

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik der Universität Erlangen (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. WEINIG).

## Die Beurteilung von Alkoholbefunden im Leichenblut\*.

Von

**WOLFGANG SCHWERD.**

Mit 3 Textabbildungen.

Jahrzehntelange Untersuchungen mit den bisher üblichen Verfahren zur Alkoholbestimmung (M. NICLOUX, E. M. P. WIDMARK) haben deren praktische Brauchbarkeit bei Blutproben von Lebenden erwiesen und nur in seltenen Ausnahmefällen war mit einem nennenswerten Einfluß von Fehlerquellen zu rechnen. Bei der Beurteilung von Alkoholbefunden im Leichenblut war dagegen größere Vorsicht angezeigt, nachdem, noch bevor in größerem Umfang in der forensischen Praxis Blutalkoholuntersuchungen durchgeführt wurden, bereits bekannt war, daß sich entgegen den Verhältnissen bei der sterilen Autolyse bei bakterieller Zersetzung erhebliche Veränderungen im Gehalt des Blutes an flüchtigen reduzierenden Stoffen ergeben können (G. LANDSBERG, BALTHAZARD und LAMBERT, VIELLEDENT, SIMONIN).

Die ersten eingehenderen Untersuchungen zu dieser Frage stammen von E. SJÖVALL und E. WIDMARK, die diese Autoren an Kaninchekadavern durchführten. Sie fanden, daß alkoholhaltiges Blut nach dem Tode drei Phasen durchläuft, zunächst ein schnelles aber mäßiges Sinken der Werte am ersten Tag, dann ein Gleichbleiben der Werte bis zum 4.—5. Tag und schließlich ein mehr oder weniger starkes Ansteigen der Reduktionswerte nach WIDMARK. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachteten K. WAGNER und E. WEINIG (1) bei menschlichen Leichen. Entscheidend für dieses Problem war die dritte Phase, das Auftreten flüchtiger, reduzierender Verbindungen, wodurch erhöhte „Alkoholwerte“ vorgetäuscht werden.

Die Natur der flüchtigen Verbindungen war lange ungeklärt. Zunächst hatte die durch I. BÉCHAMP (1879) und vor allem durch G. LANDSBERG (1904) aufgestellte Meinung Gültigkeit, daß durch die Fäulnis Äthylalkohol gebildet wird. WIDMARK hat dagegen die Richtigkeit dieser Feststellung angezweifelt, da LANDSBERG mit dem Prinzip der Chromsäurereduktion gearbeitet hat, wobei andere flüchtige reduzierende Stoffe, die bei der Fäulnis von Blut gebildet werden, miterfaßt werden.

\* Vortrag gelegentlich der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in München 1952. — Die Arbeit wurde teilweise mit Unterstützung der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ durchgeführt, wofür ihr auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen sei.

WIDMARK sah in der Bildung von flüchtigen Säuren und Basen eine ausreichende Erklärung für das Ansteigen der Reduktionswerte.

Mit den Fäulnisveränderungen im Blut beschäftigten sich in der Folgezeit mehrere Autoren, unter denen vor allem M. NICLOUX (2—5) und V. M. PALMIERI eine Alkoholbildung nachwiesen. Sie arbeiteten mit einem von NICLOUX (1) angegebenen Verfahren, das auf Grund einer sehr sorgfältigen chemischen Vorbehandlung offensichtlich geeignet war, alle flüchtigen reduzierenden Stoffe außer Alkohol zu beseitigen. NICLOUX und PALMIERI waren wohl die einzigen, die in faulendem Blut eine Bildung von Alkohol mit Sicherheit nachgewiesen haben. NICLOUX (4) gab sogar für einen Fall an, daß es sich um die Bildung von Äthylalkohol und 15% Butanol handelte. Beide Autoren [NICLOUX (5)] wiesen aber ausdrücklich darauf hin, daß die Alkoholbildung bei Fäulnis so gering sei, daß man sie vernachlässigen könne, obwohl NICLOUX (4) einen Fall mitteilt, bei dem sich im Blut ein Wert von 0,78%<sub>00</sub> feststellen ließ. In den Organen von menschlichen Leichen mit einer Liegezeit bis zu 3 Monaten und 15 Tagen beobachtete er sogar Alkoholwerte bis 1,3%<sub>00</sub>. In seinen Tierversuchen, bei denen die Verhältnisse von Anfang an kontrolliert werden konnten, ergaben sich Anstiege bis zu 1 mg je Gramm Körpergewicht (= 1%<sub>00</sub>). Wesentlich geringere und damit forensisch bedeutungslose Maximalwerte beobachteten andere Autoren wie PALMIERI (0,06%<sub>00</sub>), ELBEL und LEMMER (0,08%<sub>00</sub>) und YOSHIMOTO (0,07%<sub>00</sub>), die ebenfalls nach dem NICLOUXSchen Verfahren mit Tierblut arbeiteten. Auch V. M. WEDARD erwähnt, daß der durch Fäulnis gebildete Alkohol keinen größeren Einfluß auf die Bestimmungsergebnisse habe. KOHN-ABREST und TRUFFERT beobachteten keine Alkoholbildung bei Fäulnis von (Schweine-)Blut, dagegen fand MAIGNON eine solche sogar bei steriler Autolyse in *Muskeln* von Hund und Pferd bis zum Vierfachen vom Normalwert.

Die Frage nach der Größe der Alkoholbildung bei der Fäulnis wurde erneut bei Versuchen mit Leichenblut akut, das zur Beseitigung von anderen störenden Fäulnisprodukten vorher reinigenden Destillationen nach dem 1951 von E. WEINIG (2) angegebenen Verfahren unterzogen wurde. Wäre nämlich die Alkoholbildung nur von geringem Ausmaß, so hätte es, solange eine spezifischere Methode nicht zur Verfügung stand, genügen müssen, die anderen Fäulnisprodukte zu beseitigen und die Endbestimmung in dem gereinigten Destillat durchzuführen.

Verfahren zur vorherigen Reinigung von störenden, nicht alkoholischen Stoffen waren im Laufe der letzten 25 Jahre in größerer Anzahl angegeben worden, die aber entweder ungenügend oder sehr zeitraubend und daher für Reihenuntersuchungen nicht geeignet waren. Zunächst hat VIELLEDENT vorgeschlagen, das Blut mehrmals mit Pikrinsäure und dann mit Soda zu destillieren. F. SCHWARZ empfahl, das Blut erst mit Weinsäure, dann im alkalischen Milieu zu destillieren, die quantitative Bestimmung nach einem chemischen Verfahren (NICLOUX) vorzunehmen und die

Werte gleichzeitig interferometrisch zu kontrollieren. H. W. NIKOLAI führte die Alkoholuntersuchungen mit dem ZEISELSchen Äthoxylbestimmungsverfahren durch, nachdem er vorher zwei Destillationen mit Sulfiten als Bodenkörpern und mit Baryt und Kalk vornahm. Beim Vorhandensein von Aceton oder Acetaldehyd empfahl er, bei der Destillation Paraphenyldiamin bzw. Phenylhydrazin zuzusetzen. V. M. WEDARD destillierte erst im Sauren und Alkalischen, nahm dann unter Eiskühlung die LIEBENSche Jodoformreaktion vor, weil die anderen Jodoformbildner zum Unterschied von Äthanol schon in der Kälte reagieren und führte schließlich die Alkoholendbestimmung nach Oxydation zu Acetaldehyd titrimetrisch aus. A. O. GETTLER schlug vor, bei der Destillation Weinsäure zuzusetzen. Außerdem ist das schon erwähnte Verfahren von M. NICLOUX (1) anzuführen. Das Ausgangsmaterial wurde hierbei zunächst mit Silbernitrat oder Sublimat versetzt und destilliert. Zum Destillat kam sodaalkalisches Natriumhypochlorit und nochmals Silbernitrat. Vor der quantitativen Alkoholbestimmung folgten noch je eine saure und alkalische Destillation. Ein sehr zeitraubendes Verfahren (8 Destillationen) gaben auch KOHN-ABREST und TRUFFERT an.

In mehreren Verfahren zur Ausschaltung störender flüchtiger reduzierender Verbindungen wurden Quecksilbersalze herangezogen, da das Quecksilber sehr leicht mit organischen Verbindungen, insbesondere Aldehyden und Ketonen reagiert. Während nun Aldehyde, Ketone und andere Stoffe schon bei gewöhnlicher Temperatur mit Quecksilbersalzen reagieren, ist bei primären Alkoholen stundenlanges Kochen im alkalischen Milieu erforderlich. Die Brauchbarkeit der Quecksilbersalze zur Trennung von Acetaldehyd und Aceton von Äthylalkohol haben G. GÖRR und I. WAGNER bewiesen. Zur Ausschaltung störender Stoffe im biologischen Material haben TH. FRIEDEMANN und R. KLAAS und F. KOZELKA und C. H. HINE Methoden angegeben, bei denen die Vorreinigung des Blutes in Destillationen unter Zusatz von Quecksilbersalzen vorgenommen wird. Besonders die Methode von FRIEDEMANN und KLAAS galt als alkoholspezifisch [K. HINSBERG und E. BREUTEL, H. ELBEL (2)]. Bei ihrer zeitraubenden Handhabung war es jedoch nicht möglich, damit Reihenuntersuchungen an faulendem Leichenblut durchzuführen. Hierfür eignete sich vielmehr das 1951 von E. WEINIG (2) mitgeteilte relativ einfache Verfahren, das eine Verbesserung der 1936 von ihm angegebenen Methode [E. WEINIG (1)] darstellt und sich auf die Erfahrungen von FRIEDEMANN und KLAAS stützt.

Bei den mit dem WEINIGSchen Verfahren durchgeführten eigenen Untersuchungen konnte zunächst festgestellt werden, daß fast regelmäßig bei der spontanen Fäulnis von Blut, das in allen Fällen bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde, mit dem Beginn der bakteriellen Zersetzung ein Anstieg der Reduktionswerte stattfand, der sich oft für einige Tage mit dem des unbehandelten Blutes deckte, mitunter jedoch schon von Anfang an hinter diesem zurückblieb. Später kam es stets zum Auseinanderweichen der Reduktionswerte von unbehandeltem Blut (im folgenden kurz „Widmarkwerte“ genannt) und des Destillats nach WEINIG (im folgenden „Destillatwerte“ genannt) (Abb. 1).

Die Destillatwerte stiegen einige Tage lang an, erreichten ein Maximum und fielen dann mehr oder weniger rasch wieder ab. Die Widmarkwerte zeigten meist mit dem Sinken der Destillatwerte ebenfalls eine rückläufige Bewegung, stiegen dann aber erneut an, während die Destillatwerte, wenn sie zu Nullwerten abgesunken waren, keinen zweiten

Anstieg zeigten. Die Versuchsreihen wurden mindestens 30 Tage lang verfolgt. Der Anstieg der Widmarkwerte begann meist am 3.—4. Tag nach dem Tode (2.—7.) spätestens am 7. Tag. Bei warmer Witterung konnten schon am Tag nach dem Tode Neubildungsvorgänge beobachtet werden. Das Maximum der neugebildeten Stoffe betrug für Äthylalkohol berechnet im Durchschnitt  $0,3\%$  ( $0,20$ — $0,48\%$ ) und war nach wenigen (3—14) Tagen erreicht. Bei den angegebenen Daten handelt es sich um die Auswertung von 20 Versuchsreihen mit Leichenblut (s. W. SCHWERD und O. STAUBER), die unter einer geringen Luftsicht

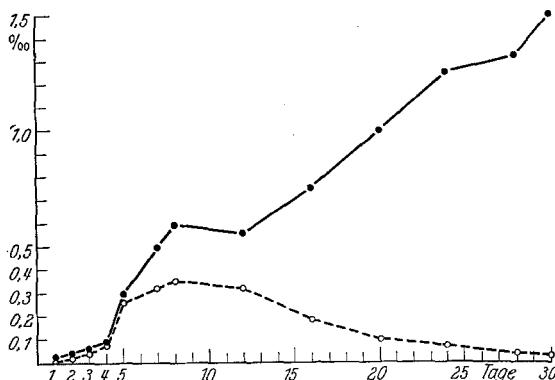


Abb. 1. Aus mehreren Versuchsreihen zusammengestelltes Schema des Verlaufs der Reduktionswerte im Blut und Destillat bei Fäulnis. ●—● Widmarkwerte, ○---○ Destillatwerte.

der Spontanfäulnis überlassen wurden. Bei Blutproben, die erst *in vitro* faulen und über denen eine Luftsäule steht, wäre also mit einem Anstieg der Destillatwerte bis höchstens  $0,5\%$  zu rechnen. Diese Verhältnisse gelten auch für primär alkoholhaltiges Blut.

Zur Beantwortung der Frage, ob es sich bei diesen Destillatwerten tatsächlich um Alkohol handelt, wurden zusammen mit C. L. GARHAMMER an großen Mengen faulenden Tierbluts analytische Untersuchungen angestellt, die zu dem Ergebnis führten, daß hauptsächlich Äthanol auftritt, und daß daneben geringe Mengen von Methanol und Alkoholen mit mehr als zwei C-Atomen gebildet werden. (Das analytische Vorgehen und die Ergebnisse sind in der Arbeit von W. SCHWERD und C. L. GARHAMMER ausführlich dargestellt.) Bei diesen Untersuchungen gelangten wir auch zu der bemerkenswerten Feststellung, daß bei der Fäulnis von *Tier*-(Kalbs- oder Schweine-)blut eine weit geringere Alkoholbildung zu beobachten war als bei *Menschen*blut, die sich auch dann nicht steigern ließ, wenn eine Infektion mit faulendem Leichenblut vorgenommen wurde. Das Ausmaß der Alkoholbildung lag bei faulendem Tierblut meist unter  $0,1\%$  und überstieg niemals  $0,25\%$ . Es scheint dies der Grund dafür zu sein, daß man bisher von

einer unerheblichen Alkoholbildung gesprochen hat, oder eine solche verneinte, weil anscheinend die früheren Untersucher hauptsächlich mit Tierblut arbeiteten (PALMIERI, YOSHIMOTO, WEDARD, ELBEL und LEMMER, KOHN-ABREST und TRUFFERT).

Während nun bei menschlichem Leichenblut, das unter einer geringen Luftsäule aufbewahrt war, Alkoholwerte bis  $0,48\%$  zu beobachten waren, ergaben sich bei unter völligem Luftabschluß gehaltenen Blutproben beträchtlich höhere Anstiege. Hierbei waren Werte bis über  $1\%$  festzustellen, während die unter einer, wenn auch geringen

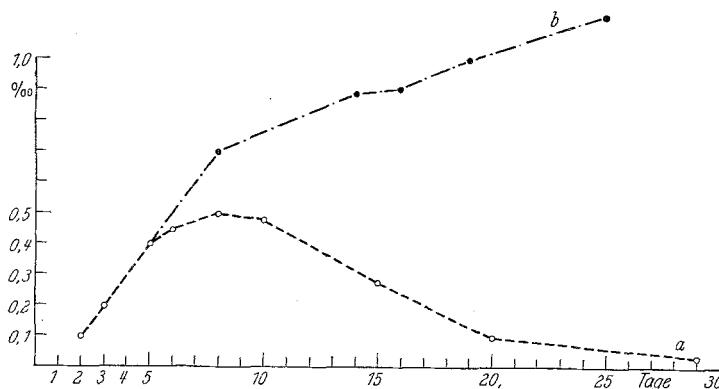


Abb. 2. Verhalten der Destillatwerte des gleichen Blutes bei Aufbewahrung. *a* Unter einer geringen Luftsäule, *b* unter Luftabschluß.

Luftsäule stehenden Proben des gleichen Blutes in derselben Zeit eine wesentlich geringere Alkoholbildung aufwiesen (Abb. 2).

Diese Differenzen waren jedoch nicht etwa durch eine einfache Abdunstung von Alkohol bedingt, da gleich konzentrierte wäßrige Alkohollösungen in den in Betracht kommenden Zeiträumen nur geringe Verluste zeigten. Der Grund hierfür ist vielmehr darin zu sehen, daß die Alkoholbildung unter anaeroben Bedingungen größer ist, ja möglicherweise nur in den Schichten des Blutes zustande kommt, zu denen der Luftsauerstoff keinen Zutritt hat. So konnte bei unter einer geringen Luftsäule spontan faulenden Blutprobe festgestellt werden, daß in den tieferen Schichten wesentlich höhere Werte vorhanden waren als in den oberflächennahen Anteilen, was sich nach Vergleichsversuchen mit wäßrigen Alkohollösungen ebenfalls nicht allein auf Abdunstung zurückführen ließ.

Die Feststellung, daß bei anaerober Fäulnis eine stärkere Alkoholbildung zustande kommt, läßt den Schluß zu, daß in der Leiche ebenfalls mit stärkeren Neubildungsvorgängen zu rechnen ist. Hierauf weisen Befunde hin, die wir in Übereinstimmung mit M. NICLOUX (4) an älteren faulen Leichenteilen erheben konnten.

Im Destillat von Nierengewebe einer 5 Monate alten Wasserleiche einer schizophrenen über 70jährigen Frau, die kaum vor dem Tode Alkohol aufgenommen haben dürfte, war ein Wert von 1,2% festzustellen. In dem Blut einer nach 6 Monaten exhumierten Leiche fand sich ein Destillatwert von 0,8% bei einem Widmarkwert von mehr als 4%; im Schenkelvenenblut einer 5 Wochen alten Wasserleiche ein Destillatwert von 0,5%. Allerdings war in den zuletzt aufgeführten Fällen eine antemortale Alkoholaufnahme nicht sicher auszuschließen, nach den Umständen aber unwahrscheinlich. Bei einer anderen Wasserleiche mit einer Liegezeit von  $5\frac{1}{2}$  Wochen (Februar bis März), bei der nach den polizeilichen Erhebungen höchstens eine geringe Alkoholaufnahme vor dem Tode stattgefunden haben kann, ergaben sich folgende Werte: Schenkelvenenblut nach Widmark 0,49%, Destillat 0,39%; blutige Flüssigkeit im Pleuraraum nach Widmark 1,29%, Destillat 1,14%, Harn nach Widmark 0,23%, Destillat 0,23%. Eine Diffusion von Alkohol in die Pleuraflüssigkeit vom Magen her war auszuschließen, da im Destillat des Mageninhaltes nur ein Wert von 0,27% bestand. Andererseits ließ sich durch die noch zu besprechende m-Nitrobenzaldehydreaktion für die Anwesenheit höherer Alkohole der Nachweis einer Alkoholneubildung führen. Im Pleurainhalt war diese stark, im Schenkelvenenblut deutlich positiv und im Harn negativ. Die unterschiedlichen Werte in den verschiedenen Leichenteilen weisen darauf hin, daß die Alkoholbildung regionär schwanken kann, was auch aus den NICLOUXSchen Befunden hervorgeht.

Wie bereits erwähnt, konnte der Nachweis geführt werden, daß es sich bei den neugebildeten Alkoholen hauptsächlich um Äthanol handelt. Da jedoch die Neubildung im Tierblut sehr gering war, wurde zusammen mit O. STAUBER in neuen Versuchsreihen mit Leichenblut eine qualitative und annähernd quantitative Auswertung der neugebildeten Alkohole vorgenommen. Auch hier bestand der überwiegende Anteil der neugebildeten Stoffe im allgemeinen aus Äthanol, an zweiter Stelle fanden sich in wechselnder Menge höhere Alkohole (n-Propanol bis n-Amylalkohol). Außerdem kam es regelmäßig zur Bildung von geringen Mengen von Methanol. Die Verteilung der neugebildeten Alkohole war sehr wechselnd, insbesondere hinsichtlich der Anteile an Äthanol und höheren Alkoholen. Der Äthanolgehalt schwankte zwischen 50 und 95%, der Anteil an höheren Alkoholen zwischen 1 und 50%. Der Anteil an Methanol war im allgemeinen gering und betrug maximal 5%, lag aber meist unter 1% der neugebildeten Alkohole. Vor allem in Destillaten von Blut und Organen von Wasserleichen und exhumierten Leichen war stets auch ohne Anreicherung eine stark positive m-Nitrobenzaldehydreaktion zum Nachweis höherer Alkohole zu erzielen.

Zur Identifizierung der Art der Alkohole mit mehr als 2 C-Atomen waren bei den Reihenuntersuchungen Destillatmengen und Konzentrationen zu gering. Für das Vorhandensein von gesättigten Kohlenwasserstoffen, die allenfalls mit in das Destillat übergehen konnten, ergaben sich in keinem Falle Anhaltspunkte.

Auffallenderweise blieben die erreichten Destillatwerte in Versuchsreihen länger konstant, wenn ein höherer Prozentsatz der gebildeten Alkohole höhere Alkohole waren, auch dann, wenn die Blutproben nicht unter Luftabschluß standen. In

einem Falle fand sich in dem Blute einer exhumierten Leiche der Alkoholwert 36 Tage lang auf praktisch gleicher Höhe, während der Widmarkwert von 4,8 auf 8,15%<sub>00</sub> anstieg. In einer anderen Reihe, die vom Todestag an verfolgt werden konnte und anfangs bei allen Reaktionen negative Resultate ergab, blieb das bis zum 9. Tag erreichte Maximum von 0,4%<sub>00</sub> bis zum 32. Tag annähernd konstant. Auch hier änderte sich der Widmarkwert in dieser Zeit von 0,44 auf 0,87%<sub>00</sub>.

Als Ausgangsstoff für die Bildung von Äthanol sind vor allem die Kohlehydrate des Blutes anzusehen (G. LANDSBERG), während die höheren Alkohole vermutlich bei dem bakteriellen Abbau von Eiweißkörpern entstehen (vgl. L. WÜSTENDÖRFER). Bei der oxydativen Desaminierung kann es z. B. zur Bildung von Aldehyden kommen, aus denen dann vermutlich die Umlagerung zu Alkoholen stattfindet (z. B. Isoleuzin und Leuzin zu Amylalkohol bzw. Isoamylalkohol (E. LEHNARTZ)]. Aber auch aus dem Produkt der Decarboxylierung, dem Amin, kann die Umwandlung in den entsprechenden Alkohol erfolgen [z. B. Isoamylamin zu Isoamylalkohol; W. SPECHT (2)]. Die Methanolbildung im Organismus führte TH. v. FELLENBERG (1) auf Pektinkörper der Nahrung zurück, über ihre Abkunft bei Fäulnis ist nichts bekannt.

Eine Methanolbildung durch Fäulnis hat schon einmal H. JANSCH in Gehirn- und Lebergewebe festgestellt. Er fand bereits normalerweise im Blut Spuren von Methanol mit Hilfe der Denigès-Reaktion, ohne sich endgültig festzulegen, ob es sich dabei sicher um Methanol handelte. Im Harn konnte auch TH. v. FELLENBERG (1) besonders nach pektinhaltiger Nahrung Methanol nachweisen. In unseren Versuchen war vor dem Einsetzen der Fäulnis in keinem Falle eine sichere Farbreaktion für Methanol zu beobachten und ebensowenig für höhere Alkohole, dagegen regelmäßig mindestens im Maximum der Alkoholbildung. In jedem Falle ließ es sich ausschließen, daß der positive Ausfall der Methanolreaktion mit Chromotropsäure durch das Vorhandensein von höheren Alkoholen (besonders n-Propanol) bedingt war. Die von W. SPECHT (1) in faulenden Leichenteilen (Leber) nachgewiesene Formaldehydbildung steht in bestem Einklang mit der von uns beobachteten Methanolbildung. Auch ihr Ausmaß (bis 57 mg-%<sub>00</sub>) ist von ganz entsprechender Größe.

Die Methanolbildung durch Fäulnis ist nach unseren Erfahrungen zu gering, um eine Methanolvergiftung vorzutäuschen, wenn man sich darüber klar ist, daß solch geringe Spuren für den Beweis einer Methanolvergiftung bei Fäulniszustand der Leiche oder der Organe nicht genügen.

Da wir die Erfahrung gemacht haben, daß bei nennenswerter Alkoholneubildung durch Fäulnis stets auch höhere Alkohole gebildet werden, so kann deren Nachweis als Kriterium für eine Neubildung herangezogen werden. Dieser wird mit der m-Nitrobenzaldehydreaktion (BOEHM und BODENDORF, SCHWERD und GARHAMMER) im Destillat geführt.

1 cm<sup>3</sup> des Destillats wird mit 5 cm<sup>3</sup> einer konzentriert schwefelsauren m-Nitrobenzaldehydlösung (0,2 g m-Nitrobenzaldehyd in 10 cm<sup>3</sup> konzentrierter Schwefelsäure) unterschichtet und 1 min lang in ein siedendes Wasserbad gestellt. Beim Vorhandensein von höheren Alkoholen bildet sich an der Grenze zwischen wässriger und Säureschicht ein rotgefärbter Ring, der von der Konzentration der bzw. des vorhandenen Alkohols abhängig ist.

Bei einer Alkoholneubildung von nennenswertem Ausmaß wird mindestens bei mehrfacher Anreicherung des Destillats diese Reaktion positiv. In zahlreichen Vergleichsproben von frischem, sowohl alkohol-

haltigen wie alkoholfreien Blut verlief sie dagegen negativ. Als positiv sahen wir dabei einen deutlichen Rotring an der Grenze zwischen wässriger und Säureschicht, nicht dagegen eine leichte Braunfärbung an. Die m-Nitrobenzaldehyd-Reaktion ist auch dann zu empfehlen, wenn der Alkoholgehalt mit der ADH-Methode bestimmt wurde.

Die Untersuchung verschiedener handelsüblicher alkoholischer Getränke ergab, daß deren Gehalt an höheren Alkoholen so gering ist, daß auch nach Konsumtion erheblicher Mengen davon keine positive Reaktion zu erwarten ist. Diese käme höchstens nach der Aufnahme von schlechten hausgemachten Spirituosen in Betracht. Der Methanolgehalt handelsüblicher Getränke kann dagegen, wie wir in Übereinstimmung mit TH. v. FELLENBERG (2) (vgl. auch BERTRAND und SILBERSTEIN) feststellen konnten, nicht ganz unbeträchtlich sein, so daß einer positiven Methanolreaktion im angereicherten Destillat von Leichenblut keine Bedeutung hinsichtlich der Diagnose einer Alkoholneubildung zukommt.

Somit wäre festzustellen, daß die Möglichkeit einer erheblichen Alkoholbildung unter anaeroben Verhältnissen sowohl in der Leiche selbst, als auch in mit Leichenblut gut gefüllten Versandgefäßen gegeben ist und bei der Bewertung von Alkoholbefunden in Betracht gezogen werden muß. Man wird aber bei der Beurteilung des Alkoholgehalts im Leichenblut zunächst davon ausgehen können, daß bis zum 4. Tag nach dem Tode das Bestimmungsergebnis noch ohne besondere Vorsichtsmaßnahmen verwendet werden kann, insbesondere dann, wenn noch keine stärkeren Fäulniszeichen vorhanden sind. Hierauf hat schon K. WAGNER 1936 hingewiesen und sowohl in der Mehrzahl unserer Versuchsreihen als auch in zahlreichen Einzeluntersuchungen war in diesem Zeitraum keine Erhöhung des Alkoholspiegels zu beobachten. Allerdings ist eine Neubildung schon vor diesem Zeitpunkt, was bereits E. WEINIG (1) betonte, nicht sicher auszuschließen, wenn sie auch meist noch kein beträchtliches Ausmaß erreicht haben wird. Nach dem Ablauf von 3—4 Tagen ist in allen Fällen, besonders in der warmen Jahreszeit mit dem Vorhandensein von einer Fäulnisneubildung zu rechnen. Diese kann so groß sein, daß sie die in den ersten Tagen nach dem Tode stattfindende Alkoholverminderung in der Leiche übertreffen kann, die nach K. WAGNER 20—25% beträgt. Nach unseren Untersuchungen kann, wenn dies auch selten der Fall sein mag, der Anstieg etwas mehr als 1% betragen. Wesentlich höhere Werte haben wir nicht beobachtet.

Das Fehlen eines Fäulnisgeruches ist kein sicherer Maßstab für das Fehlen einer Neubildung, doch wird dann noch keine erhebliche Alkoholbildung eingesetzt haben. In solchen Fällen, in denen nur geringe Alkoholwerte festgestellt werden, ist bei einer Zurückrechnung auf den Alkoholgehalt in einem länger vor dem Tode zurückliegenden Zeitpunkt besondere Vorsicht angezeigt.

Da wir auf die Neubildung von Alkoholen in der Leiche selbst keinen Einfluß haben, erhebt sich die Frage, ob überhaupt in solchen Fällen über eine Alkoholaufnahme zu Lebzeiten eine Aussage gemacht werden kann. Hierzu wäre Untersuchungsmaterial heranzuziehen, das der Fäulnis in geringerem Grade ausgesetzt ist. K. BÖHMER hat auf die Verwendung von Herzbeutelflüssigkeit verwiesen. Unsere Aufmerksamkeit hat sich mehr dem Leichenharn zugewandt, da schon SJÖVALL und WIDMARK gezeigt haben, daß sich die Harnwerte im allgemeinen längere Zeit konstant halten. Wir haben unter Anwendung des WEINIGSchen

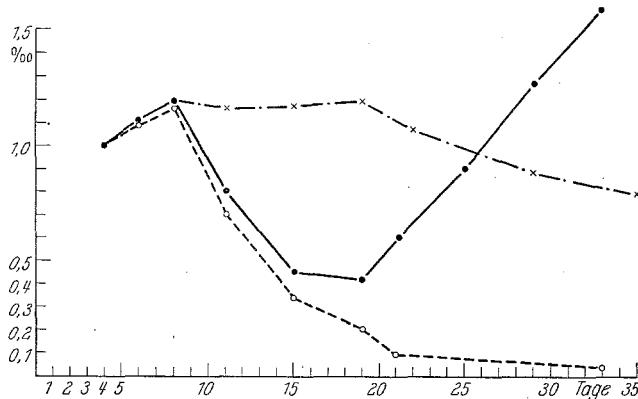


Abb. 3. Der Einfluß vom Natriumfluorid auf den Alkoholgehalt des Leichenblutes.  
 ● — ● Widmarkwerte, ○ - - - ○ Destillatwerte, × - - - × Destillatwerte des am 8. Tage mit Natriumfluorid versetzten Teiles des Blutes.

Destillationsverfahrens den Einfluß der Fäulnis auf den Leichenharn bis zu 3 Monaten verfolgt und dabei niemals einen Anstieg über  $0,1\%$  beobachten können, selbst wenn der Harn in stinkende Fäulnis übergegangen war. War der Harn alkoholhaltig, so erfolgt *in vitro* unter geringer Luftsicht ein langsames Absinken der Werte. Auch bei streng anaeroben Verhältnissen *in vitro* war keine nennenswerte Neubildung zu beobachten. Findet sich also auch im Leichenharn Alkohol, so kann man unter vorsichtiger Würdigung der Beziehungen zwischen Blut- und Harnalkoholspiegel (vgl. WEINTIG und SCHWERD) einen Alkoholbefund im Leichenblut erhärten.

Da nicht immer im unmittelbaren Anschluß an eine Sektion das Leichenblut untersucht werden kann und häufig Blutproben verschickt werden müssen, ist mitunter erst mit dem Einsetzen der Fäulnis oder mit weiteren Fäulnisveränderungen beim Versand zu rechnen. Die mit Alkoholbildung verbundene Fäulnis kann am besten hintangehalten werden, wenn dem Blut festes Natriumfluorid in einer Konzentration von etwa 1% zugesetzt wird, wie wir in Übereinstimmung mit M. SCHMIDT, H. A. HEISE und KOHN-ABREY und TRUFFERT nachweisen

konnten (Abb. 3). Hierbei besteht nicht nur der Vorteil der Verhinderung einer Neubildung von Alkohol, sondern auch der Verhinderung der Zerstörung von vorhandenem Alkohol. Es ist also grundsätzlich ein Zusatz von Natriumfluorid zu entnommenem Leichenblut dann zu empfehlen, wenn die Untersuchung nicht sofort vorgenommen werden kann. Eine weitere Neubildung oder ein weiterer Abfall des Alkoholgehalts kann hierdurch vermieden werden.

Daß hierbei nach der Empfehlung von K. WAGNER Schenkelvenenblut zu verwenden ist, ist eine Selbstverständlichkeit, insbesondere auch deswegen, da nach unseren Untersuchungen selbst eine geringe Kotinfektion des Blutes auf die Neubildung einen erheblichen Einfluß haben kann.

#### *Zusammenfassung.*

Bei der Beurteilung von faulendem Leichenblut ist die Möglichkeit der Alkoholbildung durch Fäulnis zu beachten, die unter Luftzutritt bis  $0,5\%$  — unter anaeroben Verhältnissen mehr als  $1\%$  — betragen kann. Neben Äthanol werden stets auch Methanol und Alkohole mit mehr als 2 C-Atomen gebildet. Die Methanolbildung ist aber zu gering, um eine Methanolvergiftung vorzutäuschen. Der Nachweis höherer Alkohole mit der m-Nitrobenzaldehyd-Reaktion kann als Kriterium für eine Alkoholneubildung angesehen werden. Durch Heranziehung des Harnalkoholgehalts, der Fäulniseinflüssen in wesentlich geringerem Maße ausgesetzt ist, kann ein Blutalkoholbefund erhärtet werden. Zur Verhinderung weiterer Veränderungen des Alkoholgehalts empfiehlt es sich, Leichenblut sofort nach der Entnahme aus einer Schenkelvene mit Natriumfluorid zu versetzen.

*Anmerkung bei der Korrektur:* Auf die nach Einsendung des Manuskriptes erschienene Arbeit: „Fäulnis und Äthylalkohol“ von REDETZKI, JOHANNSMEIER und DOTZAUER [diese Z. 41, 424 (1952)] sei verwiesen. Wir haben seit fast einem Jahre vergleichende Untersuchungen mit der ADH-Methode durchgeführt und nur in Fällen mit erheblichem prozentualen Anteil an höheren Alkoholen, der durch die ADH-Untersuchung allein nicht zu erkennen ist, Abweichungen von den mit dem WEINTIGSchen Verfahren erzielten Ergebnissen gesehen. Bei geringem Anteil an Alkoholen mit mehr als 2 C-Atomen, der mit der m-Nitrobenzaldehyd-Reaktion bereits nachweisbar war, ergaben sich nicht immer Differenzen in den Werten. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß diese Alkohole bis zu einem gewissen Grade mit dem Ferment reagieren [vgl. DOTZAUER, REDETZKI, JOHANNSMEIER und BÜCHER, diese Z. 41, 15 (1952)].

#### *Literatur.*

BALTHAZARD et LAMBERT: Ann. Méd. lég. etc. 1, 83 (1921). — BÉCHAMP, I.: C. r. Acad. Sci. (Paris) 89, 573 (1879). — BENNER, H.: Untersuchungen über die Veränderung des Alkoholgehaltes in unter verschiedenen Bedingungen aufbewahrten Blutproben. Inaug.-Diss. Göttingen 1937. — BERTRAND, G., et L. SILBERSTEIN: Ann. Inst. Pasteur 82, 668 (1952). — BOEHM, TH., u. K. BODENDORF: Arch. Pharmaz. 268, 249 (1930). Ref. Chem. Zbl. 1930 II, 1106. — BÖHMER,

K.: Med. Welt **1936**, 1527. — BÜTTNER, G.: Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. 17, von A. JUCKENACK, FR. BAMES, B. BLEYER, J. GROSSFELD. Berlin: Springer 1938. — ELBEL, H.: (1) Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden. Leipzig 1937. — (2) Dtsch. Z. gerichtl. Med. **30**, 218 (1938). — FELLENBERG, TH. v.: (1) Biochem. Z. **85**, 45 (1918). — (2) Zit. nach G. BÜTTNER. — FRAENKEL, P., u. H. W. NIKOLAI: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **11**, 134 (1928). — FRIEDEMANN, TH., and R. KLAAS: J. of Biol. Chem. **117**, 47 (1936). — GARHAMMER, C. L.: Experimentelle Studien zur Frage der Spezifität und Empfindlichkeit von Methoden zum Nachweis niederer aliphatischer Alkohole und ihre Anwendung zur Erfassung der bei der Fäulnis von Leichenblut neugebildeten Alkohole. Inaug.-Diss. Erlangen 1952. — GETTLER, A. O.: Zit. nach H. ELBEL. — GORR, G., u. I. WAGNER: Biochem. Z. **161**, 488 (1925). — HEISE, A. H.: Amer. J. Clin. Path. **4**, 182 (1934). Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **23**, 395 (1934). — HINSBERG, K.: Chemiker-Ztg **1938**, 145. — HINSBERG, K., u. E. BREUTEL: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **31**, 194 (1939). — JANSCH, H.: Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **62**, 1 (1921). — KOHN-ABREST, E., et TRUFFERT: Ann. Méd. lég. etc. **17**, 517 (1937). — KOZELKA, FL., and C. H. HINE: Ind. Engng. Chem., analyt. Edit. **13**, 905 (1941). — LANDSBERG, G.: Z. physiol. Chem. **41**, 505 (1904). — LEHNARTZ, E.: Chemische Physiologie, 6. Aufl. Berlin 1943. — LEMMER, H. E.: Blutalkoholbestimmung in faulem Blut. Inaug.-Diss. Heidelberg 1939. — MAIGNON, M. F.: Bull. Soc. Chim. biol. (Paris) **25**, 67 (1943). — NICLOUX, M.: (1) C. r. Soc. Biol. (Paris) **120**, 1301 (1935). — (2) C. r. Soc. Biol. (Paris) **120**, 1304 (1935). — (3) C. r. Soc. Biol. (Paris) **120**, 1306 (1935). — (4) C. r. Soc. Biol. (Paris) **121**, 975 (1936). — (5) Ann. Méd. lég. etc. **16**, 113 (1936). — NIKOLAI, H. W.: Siehe P. FRAENKEL. — PALMIERI, V. M.: Verh. ber. Kongr. gerichtl. Med. Bonn 1938, S. 463. — SCHMIDT, M.: Zit. nach E. M. P. WIDMARK. — SCHWARZ, F.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **10**, 377 (1927). — SCHWERD, W.: Experimentelle Studien über die Spezifität von Methoden zur Alkoholbestimmung im Leichenblut und über die Alkoholbildung bei der Fäulnis. Inaug.-Diss. Erlangen 1950. — SCHWERD, W., u. C. L. GARHAMMER: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **42**, 75 (1953). — SIMONIN: Zit. nach H. ELBEL. — SJÖVALL, E.: Med. Welt **1931**, 949. — SJÖVALL, E., och E. WIDMARK: Lunds Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, **25** (1930). — SPECHT, W.: (1) Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 34 (1936). — (2) Erg. path. Anat. **33**, 138 (1937). — STAUBER, O.: Experimentelle Studien über das Auftreten von Methanol, Aethanol und Alkoholen mit mehr als 2 C-Atomen bei der Fäulnis von Blut. Inaug.-Diss. Erlangen 1952. — VIELLEDENT: Ann. Méd. lég. etc. **6**, 215 (1926). — WAGNER, K.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 276 (1936). — WEDARD, V. M.: Zaccchia **9**, 81, 95 (1930). Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **17**, 267 (1931). — WEINIG, E.: (1) Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 293 (1936). — (2) Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 318 (1951). — WEINIG, E., u. W. SCHWERD: Arch. exper. Path. u. Pharmakol. **221**, 243 (1954). — WIDMARK, E. M. P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin u. Wien 1932. — WÜSTENDÖRFER, L.: Über die bakterielle Alkoholbildung aus Kohlenhydraten, Eiweiß und Fetten. Inaug.-Diss. Erlangen 1954. — YOSHIMOTO, S.: Okayama-Igakkai-Zasshi **43**, 1514 (1931). Autorref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 35 (1932).

Dr. WOLFGANG SCHWERD,  
Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik der Universität Erlangen.