

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt a. M. — Direktor: Prof. Dr. Hey.)

## Über die interferometrische Bestimmung des Blutalkoholgehaltes<sup>1</sup>.

Von  
**Hugo Decker.**

Mit 1 Textabbildung.

Versuche, den Alkoholgehalt des Blutes zu bestimmen, reichen bis in das 18. Jahrhundert zurück. Die erste brauchbare Methodik gab *Cotte* um die Mitte des vorigen Jahrhunderts an; sie wurde später von *Nicloux* und dessen Schule modifiziert und besitzt in ihrer heute üblichen Ausgestaltung auch gegenwärtig noch eine gewisse Bedeutung.

Es gibt heute zahlreiche Verfahren, die es ermöglichen sollen, den Alkoholgehalt des Blutes zu bestimmen und dabei eine für die forensische Praxis hinreichende Genauigkeit zu erreichen. Man kann diese Methoden ihrem Wesen nach in chemische und physikalische (oder richtiger physikochemische) einteilen. Die einzige unter ihnen, die bisher hinreichend gesichert erscheint, um für die verantwortungsvolle Aufgabe der Bestimmung des Blutalkoholgehaltes in der Rechtspflege, besonders bei Verkehrsunfällen benutzt zu werden, ist die Methode von *Widmark*, die seit 1929 in Deutschland und heute in fast allen Kulturstaaten eingeführt ist.

Andere Methoden, deren Anwendung in einzelnen Ländern ebenfalls üblich ist, beruhen in chemischer Hinsicht auf grundsätzlich demselben Prinzip, wie die *Widmarksche* Methode; so z. B. das Verfahren von *Friedemann* und *Klaas*. Einen entscheidenden Nachteil aller gebräuchlichen chemischen Methoden bildet indessen der Umstand, daß sie ausnahmslos nicht für Äthylalkohol spezifisch sind, sondern sämtliche Stoffe erfassen, die aus schwach alkalischer Lösung beim Kochen des Wassers flüchtig sind und reduzierende Eigenschaften aufweisen. Wenn die Substanzen, die infolgedessen Äthylalkohol vertäuschen können, im Ernstfalle auch keine praktische Bedeutung besitzen, so erschien es doch aus prinzipiellen Gründen erforderlich, eine Methode zu schaffen, die auf völlig anderer Grundlage als die angeführten Verfahren beruhte. Sie sollte insbesondere dann zur Anwendung gelangen können, wenn die mittels der *Widmarkschen* Methode erhobenen Befunde trotz zweifellos sachgemäßer Durchführung von Blutentnahme und chemischer Untersuchung mit dem Ergebnis der

<sup>1</sup> D 30.

polizeilichen Ermittlungen in unvereinbarem Widerspruch standen und wenn also die Annahme nahelag, daß der Zahlenwert der Alkoholbestimmung nach *Widmark* durch irgendeine Fremdsubstanz verfälscht oder vorgetäuscht sein könnte. Darüber hinaus sollte sie grundsätzlich die Möglichkeit bieten, einen Befund, der vermittels einer rein chemisch orientierten Methode gewonnen war, auf Grund eines gänzlich unabhängigen (physikochemischen) Verfahrens nachzuprüfen; nicht nur aus wissenschaftlichem Interesse und zur eigenen Kritik, sondern auch besonders aus praktisch-forensischen Gründen. *Hartner*, der chemische Mitarbeiter des Institutes für Gerichtliche Medizin zu Frankfurt a. M. hat die Grundlagen für eine solche neue Methode geschaffen, über deren Ausgestaltung im folgenden berichtet werden soll.

Das Meßinstrument, das sich für den vorliegenden Zweck aus verschiedenen Gründen am besten eignet, ist das Interferometer, dessen Funktion auf dem Brechungsindex der zu untersuchenden Flüssigkeit beruht. Seine große Empfindlichkeit ermöglicht es, auch sehr verdünnte Lösungen exakt zu messen; davon abgesehen bringt es den praktischen Vorteil mit sich, daß seine Eichkurve streng linear verläuft und für jede überhaupt meßbare Substanz durchaus charakteristisch ist. Es ist infolgedessen undenkbar, daß irgendeine Fremdsubstanz bei der Untersuchung nach dem Verfahren von *Widmark* und vermittels des Interferometers denselben *scheinbaren* Alkoholgehalt vortäuscht; weicht das interferometrisch ermittelte Ergebnis von dem nach *Widmark* gewonnenen Befund nennenswert ab, so ist damit vielmehr der unwiderlegliche Beweis erbracht, daß es sich nicht (oder wenigstens nur teilweise) um einen Gehalt an Äthylalkohol gehandelt haben kann.

In der Literatur sind bisher 2 Verfahren mitgeteilt worden, nach denen der Alkoholgehalt des Blutes vermittels des Interferometers festgestellt werden können soll, nämlich die Methode von *Kionka* und die Methode von *J. C. Bock*.

Zur Prüfung der Brauchbarkeit dieser beiden Methoden wurden sie unter strengster Innehaltung der Originalvorschriften nachgearbeitet.

Dem am längsten bekannten und auch am häufigsten benutzten Verfahren von *Kionka* haftet eine ganze Menge von auf den ersten Blick erkennbaren Nachteilen an. Es erfordert eine umfangreiche Apparatur, deren Beschaffung mit recht erheblichen Kosten verbunden ist. — Für die Durchführung *eines einzigen* Versuches (also ohne Parallelversuch!) sind überdies nach der Originalvorschrift nicht weniger als 20 ccm Blut („mindestens aber 5—10 ccm“) erforderlich, also eine Menge, die bei der Bearbeitung eines von einem Verkehrsunfall her-rührenden Blutes wohl niemals zur Verfügung steht, da eine normale Venule bei maximaler Füllung knapp 7 ccm Blut enthält. — Der in dem Blut zur Verarbeitung stark (auf etwa 300 ccm) verdünnte ent-

haltene Alkohol soll im Vakuum (bei einem Druck von 15 mm Quecksilber) herausdestilliert werden; während der ganzen Operation, die möglichst rasch durchgeführt werden soll, aber auch dann immerhin eine Zeit von 10—15 Minuten erfordert, soll die Höhe des Vakuums ebenso, wie die Temperatur des für die Erwärmung des Destillierkolbens erforderlichen Wasserbades (etwa 40°) konstant gehalten werden. Als Kühler ist ein sehr langer *Liebig*-Kühler (Mantellänge 60 cm) vorgesehen; an die ebenfalls gekühlte Vorlage schließt sich ein Rückflußkühler („Energiekühler“) besonderer Bauart an, in dem sich jedoch bei richtiger Ausführung eines Versuches nichts<sup>1</sup> an den Wänden niederschlagen soll (?). Die Temperatur des Kühlwassers soll in allen 3 Kühlern während der Dauer einer Bestimmung ebenfalls möglichst konstant bleiben.

Es wurde eine ganze Reihe von Versuchen unter peinlichst genauer Einhaltung der von *Kionka* gegebenen zahlreichen Einzelvorschriften durchgeführt, und zwar wurde dabei mit Blutproben gearbeitet, die mit absoluter Sicherheit praktisch alkoholfrei<sup>2</sup> und denen ganz genau bekannte Mengen an Äthylalkohol zugesetzt waren. Diese Versuche ergaben auch nicht in einem einzigen Fall einen auch nur annähernd richtigen Wert<sup>3</sup>.

Es erwies sich nämlich als unmöglich, den dem Blut zugesetzten Alkohol<sup>4</sup> quantitativ im Destillat wiederzufinden. Der beim Destillieren eintretende Verlust belief sich im Mittel auf etwa 25% der Einwaage. Da sich der Destillierkolben bei einigen Kontrollversuchen stets als alkoholfrei erwies, während dagegen in der Spülflüssigkeit des *Liebig*-Kühlers und meistens auch des Rückflußkühlers regelmäßig Alkohol<sup>5</sup> nachweisbar war, ist anzunehmen, daß sich das fehlende Alkoholquantum entweder an der Wandung des langen *Liebig*-Kühlers niedergeschlagen hat und dadurch überhaupt nicht mit in die Vorlage gelangt ist, oder daß es trotz des Rückflußkühlers darin nicht zurückgehalten worden ist.

<sup>1</sup> Dies ist mir nur ganz selten gelungen. Die betreffenden Versuche gaben aber trotzdem viel zu niedrige Ergebnisse.

<sup>2</sup> D. h. die höchstens den sog. „normalen“ Alkoholgehalt von etwa 0,02 bis 0,03%<sub>oo</sub> enthielten.

<sup>3</sup> Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei ausdrücklich bemerkt, daß ohne Destillation untersuchte Alkohollösungen in zahlreichen unwissentlichen Versuchen stets richtige Ergebnisse bei der Interferometrie lieferten. Die Destillationsapparatur wurde der Sicherheit halber genau nach *Kionkas* Originalangaben unabhängig von zwei Firmen hergestellt, beide Apparate verhielten sich völlig identisch.

<sup>4</sup> Es handelte sich um Mengen von 0,5—1,5 g Alkohol pro 1000 cem Blut, die zur Herstellung von Kontrolleinwaagen benützte wässrige Alkohollösung war mehrmals eingehend auf ihren Gehalt geprüft worden.

Nach der Jodoformprobe und nach *Widmark*.

Eine auch aus theoretischen Gründen sehr erhebliche Schwierigkeit bringt bei diesem Verfahren die Vorschrift mit sich, die Destillation im Vakuum vorzunehmen: da nämlich der Siedepunkt des Äthylalkoholes bei einem Druck von 15 mm Hg, wie ihn *Kionka* vorschreibt, bereits bei etwa 3° liegt, wäre es nur dann möglich, den Alkohol in der Vorlage bzw. in dem angeschlossenen Rückflußkühler („Energiekühler“) quantitativ zurückzuhalten, wenn die Temperatur des Kühlwassers unter allen Umständen wesentlich weniger als 3° betrüge. Dann bestünde aber andererseits wieder die Gefahr, daß der Alkohol gar nicht bis in die Vorlage gelangt, sondern sich teilweise bereits in dem langen *Liebig*-Kühler kondensiert und so wenigstens zum großen Teil der Bestimmung entginge.

Es erscheint übrigens durchaus nicht sicher, daß die von *Kionka* in „normalem“ Blut gefundenen Werte (etwa 0,03%) wirklich durch Äthylalkohol bedingt sind. Bekanntlich enthält nämlich jedes Blut, wie überhaupt jede normale Körperflüssigkeit, kleine Spuren von Aceton und außerdem lassen sich aus jedem nicht angesäuerten, d. h. von Natur aus schwach alkalischen Blut stickstoffhaltige Substanzen abdestillieren. Dieser letzte Umstand hat vermutlich *Bock* dazu veranlaßt, vor der Destillation eine saure Enteiweißung vorzunehmen. Diese bringt den weiteren Vorteil mit sich, daß die Neigung, während der Destillation großblasigen Schaum zu bilden, völlig in Fortfall kommt und daß deshalb das Blut bei *Kionka* viel stärker verdünnt werden muß als bei *Bock*.

Die *Bocksche* Methode ist ebenfalls einer Nachprüfung unterzogen worden.

Aber auch dabei wurden keine brauchbaren Werte erhalten. Die Resultate waren stets viel zu hoch. Die Fehlergebnisse konnten auf folgenden Umstand zurückgeführt werden: *Bock* nimmt die Enteiweißung mit Phosphor-Molybdänsäure vor. Bei der Untersuchung rein wässriger Lösungen dieses Reagens zeigte sich die überraschende Tatsache, daß auch die reinsten handelsüblichen Sorten bei der Destillation stets kleine Mengen von flüchtigen Substanzen enthalten, die sich bei der anschließenden interferometrischen Messung störend auswirken und zu hohe Alkoholwerte vortäuschen. Die ins Destillat gelangende Menge dieser flüchtigen Substanzen ist von Zufälligkeiten bei der Destillation abhängig; es ist deshalb nicht möglich, sie als „Leerversuch“ in Abzug zu bringen.

Um welche Verbindungen es sich hier handelt, konnte in Anbetracht der geringen Mengen nicht ohne weiteres ermittelt werden; auf eine nähere Untersuchung wurde verzichtet, da sie außerhalb des Rahmens dieser Arbeit lag und sehr zeitraubend gewesen wäre.

Da es grundsätzlich zweckmäßig erschien mit enteiweißtem Blut

zu arbeiten, wurde mit einer Anzahl der gebräuchlichsten Enteiweißungsmittel Versuche angestellt. Es ergab sich dabei, daß eine Enteiweißung mit *Metaphosphorsäure* für den vorliegenden Zweck am besten geeignet war. Im Anschluß an diese Untersuchungen über das zweckmäßigste Enteiweißungsmittel wurden Versuche durchgeführt, die das Ziel hatten, zugleich mit der Enteiweißung das im Blut vorhandene Aceton, das bei Diabetikern möglicherweise einen Alkoholgehalt vortäuschen konnte, zu beseitigen.

Von *Friedemann* und *Klaas* ist eine Methode zur Alkoholbestimmung angegeben worden, bei der das Aceton an  $\text{HgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$  gebunden und so aus dem Destillat ferngehalten wird. *Friedemann* und *Klaas* ermitteln den Alkoholgehalt des Destillates titrimetrisch. Dasselbe Vorgehen auch bei der interferometrischen Bestimmung in Anwendung zu bringen erwies sich jedoch als unmöglich. Die Bindung von Aceton an Quecksilbersalze geht nämlich nur in alkalischer Lösung vor sich. Das Arbeiten in alkalischer Lösung wird aber, wie bereits bemerkt wurde, besser vermieden, da sonst stickstoffhaltige Substanzen in das Destillat gelangen können. Als zweiter Grund, der es unmöglich macht, die sehr gründliche Arbeit von *Friedemann* und *Klaas* interferometrisch auszuwerten, kommt der Umstand hinzu, daß auch die reinsten im Handel erhältlichen Präparate von  $\text{HgSO}_4$  bei der Destillation flüchtige Substanzen in Spuren abgeben und sich damit ähnlich störend auswirken, wie die oben besprochene Phosphormolybdänsäure<sup>1</sup>.

Die eingehende Nachprüfung der Methoden von *Kionka* und *Bock* ergab demnach, daß beide aus prinzipiellen Gründen nicht brauchbar für die praktische Verwendung sind. Es wurde deshalb davon abgesehen, eine von ihnen so umzugestalten, daß sie im Ernstfall Anwendung finden konnte; vielmehr wurde der Versuch gemacht, in anderer Weise eine brauchbare interferometrische Methode zur Bestimmung des Alkoholgehaltes im Blut zu schaffen. Dabei wurde von Anfang an die Bedingung gestellt, daß eine einzelne Bestimmung nicht mehr als 0,5—1,0 ccm Blut in Anspruch nehmen sollte.

Bei der Nachprüfung des *Kionkaschen* Verfahrens hatten sich als grundsätzliche Fehlerquellen herausgestellt:

1. das Destillieren im Vakuum,
2. die große innere Oberfläche des langen *Liebig*-Kühlers,
3. die bedeutende Menge an Destillat, durch die der vorhandene Alkohol nur in höchst verdünnter Form zur Messung gelangt.

Die Nacharbeitung der Methode von *J. C. Bock* und eine Anzahl eigener Vorversuche im Anschluß an das Verfahren von *Friedemann* und *Klaas* ließen als vierte Fehlerquelle den Umstand erkennen, daß

<sup>1</sup> Übrigens nimmt eine Bestimmung nach *F.* und *K.* sehr viel Zeit in Anspruch.

Phosphormolybdänsäure und Merkurisulfat beim Erwärmen in wässriger Lösung flüchtige Substanzen abgeben.

Bei der Ausarbeitung der neuen Methode wurde deshalb davon ausgegangen, die Destillation unter normalem Druck durchzuführen und einen möglichst kurzen *Liebig*-Kühler zu verwenden, um mit möglichst geringen Flüssigkeitsmengen arbeiten zu können.

Vorversuche zeigten, daß sich Äthylalkohol aus beliebig verdünnten wässerigen Lösungen ohne Schwierigkeit abdestillieren läßt und daß bereits nach dem Abdestillieren von einem Fünftel der Ausgangsmenge aller Alkohol quantitativ im Destillat enthalten ist (wesentlich ist nur, daß die Vorlage mit Eis gekühlt ist). Ferner ergibt sich, daß es keineswegs erforderlich ist, die Kammer des Interferometers ganz mit Flüssigkeit zu füllen; man kann vielmehr bereits dann einwandfreie Einstellung vornehmen, wenn die Flüssigkeit in der Kammer nur etwa 5 mm hoch steht. Beim Arbeiten mit der 40 mm langen Kammer genügen also schon 2 ccm Flüssigkeit für eine sichere Ablesung.

Setzt man das Ausgangsvolumen mit 10 ccm an, so ist aller darin enthaltene Alkohol nach dem Abdestillieren von 2 ccm Flüssigkeit in das Destillat übergegangen. Wir destillieren jedoch 4 ccm über und erreichen damit eine 100 proz. Sicherheit, daß wirklich aller Alkohol im Destillat enthalten ist<sup>1</sup>.

Nach zahlreichen Vorversuchen ergab sich dann die im folgenden beschriebene Methode.

Die Kenntnis des Interferometers und sein Gebrauch wird als bekannt vorausgesetzt. Um aus der Interferometerablesung (n Trommelteile) den Alkoholgehalt der in der Kammer befindlichen Flüssigkeit bestimmen zu können, ist eine Eichkurve erforderlich. Man stellt sie sich am besten selbst auf und benutzt dazu nach quantitativen Regeln hergestellt und durch die *Widmarksche* Methode geprüfte Alkohollösungen von bekannten Graden<sup>2</sup>.

Für die praktische Anwendung wird am besten nicht mit der Eichkurve gearbeitet, sondern mit der aus ihr abgeleiteten Koordinatengleichung, die man zweckmäßigerweise direkt auf den Alkoholgehalt in Promille umrechnet. Für die auf Seite 39 geschilderte Versuchsanordnung nimmt sie die Form an:

$$\text{Alkohol in } \% = \frac{\text{Trommelablesung} - \text{Nullwert}}{140} \cdot 5.$$

<sup>1</sup> Die Versuche, etwa im Blut vorhandenes Aceton zu eliminieren, wurden deshalb als aussichtslos abgebrochen, weil Aceton praktisch nie eine Rolle spielt und sich überdies durch eine erhebliche Differenz zwischen den Ergebnissen der Interferometrie und der Untersuchung nach *Widmark* sicher zu erkennen gibt; das Interferometer gibt einen 4fach höheren Wert als die *Widmarksche* Methode.

<sup>2</sup> Auf Wunsch wird die Eichkurve auch seitens der Firma Zeiss festgelegt.

Der Wert von 140 trifft für die Kammer des mir zur Verfügung stehenden Interferometers zu.

Vor Beginn eines Arbeitstages wird der Nullwert des Interferometers ermittelt. Der gefundene Wert wird aufgeschrieben.

Vor Beginn eines jeden Versuches müssen beide Kammern des Interferometers sorgfältig mit destilliertem Wasser gespült und anschließend mit Fließpapier gut ausgetrocknet werden. Ebenso muß der Destillierkolben, der abschließende Gummistopfen, der Kühler und das Auffanggefäß gut mit destilliertem Wasser gespült werden. Auch die benutzten Pipetten sind vor und nach jedem Gebrauch gut zu spülen. Die zum Abmessen des Blutes benützte Pipette ist ferner vor jedem Gebrauch sorgfältig zu trocknen<sup>1</sup>. Nachdem der Apparat zusammengesetzt ist (wobei man auf Dichtigkeit aller Verschlüsse und Verbindungen und intensiv laufendes Kühlwasser zu achten hat), wird in den Destillierkolben 10 ccm destilliertes Wasser gebracht und ein kleines Siedesteinchen zugegeben. Mit der vorher gut gereinigten und getrockneten Pipette wird nun das zu untersuchende Blut aufgesogen, die Pipette von außen mit Fließpapier trocken gewischt und dann 0,8 ccm Blut in den Destillierkolben gegeben. Die Pipette muß ziemlich weit in den Kolben gebracht werden, damit das Blut frei in das Wasser tropft und nicht etwa am Kolbenhals hängen bleibt. Schließlich werden 2 ccm 5proz. Metaphosphorsäure mit einer Pipette zugeführt; dann wird der Destillierkolben oben mit einem gut gereinigten, gut schließenden Gummistopfen verschlossen. Der Kolben wird nun mit einer kleinen Gasflamme (Zündflamme) vorsichtig erhitzt. Wenn der Siedepunkt erreicht ist, schäumt das Gemisch gewöhnlich kurz und stark auf (man muß seine ganze Aufmerksamkeit diesem Siedevorgang widmen). Wenn das Gemisch zu stark schäumt, muß die Flamme sofort weggenommen werden. Es darf auf keinen Fall vorkommen, daß der Schaum bis in den Kolbenhals steigt, weil das Überspritzen der geringsten Spuren von dem Gemisch in das Auffanggefäß hinreicht, um bei der Messung im Interferometer Fehler entstehen zu lassen,

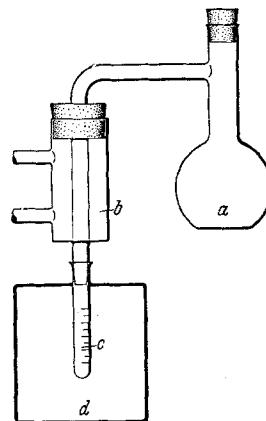


Abb. 1. *a* Kolben von 100 ccm Inhalt; *b* Kühler von 20 cm Mantellänge; *c* Auffanggefäß mit Maßeinteilung; *d* Kühlgefäß (Inhalt ca.  $\frac{1}{2}$  Liter Eis mit Wasser).

<sup>1</sup> Hat man viel mit hochvisosem Leichenblut zu arbeiten, so ist es zweckmäßig, an der Blutpipette die feine Spitze zum Teil abzuschneiden und die Schnittfläche nicht rund zu schmelzen, damit man im Bedarfsfalle auch den gummiartigen Blutkuchen während des Ansaugens zerkleinern kann.

die den gefundenen Wert vollkommen unbrauchbar machen. Am besten nimmt man den Brenner in die Hand und umfächelt mit möglichst kleiner Flamme den Destillierkolben (bei einiger Übung gelingt dies sehr leicht). Es wird solange destilliert, bis sich in dem Auffanggefäß knapp 4 ccm Destillat angesammelt haben. Nach einiger Zeit hat man soviel Übung, daß man genau 4 ccm Destillat auffangen kann; anfänglich muß man evtl. mit Aqua dest. auf 4 ccm auffüllen<sup>1</sup>.

Das Destillat wird dann in die vorher gereinigte und sorgfältig getrocknete Kammer des Interferometers gebracht. Mit der Einstellung und Ablesung muß abgewartet werden, bis die Temperaturunterschiede in beiden Kammern sich ausgeglichen haben. Zur Beschleunigung wird zeitweise der Rührflügel des Interferometers bedient. Inzwischen reinigt man schon den Destillierkolben: Man gibt etwa 4—5 ccm 5 proz. Natronlauge (NaOH crudum oder Soda 5% calc. bzw. 10% cryst.) in den Kolben und erhitzt vorsichtig. Dann löst sich der jedesmal entstehende Satz sehr schnell. Ein häufiges Nachspülen mit Aqua dest. vor einem neuen Versuch ist erforderlich. Der Kühlmantel und das Auffanggefäß werden dann ebenfalls mit Aqua dest. gut gespült und der Apparat wieder zusammengesetzt.

Unterdessen hat sich die Temperatur in den beiden Kammern meistens ausgeglichen. Mit dem Ablesen der Trommelteile muß aber solange gewartet werden, bis die beiden Spektren genau senkrecht übereinander stehen. Die abgelesenen Trommelteile werden dann aufgeschrieben. Von der Zahl wird der Nullwert abgezogen, der sich

dann ergebende Wert wird mit 5 bzw.  $\frac{E}{D}$  multipliziert und dann durch 140 dividiert. Das Ergebnis ist unmittelbar der Alkoholgehalt in Promill des untersuchten Blutes. Man multipliziert mit 5, weil ja der Alkohol im Blut 5fach verdünnt worden ist (von 0,8 ccm auf 4 ccm). Wenn man andere Blutmengen nimmt, oder auf andere Mengen überdestilliert, muß man natürlich mit dem entsprechenden Verdünnungskoeffizienten multiplizieren.

Beispiel: 0,8 ccm Blut nach der oben beschriebenen Weise auf 4 ccm destilliert, ergeben im Interferometer 130 Trommelteile. Ich nehme an, daß der Nullwert des Interferometers bei 100 Trommelteilen liegt, dann ist zu rechnen  $130 - 100 = 30$ ,  $30 \times 5 = 150$ ,  $150 : 140 = 1,07$ . Das untersuchte Blut hatte also einen Alkoholgehalt von 1,07%.

Die beschriebene Methode wird seit über einem Jahr am Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Frankfurt auf ihre praktische

<sup>1</sup> Hat man mehr Destillat erhalten, so schadet das auch nichts; die Berechnung wird dann nur verändert zu:

$$x \cdot (40) = \frac{(a-b)}{140} \cdot \frac{E}{D}.$$

Brauchbarkeit untersucht. Zum Vergleich wurde immer die Methode von *Widmark* herangezogen. Es hat sich in allen Fällen die praktisch vollständige Übereinstimmung mit den durch die *Widmarksche* Methode gefundenen Werten ergeben. Die Erfahrung bei dieser langen Versuchsreihe hat aber einige Fehlerquellen erkennen lassen, die, wenn man sie kennt, leicht vermieden werden können und deshalb hier mitgeteilt werden.

Bei dem Erhitzen des Destillierkolbens ist streng darauf zu achten, daß die Wandung des Kolbens an den Stellen, wo sich normalerweise ein brauner fettiger Rand bildet, nicht überhitzt wird. Bei Überhitzung treten unter Zersetzung Dämpfe auf, die sich im Kühler wieder kondensieren, also im Interferometer wieder in Erscheinung treten müssen und so zu Fehlern führen. Es ist zweckmäßig, den Kolben an der Unterfläche mit der kleinsten Flamme nur ganz leicht zu fächeln. Das gleichmäßige Erhitzen des Kolbens ist bei einiger Übung leicht durchzuführen.

Eine kurze Zeit lang wurden bei den Vorversuchen Werte gefunden, die ganz willkürlich schienen. Die Arbeitsvorschrift wurde genau eingehalten, und trotzdem wurden für ein und dieselbe alkoholische Lösung dauernd verschiedene Werte im Interferometer gefunden. Die Ursache war das Interferometer. Die Klemmschraube an der Trommel hatte sich gelockert. Wenn die Schraube gedreht wurde, machte die Trommel selbst nicht alle Umdrehungen mit. (Es handelt sich um ein Interferometer älterer Bauart, wo die Trommel noch auf einen Conus und nicht auf einen Vierkant aufgezogen ist.) Die Schraube wurde wieder nachgezogen, der Nullwert für das Interferometer neu bestimmt und damit war der Schaden behoben.

Bei der hier angewandten Destillation aus saurer Lösung kommt es gelegentlich vor, daß kleine Mengen fester Fettsäuren (Stearin- und Palmitinsäuren) mit dem Wasserdampf übergehen, in das Destillat gelangen und sich dort als kleine Flöckchen absetzen. Da nur die größeren Partikelchen sich zu Boden setzen, die feineren dagegen den Lichtstrahl des Interferometers durch gehäufte Beugungsvorgänge beeinflussen und damit eine sichere Ablesung unmöglich machen, besteht in solchen Fällen die Notwendigkeit, das Destillat vor der Überführung in die Kammer des Interferometers zu klären. Hierbei macht sich der Umstand als Fehlerquelle bemerkbar, daß alle handelsüblichen Filter — namentlich nach längerer Lagerung in der Laboratoriumsluft — recht merkliche Mengen löslicher Substanzen an das Filtrat abgeben, so daß die Ablesung im Interferometer viel zu hohe Werte ergibt (vgl. „Rhodan im Blute“ in Mikrochemie 16, 35). Es ist deswegen notwendig, das Filter vor Gebrauch mindestens 10—15 mal mit destilliertem Wasser auszuwaschen und vor Gebrauch in möglichst staub- und

säurefreier Luft zu trocknen. Die 5 proz. Metaphosphorsäure muß mindestens jede Woche frisch hergestellt werden, da sie nicht länger haltbar ist und in  $H_3PO_4$  übergeht. Der Beginn der Zersetzung macht sich regelmäßig durch starkes Schäumen bei der Destillation bemerkbar.

Am Institut wurden bisher rund 500 Versuche in beschriebener Weise durchgeführt. Alle gefundenen Werte wurden durch die *Widmarksche* Methode nachgeprüft. Es ergab sich immer eine praktisch völlige Übereinstimmung. Es wurde auch von Mitgliedern des Instituts Blut entnommen, das mit Sicherheit alkoholfrei war. Die Durchführung der Destillation in der beschriebenen Weise ergab immer 0%<sub>00</sub>. Endlich wurde frisch entnommenem Blut, das sicher keinen Alkohol enthielt, bekannte Alkoholmengen zugesetzt. Das Ergebnis war immer so, daß der hinzugefügte Alkohol sich restlos im Destillat wiederfand. Aus der Versuchsreihe seien einige Fälle mit den Ergebnissen der *Widmarkschen* Methode vergleichsweise angeführt (bei allen diesen Untersuchungen wurde 0,8 ccm Blut entnommen, 10 ccm Aqua dest. hinzugefügt, und 4 ccm abdestilliert).

	Interferometer	Widmark
1. Blut Ka. . . . .	1,21% <sub>00</sub>	1,25% <sub>00</sub>
2. Blut Kl. . . . .	2,34% <sub>00</sub>	2,31% <sub>00</sub>
3. Blut Ja. . . . .	0,75% <sub>00</sub>	0,74% <sub>00</sub>
4. Blut Le. . . . .	0,03% <sub>00</sub>	physiologisch
5. Blut Schm. . . . .	1,28% <sub>00</sub>	1,26% <sub>00</sub>
6. Blut Bo. . . . .	2,07% <sub>00</sub>	2,01% <sub>00</sub>
7. Blut Hü. . . . .	1,47% <sub>00</sub>	1,47% <sub>00</sub>
8. Blut Ni. . . . .	2,14% <sub>00</sub>	2,12% <sub>00</sub>
9. Blut Schö. . . . .	2,28% <sub>00</sub>	2,26% <sub>00</sub>
10. Blut Sekt. 240/38 .	0,54% <sub>00</sub>	0,53% <sub>00</sub>
11. Blut We. . . . .	0,03% <sub>00</sub>	physiologisch
12. Blut Bö. . . . .	0,84% <sub>00</sub>	0,83% <sub>00</sub>
13. Blut Lu. . . . .	0,70% <sub>00</sub>	0,68% <sub>00</sub>
14. Blut Kai. . . . .	2,11% <sub>00</sub>	2,13% <sub>00</sub>

Kurz zusammengefaßt wird die Durchführung des Versuches in folgender Weise vorgenommen:

1. 10 ccm Aqua dest. in den Destillierkolben bringen;
2. 0,8 ccm des zu untersuchenden Blutes zugeben;
3. 2 ccm 5 proz. Metaphosphorsäure zusetzen;
4. mit kleiner Flamme langsam erhitzen und solange destillieren, bis 4 ccm übergegangen sind;
5. das Destillat in die linke Kammer des Interferometers bringen;
6. nach Temperaturausgleich in beiden Kammern die gefundenen Trommelteile ablesen;
7. den gefundenen Wert in die Koordinatengleichung einsetzen und dann die Gleichung ausrechnen.

*Zusammenfassung.*

Es wird eine neue Methode zur Bestimmung des Alkoholgehaltes im Blute beschrieben. Diese Methode soll zur Kontrolle und Ergänzung der Alkoholbestimmung nach *Widmark* dienen. Sie wurde seit mehr als einem Jahr am Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Frankfurt unter den verschiedensten Bedingungen auf ihre Brauchbarkeit untersucht. Ihre Ergebnisse sind schon häufig auch vor Gericht verwertet worden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sie gegenüber der Methode von *Widmark* den Vorteil hat, erheblich einfacher zu sein und daher auch weniger leicht zu technischen Fehlern Anlaß gibt. Ein wesentlicher Vorteil ist der, daß eine einzelne Untersuchung bequem in  $\frac{1}{2}$  Stunde durchgeführt werden kann, während eine Bestimmung nach *Widmark* mindestens 3 Stunden dauert. In langen Versuchsreihen, die angestellt wurden, hat sich eine praktisch völlige Übereinstimmung der auf diesem Wege gefundenen Werte mit den nach der *Widmarkschen* Methode gefundenen Werten ergeben.

*Literaturverzeichnis.*

*Bock*, J. of biol. Chem. **115**, 473 (1936). — *Elbel*, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden. Leipzig: Thieme 1937. — *Jungmichel*, Alkoholbestimmung im Blut. Methodik und forensische Bedeutung. Berlin: Heymann 1933. — *Kionka*, Pharmakologische Beiträge zur Alkoholfrage. H. 1. Jena 1927. — *Widmark*, E. M. P. Å., Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin: Urban & Schwarzenberg 1932.