	Neu-Bamberg	Hessen	0.0495	130	121	124	Hohöfen im Industr.-Kr. Gelsenkirchen	Prov. Westfalen	0.0854
226	78	Geißenheim	Prov. Hessen-Rhassau	0.05	131	29	136	Zabrze	" Schlesien	0.087
27	99	Königsberg i. P.	" Ostpreußen	0.0503	132	6	170	Fraustadt	" Posen	0.0872
31	95	Dortmund	" Westfalen	0.0512	133	87	129	Bromberg	" "	0.0898
33	97	Posen	" Posen	0.0513	134	51	133	Lütjenburg	" Schlesw.-Holst.	0.09
137	87	Bipping (bei Holzminden)	Braunschweig	0.0527	135	108	128	Bochum	" Westfalen	0.091
172	83	Bunsh (Kr. Weener)	Prov. Hannover	0.053	136	220	121	Rudolstadt	Schwarzb.-Rudolst.	0.096
182	84	Neu-Heppens	" "	0.0539	137	10	166	Breslau	Prov. Schlesien	0.0965
23	116	Beuthen D./S.	" Schlesien	0.057	138	154	131	Holzminden	Braunschweig	0.0989
228	81	Norden	" Hannover	0.058	139	223	126	Würzburg	Bayern	0.0995
106	98	Drewer	" Westfalen	0.059	140	18	163	Stettin	Prov. Pommern	0.10
235	82	Norden	" Hannover	0.0593	141	73	141	Hannover	" Hannover	0.1045
112	94	Drewer	" Westfalen	0.0595	142	125	138	Wessum	" Westfalen	0.105
224	86	Santer	" Posen	0.0599	143	90	142	Dammendorf	" Ostpreußen	0.1066
202	89	Iberstedt	Anhalt	0.06	144	214	130	Lyck	" "	0.1082
94	101	Krefeld	Rheinprovinz	0.06	145	169	137	Rostock	Mecklenb.-Schwerin	0.11
192	90	"	"	0.06	146	184	134	Krefeld	Rheinprovinz	0.11
66	103	München	Bayern	0.06	147	153	139	München	Bayern	0.11
69	104	Mainz	Hessen	0.060	148	72	148	Wanne	Prov. Westfalen	0.111
3	135	Elbing	Prov. Westpreußen	0.0602	149	38	158	Lyck	" Ostpreußen	0.1142
32	114	Kattowitz	" Schlesien	0.063	150	148	147	Hoffede (Amt Bochum I.)	" Westfalen	0.1186
59	109	München	Bayern	0.064	151	156	146	Bobelnitz	" Posen	0.1188
79	110	Dstrowo	Prov. Posen	0.0655	152	54	160	Alzey	Hessen	0.119
196	96	Pleschen	" "	0.0666	153	165	144	Holzminden	Braunschweig	0.1191
251	91	Emden	" Hannover	0.067	154	26	175	Breslau	Prov. Schlesien	0.1194
63	113	Gleiwitz	" Schlesien	0.068	155	58	159	Frankfurt a/D.	" Brandenburg	0.12
114	106	Neustadt	" Westpreußen	0.0681	156	82	153	Hebenhausen bei Göttingen	" Hannover	0.12
24	122	Darmstadt	Hessen	0.069	157	35	167	München	Bayern	0.12
221	100	Iberstedt	Anhalt	0.07	158	118	151	Dortmund	Prov. Westfalen	0.1206
11	132	Stettin	Prov. Pommern	0.07	159	127	150	Holzminden	Braunschweig	0.1208
183	105	Riel	" Schlesw.-Holst.	0.07	160	70	157	Lesumbrock	Bremen	0.121
80	115	Dortmund	" Westfalen	0.070	161	41	164	Hannover	Prov. Hannover	0.1218
50	119	Würzburg	Bayern	0.0706	162	37	169	Meißen	Agr. Sachsen	0.123
103	112	Schroda	Prov. Posen	0.07094	163	5	229	Liegnitz	Prov. Schlesien	0.123
86	117	Oppenheim	Hessen	0.071	164	211	143	Flatow	" Westpreußen	0.12655
2	154	Breslau	Prov. Schlesien	0.0734	165	168	149	Würzburg	Bayern	0.1277
130	111	Königsberg i. P.	" Ostpreußen	0.074	166	67	168	Wallstädte bei Hamm	Prov. Westfalen	0.129
49	123	Worms	Hessen	0.077	167	16	205	Stettin	" Pommern	0.13
45	125	Schrimm	Prov. Posen	0.0772	168	93	162	Hadersleben	" Schlesw.-Holst.	0.13
217	107	"	" "	0.0788	169	47	173	Weende b. Göttingen	" Hannover	0.13
141	118	Weingarten	Baden	0.0795	170	104	161	Haidhausen	Bayern	0.13
20	140	Stettin	Prov. Pommern	0.08	171	132	156	Gronau	Prov. Westfalen	0.131
126	120	Frankfurt a./D.	" Brandenburg	0.08	172	13	221	Kawitsch	" Posen	0.1398
17	145	Meißen	Agr. Sachsen	0.0825	173	117	171	Mannheim	Baden	0.14
61	127	Hannover	Prov. Hannover	0.0831	174	158	165	Neutomischel	Prov. Posen	0.1443
254	108	Norden	" "	0.085						

Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuzelbl Vol. %	Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuzel Vol.
	I	III					I	III			
175	135	172	Wollstein	Prov. Posen	0.1446	220	247	191	Borßum	Prov. Hannover	0.198
176	97	182	Darmstadt	Hessen	0.148	221	83	233	Ulm a./D.	Württemberg	0.198
177	4	249	Liegnitz	Prov. Schlesien	0.1507	222	258	178	Rufach	Elßaß-Lothringen	0.200
178	122	181	Danzig	" Westpreußen	0.1509	223	177	219	Gnesen	Prov. Posen	0.200
179	241	155	Weimar	Sachsen-Weimar	0.152	224	173	222	Kosten	" "	0.200
180	150	176	Königsberg i. Pr.	Prov. Ostpreußen	0.1525	225	230	201	Bocholt	" Westfalen	0.200
181	74	188	Rochlow	" Posen	0.1532	226	25	253	Stettin	" Pommern	0.210
182	113	184	Lyck	" Ostpreußen	0.154	227	81	241	Krefeld	Rheinprovinz	0.2
183	44	206	Süntersen bei Göttingen	" Hannover	0.16	228	227	209	Würzburg	Bayern	0.210
184	115	186	Eppendorf	" Westfalen	0.161	229	260	177	Rufach	Elßaß-Lothringen	0.210
185	124	187	Baucau	" "	0.163	230	101	240	Tondern	Prov. Schlesw.-Holst.	0.210
186	53	215	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.1644	231	109	242	Marienwerder	" Westpreußen	0.210
187	144	190	Holzwinden	Braunschweig	0.1685	232	107	243	Herne	" Westfalen	0.210
188	57	217	Birnbaum	Prov. Posen	0.1691	233	255	198	Margonin	" Posen	0.210
189	190	183	Mednick	" Ostpreußen	0.1692	234	186	227	Mannheim	Baden	0.220
190	77	211	Werne (Kr. Bochum)	" Westfalen	0.1702	235	99	246	Weingarten	" "	0.220
191	116	196	Marienwerder	" Westpreußen	0.1705	236	131	238	Heßloch (Kr. Worms)	Hessen	0.220
192	40	220	Hannover	" Hannover	0.171	237	7	262	Liegnitz	Prov. Schlesien	0.220
193	84	212	Bromberg	" Posen	0.1711	238	179	230	Weingarten	Baden	0.220
194	43	223	Gelsenkirchen	" Westfalen	0.173	239	157	236	Wilhelmshaven	Prov. Hannover	0.220
195	34	228	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.173	240	263	179	Walporzheim	Rheinprovinz	0.220
196	123	200	Echlinerk-Hösch (Industr.-Kreis Dortmund)	" Westfalen	0.175	241	197	234	Czarnikau	Prov. Posen	0.220
197	252	174	Wolthufen	" Hannover	0.177	242	71	252	Bremen	Bremen	0.220
198	237	180	Emden	" "	0.178	243	149	245	Schwab. Gmünd	Württemberg	0.220
199	145	207	Gelsenkirchen	" Westfalen	0.185	244	140	247	Mogilno	Prov. Posen	0.220
200	146	208	Altendorf bei Holzwinden	Braunschweig	0.1853	245	253	224	Lyck (Dorffchenke)	" Ostpreußen	0.220
201	216	189	Obornik	Prov. Posen	0.1869	246	194	239	Breden	" Westfalen	0.220
202	171	202	Dortmund	" Westfalen	0.188	247	225	232	München	Bayern	0.220
203	39	237	Bromberg	" Posen	0.189	248	129	248	Berent	Prov. Westpreußen	0.220
204	193	195	Czarnikau	" "	0.189	249	265	152	Bongrowitz	" Posen	0.220
205	244	185	Geisenheim	" Hessen-Rhassau	0.19	250	198	244	Wegierki (Gut im Kr. Breschen)	" "	0.220
206	96	225	Flensburg	" Schlesw.-Holst.	0.19	251	138	250	Schubin	" "	0.220
207	152	216	Mannheim	Baden	0.19	252	60	258	Borgfeld	Bremen	0.220
208	46	235	Königsberg i. Pr.	Prov. Ostpreußen	0.1901	253	161	254	Logabirum (bei Leer)	Prov. Hannover	0.220
209	163	214	Rhede	" Westfalen	0.1911	254	187	251	Mogilno	" Posen	0.220
210	199	197	Pleschen	" Posen	0.1915	255	64	260	Bochum	" Westfalen	0.220
211	167	213	Alhaus	" Westfalen	0.1924	256	201	255	Büllen	" "	0.220
212	98	226	Mombach	Hessen	0.1925	257	261	231	Rufach	Elßaß-Lothringen	0.220
213	189	204	Lyck	Prov. Ostpreußen	0.1932	258	231	256	Borfen	Prov. Westfalen	0.220
214	191	203	Lyck	" "	0.1933	259	264	199	Snowrazlaw	" Posen	0.220
215	236	192	Obornik	" Posen	0.1949	260	257	257	Walporzheim	Rheinprovinz	0.220
216	180	210	Bocholt	" Westfalen	0.195	261	206	261	Schöppingen	Prov. Westfalen	0.220
217	243	193	Obornik	" Posen	0.1966	262	262	259	Rufach	Elßaß-Lothringen	0.220
218	151	218	Lünen	" Westfalen	0.197	263	232	264	Geisenheim	Prov. Hessen-Rhassau	0.220
219	249	194	Luchel	" Westpreußen	0.1978	264	259	263	Walporzheim	Rheinprovinz	0.220
						265	256	265	Rufach	Elßaß-Lothringen	0.220

Die im Kaiserlichen Gesundheitsamte untersuchten Branntweinproben,
geordnet nach ihrem Gehalte an Fuselöl auf 100 Vol. % Alkohol berechnet.

Saufende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl in 100% Alkohol	Saufende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl in 100% Alkohol
	I	II					I	II			
1	128	1	Salza	Prov. Sachsen	0	43	245	46	Halle a/Saale	Prov. Sachsen	0.034
2	176	2	Nordhausen	" "	0	44	142	44	Reutlingen	Württemberg	0.038
3	164	3	"	" "	0	45	174	47	Bremen	Bremen	0.043
4	181	4	"	" "	0	46	65	45	Würzburg	Bayern	0.044
5	208	5	Ilberstedt	Anhalt	0	47	210	51	Jena	Sachsen-Weimar	0.046
6	56	6	Geisenheim	Prov. Hessen-Nassau	0	48	88	48	Pfungstadt	Hessen	0.049
7	30	7	Güstrow	Mecklenb.-Schwerin	0	49	19	43	Zabrze	Prov. Schlesien	0.050
8	119	8	Kostock	" "	0	50	48	49	Eßlingen	Württemberg	0.052
9	134	9	Frankfurt a/D.	Prov. Brandenburg	0	51	36	50	Würzburg	Bayern	0.059
10	248	10	Halle a/S.	" Sachsen	0	52	170	54	"	"	0.062
11	246	11	"	" "	0	53	160	55	Leer	Prov. Hannover	0.064
12	239	12	Walporzheim	Rheinprovinz	0	54	238	62	"	" "	0.067
13	92	13	München	Bayern	0	55	143	56	Neu-Heppens	" "	0.067
14	133	14	Bremen	Bremen	0	56	110	53	Hannover	" "	0.067
15	102	15	"	"	0	57	213	59	Walporzheim	Rheinprovinz	0.068
16	91	16	Darmstadt	Hessen	0	58	28	52	Breslau	Prov. Schlesien	0.070
17	100	17	Eberstadt	"	0	59	147	58	Lütjenburg	" Schlesw.-Holst.	0.075
18	89	18	Gera	Sachf.-Kob.-Gotha	0	60	136	61	Krotoschin	" Posen	0.077
19	185	19	"	" " "	0	61	85	60	Osternode a/h.	" Hannover	0.081
20	68	20	Jena	" Weimar	0	62	105	63	Schlochau	" Westpreußen	0.088
21	218	21	Kahla a/Saale	Prov. Sachsen	0	63	250	77	Norden	" Hannover	0.089
22	42	22	Oppeln	" Schlesien	0	64	212	69	Stuttgart	Württemberg	0.090
23	14	23	"	" "	0	65	155	67	Heilbronn a/N.	"	0.091
24	76	24	Mainz	Hessen	0	66	178	68	Stepelmoor (Kr. Weener)	Prov. Hannover	0.091
25	62	25	Brezenheim	"	0	67	200	70	Ilberstedt	Anhalt	0.093
26	204	26	Eßlingen	Württemberg	0	68	188	75	Walporzheim	Rheinprovinz	0.094
27	205	27	Meißen	Kgr. Sachsen	0	69	207	79	Weimar	Sachsen-Weimar	0.096
28	233	28	Murich	Prov. Hannover	0	70	78	64	Dortmund	Prov. Westfalen	0.096
29	234	29	"	" "	0	71	166	74	Halle a/S.	" Sachsen	0.097
30	175	30	Voga bei Leer	" "	0	72	75	66	Hannover	" Hannover	0.100
31	21	31	Dortmund	" Westfalen	0	73	139	76	Mannheim	Baden	0.101
32	159	32	Kulm	" Westpreußen	0	74	52	65	Mainz	Hessen	0.102
33	1	33	Viegnitz	" Schlesien	0	75	240	82	Murich	Prov. Hannover	0.103
34	162	34	Krimderode	" Hannover	0.011	76	15	57	Stettin	" Pommern	0.106
35	209	35	Nordhausen	" Sachsen	0.022	77	111	80	Ober-Wilda	" Posen	0.110
36	219	36	Ilberstedt	Anhalt	0.022	78	226	85	Geisenheim	" Hessen-Nassau	0.110
37	229	37	Halle a/Saale	Prov. Sachsen	0.022	79	203	83	Wilhelmshaven	" Hannover	0.111
38	222	38	München	Bayern	0.022	80	55	78	Befungen	Hessen	0.119
39	120	39	Kastel bei Mainz	Hessen	0.022	81	228	93	Norden	Prov. Hannover	0.127
40	242	40	Strelno	Prov. Posen	0.022	82	235	95	"	" "	0.128
41	215	41	Weener	" Hannover	0.023	83	172	90	Busch (Kr. Weener)	" "	0.128
42	195	42	Ilberstedt	Anhalt	0.033						

Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fuselöl in 100% Alkohol	Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bezw. Provinz (für Preußen)	Fusel in 100 Alkoh
	I	II					I	II			
84	182	91	Neu-Heppens	Prov. Hannover	0.133	130	214	144	Urd	Prov. Ostpreußen	0.244
85	95	84	Neu-Bamberg	Hessen	0.133	131	154	138	Holzminden	Braunschweig	0.244
86	224	97	Samter	Prov. Posen	0.133	132	11	113	Stettin	Prov. Pommern	0.256
87	137	89	Bipping (bei Holzminden)	Braunschweig	0.133	133	51	134	Lütjenburg	" Schlesw.-Holst.	0.256
88	22	71	Frankfurt a./D.	Prov. Brandenburg	0.137	134	184	146	Krefeld	Rheinprovinz	0.262
89	202	98	Überstedt	Anhalt	0.139	135	3	103	Elbing	Prov. Westpreußen	0.263
90	192	100	Krefeld	Rheinprovinz	0.141	136	29	131	Zabrze	" Schlesien	0.264
91	251	108	Emden	Prov. Hannover	0.141	137	169	145	Kostock	Mecklenb.-Schwerin	0.266
92	12	73	Frankfurt a./D.	" Brandenburg	0.143	138	125	142	Wessum	Prov. Westfalen	0.270
93	9	72	"	" "	0.150	139	153	147	München	Bayern	0.271
94	112	96	Drewer	" Westfalen	0.155	140	20	125	Stettin	Prov. Pommern	0.275
95	31	87	Dortmund	" "	0.155	141	73	141	Hannover	" Hannover	0.288
96	196	107	Pleschen	" Posen	0.155	142	90	143	Dammendorf	" Ostpreußen	0.288
97	33	88	Posen	" "	0.155	143	211	164	Flatow	" Westpreußen	0.288
98	106	94	Drewer	" Westfalen	0.156	144	165	153	Holzminden	Braunschweig	0.289
99	27	86	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.156	145	17	127	Meißen	Reg. Sachsen	0.291
100	221	112	Überstedt	Anhalt	0.157	146	156	151	Bobelwitz	Prov. Posen	0.292
101	94	99	Krefeld	Rheinprovinz	0.162	147	148	150	Hofstede (Amt Bochum I)	" Westfalen	0.295
102	8	81	Breslau	Prov. Schlesien	0.165	148	72	148	Wanne	" "	0.306
103	66	101	München	Bayern	0.166	149	168	165	Würzburg	Bayern	0.309
104	69	102	Mainz	Hessen	0.166	150	127	159	Holzminden	Braunschweig	0.310
105	183	114	Kiel	Prov. Schlesw.-Holst.	0.167	151	118	158	Dortmund	Prov. Westfalen	0.312
106	114	110	Neustadt	" Westpreußen	0.177	152	265	249	Wongrowitz	" Posen	0.314
107	217	123	Schrimm	" Posen	0.177	153	82	156	Hebenhausen bei Göttingen	" Hannover	0.326
108	254	129	Norden	" Hannover	0.178	154	2	119	Breslau	" Schlesien	0.326
109	59	105	München	Bayern	0.179	155	241	179	Weimar	Sach.-Weimar	0.327
110	79	106	Nitrowo	Prov. Posen	0.179	156	132	171	Gronau	Prov. Westfalen	0.332
111	130	120	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.188	157	70	160	Lesumbrock	Bremen	0.334
112	103	117	Schroda	" Posen	0.188	158	38	149	Urd	Prov. Ostpreußen	0.334
113	63	109	Gleiwitz	" Schlesien	0.189	159	58	155	Frankfurt a. D.	" Brandenburg	0.337
114	32	104	Kattowitz	" "	0.190	160	54	152	Uzey	Hessen	0.337
115	80	115	Dortmund	" Westfalen	0.191	161	104	170	Haidhausen	Bayern	0.344
116	23	92	Beuthen D./S.	" Schlesien	0.192	162	93	168	Hadersleben	Prov. Schlesw.-Holst.	0.351
117	86	118	Dppenheim	Hessen	0.193	163	18	140	Stettin	" Pommern	0.353
118	141	124	Weingarten	Baden	0.200	164	41	161	Hannover	" Hannover	0.354
119	50	116	Würzburg	Bayern	0.201	165	158	174	Reutemischel	" Posen	0.354
120	126	126	Frankfurt a./D.	Prov. Brandenburg	0.206	166	10	137	Breslau	" Schlesien	0.354
121	220	136	Rudolstadt	Schwarzb.-Rudolst.	0.215	167	35	157	München	Bayern	0.355
122	24	111	Darmstadt	Hessen	0.220	168	67	166	Wallstädte b. Hamm	Prov. Westfalen	0.357
123	49	121	Worms	"	0.220	169	37	162	Meißen	Reg. Sachsen	0.361
124	121	130	Hohöfen im Industr.- Kreis Gelsenkirchen	Prov. Westfalen	0.221	170	6	132	Fraustadt	Prov. Posen	0.361
125	45	122	Schrimm	" Posen	0.221	171	117	173	Mannheim	Baden	0.363
126	223	139	Würzburg	Bayern	0.222	172	135	175	Wollstein	Prov. Posen	0.365
127	61	128	Hannover	Prov. Hannover	0.232	173	47	169	Weende b. Göttingen	" Hannover	0.372
128	108	135	Bochum	" Westfalen	0.240	174	252	197	Wolthufen	" "	0.372
129	87	133	Bromberg	" Posen	0.243	175	26	154	Breslau	Prov. Schlesien	0.376

Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bez. Provinz (für Preußen)	Fuselöl in 100% Alkohol	Lau- fende Nr.	Nummer der Tabelle		Ort der Herkunft	Staat bez. Provinz (für Preußen)	Fuselöl in 100% Alkohol
	I	II					I	II			
176	150	180	Königsberg i. Pr.	Prov. Ostpreußen	0.377	220	40	192	Hannover	Prov. Hannover	0.497
177	260	229	Rufach	Elfaß-Lothringen	0.378	221	13	172	Rawitsch	" Posen	0.497
178	258	222	"	"	0.378	222	173	224	Kosten	" "	0.498
179	263	240	Walporzheim	Rheinprovinz	0.379	223	43	194	Gelsenkirchen	" Westfalen	0.500
180	237	198	Emden	Prov. Hannover	0.384	224	253	245	Lyck	" Ostpreußen	0.500
181	122	178	Danzig	" Westpreußen	0.388	225	96	206	Flensburg	" Schlesw.-Holst.	0.510
182	97	176	Darmstadt	Hessen	0.397	226	98	212	Kombach	Hessen	0.514
183	190	189	Mednicken	Prov. Ostpreußen	0.399	227	186	234	Mannheim	Baden	0.520
184	113	182	Lyck	" "	0.401	228	34	195	Königsberg i. Pr.	Prov. Ostpreußen	0.520
185	244	205	Geisenheim	" Hess.-Raffau	0.407	229	5	163	Viegnitz	" Schlesien	0.520
186	115	184	Eppendorf	" Westfalen	0.418	230	179	238	Weingarten	Baden	0.532
187	124	185	Baufau	" "	0.419	231	261	257	Rufach	Elfaß-Lothringen	0.535
188	74	181	Rochlow	" Posen	0.420	232	225	247	München	Bayern	0.537
189	216	201	Obornik	" "	0.421	233	83	221	Ulm a. D.	Württemberg	0.540
190	144	187	Holzminden	Braunschweig	0.421	234	197	241	Gzarnikau	Prov. Posen	0.543
191	247	220	Börsfum	Prov. Hannover	0.422	235	46	208	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.544
192	236	215	Obornik	" Posen	0.422	236	157	239	Wilhelmshaven	" Hannover	0.550
193	243	217	"	" "	0.422	237	39	203	Bromberg	" Posen	0.553
194	249	219	Luchel	" Westpreußen	0.422	238	131	236	Heßloch (Kr. Worms)	Hessen	0.561
195	193	204	Gzarnikau	" Posen	0.443	239	194	246	Breden	Prov. Westfalen	0.562
196	116	191	Marienwerder	" Westpreußen	0.443	240	101	230	Tondern	" Schlesw.-Holst.	0.566
197	199	210	Pleschen	" Posen	0.444	241	81	227	Krefeld	Rheinprovinz	0.571
198	255	233	Margonin	" "	0.446	242	109	231	Marienwerder	Prov. Westpreußen	0.571
199	264	259	Snowrazlaw	" "	0.448	243	107	232	Herne	" Westfalen	0.576
200	123	196	Stahlwerk Hösch (Industrie-Kreis Dortmund)	" Westfalen	0.450	244	198	250	Wegierki (Gut im Kr. Breschen)	" Posen	0.576
201	230	225	Bocholt	" "	0.453	245	149	243	Schwäb. Gmünd	Württemberg	0.586
202	171	202	Dortmund	" "	0.455	246	99	235	Weingarten	Baden	0.586
203	191	214	Lyck	" Ostpreußen	0.455	247	140	244	Mogilno	Prov. Posen	0.598
204	189	213	Lyck	" "	0.456	248	129	248	Berent	" Westpreußen	0.620
205	16	167	Stettin	" Pommern	0.461	249	4	177	Viegnitz	" Schlesien	0.637
206	44	183	Güntherfen bei Göttingen	" Hannover	0.461	250	138	251	Schubin	" Posen	0.638
207	145	199	Gelsenkirchen	" Westfalen	0.462	251	187	254	Mogilno	" "	0.644
208	146	200	Altendorf bei Holzminden	Braunschweig	0.462	252	71	242	Bremen	Bremen	0.648
209	227	228	Würzburg	Bayern	0.463	253	25	226	Stettin	Prov. Pommern	0.662
210	180	216	Bocholt	Prov. Westfalen	0.465	254	161	253	Logabirum b. Leer	" Hannover	0.665
211	77	190	Werne (Kr. Bochum)	" "	0.465	255	201	256	Wüllen	" Westfalen	0.666
212	84	193	Bromberg	" Posen	0.465	256	231	258	Borken	" "	0.677
213	167	211	Mhaus	" Westfalen	0.466	257	257	260	Walporzheim	Rheinprovinz	0.696
214	163	209	Rhede	" "	0.466	258	60	252	Borgfeld	Bremen	0.721
215	53	186	Königsberg i. Pr.	" Ostpreußen	0.466	259	262	262	Rufach	Elfaß-Lothringen	0.736
216	152	207	Mannheim	Baden	0.468	260	64	255	Bochum	Prov. Westfalen	0.794
217	57	188	Birnbaum	Prov. Posen	0.476	261	206	261	Schöppingen	" "	0.832
218	151	218	Lünen	" Westfalen	0.486	262	7	237	Viegnitz	" Schlesien	0.885
219	177	223	Gnefen	" Posen	0.488	263	259	264	Walporzheim	Rheinprovinz	0.948
						264	232	263	Geisenheim	Prov. Hessen-Raffau	1.004
						265	256	265	Rufach	Elfaß-Lothringen	1.177

Zum Vergleiche sind noch drei einer großen deutschen Spritfabrik entstammende Proben, und zwar der von derselben verarbeitete Rohspiritus sowie die daraus hergestellten Produkte (Primasprit und Weinsprit) untersucht worden. Dieselben ergaben:

1. Rohspiritus.

Gehalt an Alkohol = $\left\{ \begin{array}{l} 83,806 \text{ Gewichtsprozente} \\ 88,547 \text{ Volumprozente} \end{array} \right.$ — Gehalt an Fuselöl = 0,20 Volumprozente.

2. Primasprit.

Gehalt an Alkohol = $\left\{ \begin{array}{l} 87,182 \text{ Gewichtsprozente} \\ 91,164 \text{ Volumprozente} \end{array} \right.$ — Gehalt an Fuselöl = 0,0 "

3. Weinsprit (extrafein).

Gehalt an Alkohol = $\left\{ \begin{array}{l} 94,656 \text{ Gewichtsprozente} \\ 96,568 \text{ Volumprozente} \end{array} \right.$ — Gehalt an Fuselöl = 0,0 "

Des weiteren verdankt das Gesundheitsamt einer angesehenen Nordhäuser Brennerei eine Anzahl von Proben Kornbranntwein verschiedenen Alters und verschiedener Fabrikationsstadien. Im Nachstehenden sind die bei der Untersuchung von 8 der Proben gewonnenen Ergebnisse ebenfalls kurz zusammengestellt:

N ^o .	Bezeichnung des Branntweins	Farbe	Reaktion	Geruch	Alkohol		Fuselgehalt
					Vol. %	Gew. %	
1	Sehr alter, besonders gepflegter Branntwein in weißer Flasche, bezeichnet „ur-alter Branntwein“. Zur Herstellung ist stark lutterhaltiger Branntwein genommen, der sich durch langes Lagern auf Eichenholzgebinden gut entwickelt hat. Die gelbe Farbe ist durch langes Lagern auf den Eichenholzlagerrässern entstanden.	gelbbraun	sauer	angenehm, an frisches Schwarzbrot erinnernd	45,485	38,29	fuselfrei.
2	Alter Branntwein, bezeichnet „sehr alter Branntwein“. Derselbe besteht aus 17 bis 20 prozentigem Lutter, welcher durch nochmaliges Ueberdestilliren mit feinstem Kartoffelsprit (sogenanntem Weinsprit) auf ca. 46 % gebracht worden ist. Die Farbe ist durch langes Lagern auf eichenen Lagerfässern entstanden.	gelb	sauer	ähnlich wie Nr. 1	46,14	38,89	fuselfrei.
3	Alter, ganz reiner Kornbranntwein, welcher durch nochmaliges Destilliren von Lutter ohne Zusatz von Sprit erzeugt wird. Die Farbe ist durch langes Lagern auf dem Holzfass entstanden. Diese Sorte wird gewöhnlich nicht verkauft, vielmehr nur auf besonderes Verlangen verabfolgt. Dieselbe wird im inneren Geschäft zum Verschnitt gebraucht und hat keinen Zusatz von sogenannter „Probe“ erhalten.	gelb	ganz schwach sauer	stark fuselig	45,23	38,07	0,2021 Vol. % Fuselöl.

Stbe. Nr.	Bezeichnung des Branntweins:	Farbe	Reaktion	Geruch	Vol. % Gew. %		Fuselgehalt
					Alkohol		
4	Jüngerer, ganz reiner Kornbranntwein; gewonnen wie Nr. 3 und zwar im September 1887. Auch diese Sorte dient im Allgemeinen nur zum Verschnitt und hat keinen Zusatz von sogenannter „Probe“ erhalten.	hellgelb	neutral	fuselig	46,345	39,075	0,1553 Vol % Fuselöl.
5	Gewöhnlicher Branntwein mit Gewürz und Probe. Diese Sorte wird an Wiederverkäufer zum Konsum für das große Publikum verkauft.	farblos	neutral	angenehm aromatisch	42,63	35,71	fuselfrei.
6	Gewöhnlicher Branntwein mit Gewürz (anders wie Nr. 5) und Probe. Im Uebrigen vergleiche das bei Nr. 5 Angegebene.	farblos	neutral	angenehm aromatisch	42,61	35,69	fuselfrei.
7	Gewöhnlicher Branntwein mit Gewürz (denselben wie Nr. 5) und mit Probe; mit karamelirtem Zucker gelb gefärbt. Im Uebrigen wie Nr. 5.	gelbbraun	neutral	angenehm aromatisch	42,87	35,93	fuselfrei.
8	Gewöhnlicher Branntwein mit Gewürz (wie Nr. 6) und Probe; mit karamelirtem Zucker gelb gefärbt.	gelbbraun	neutral	angenehm aromatisch	42,56	35,65	fuselfrei.