

(Aus dem gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Zürich — Direktion:
Prof. Dr. H. Zangger.)

Der Alkoholnachweis in der forensischen Praxis unter besonderer Berücksichtigung der Technik.

Von
Dr. med. **Fritz Schwarz,**
Ass.-Arzt.

Mit 1 Textabbildung.

I. Einleitung.

Die Entwicklung der modernen Rechtsprechung geht darauf hinaus, den naturwissenschaftlichen Methoden, wo solche überhaupt zur Verfügung stehen, bei der Abklärung von Tatbeständen oder zur Ergänzung, Begründung, Abrundung eines Kausalzusammenhangs ein immer weiteres Feld einzuräumen. Aus der Forderung nach einem naturwissenschaftlich fundierten Urteil heraus wird, auch wenn scheinbar zuverlässige Zeugenaussagen vorliegen, heute bei einer Untersuchung bereits von Anfang an darauf Bedacht genommen, die Zeugen, wenn immer möglich, mit objektiver Feststellungstechnik zu kontrollieren und dadurch für die rechtliche Beurteilung einer Situation Unterlagen zu gewinnen, die eine zuverlässige, in allen Fällen gleichwertige, immer wieder reproduzierbare Basis darstellen.

Diese Tendenzen der Sicherung in der modernen Rechtsprechung haben in den letzten Jahrzehnten die Beziehungen zwischen Medizin und Recht einerseits immer mehr kompliziert, andererseits sehr vertieft. Der Rechtsmedizin erwuchsen neue Aufgaben, für deren richtige Lösung und Durchführung sie verantwortlich ist. Sie wurde dazu angespornt, neue, sichere Methoden für neue Zwecke zu finden oder alte Methoden neuen Zwecken praktisch anzupassen. Das schönste Beispiel für diese Entwicklung ist die Beziehung physikalisch-chemischer Methoden in den Arbeitskreis der gerichtlichen Medizin (vgl. Interferometrie, Polarisation, Fluorescenz, Spektroskopie usw.).

Der moderne Richter hat ferner viel größere Kompetenzen in bezug auf das Strafmaß und die Strafart (bedingte Verurteilung, Zwangserziehungsanstalt, Arbeitshaus usw.). Er ist dadurch in mancher Beziehung zum sozialen Therapeuten geworden. Die moderne Gesetzgebung sucht den Richter in dieser Eigenschaft immer mehr zu fördern

und zu unterstützen (vgl. Entwurf eines schweiz. Strafgesetzbuches 1918). Der Richter muß daher, um die Verantwortung für sein Handeln überhaupt tragen zu können, auf einen weitgehend naturwissenschaftlich fundierten Kausalzusammenhang Anspruch machen dürfen.

Die Untersuchung der Alkoholwirkung im Moment eines rechtlich wichtigen Ereignisses ist deshalb eine Forderung, welche die moderne Rechtsprechung an die Rechtsmedizin stellen muß. Der wissenschaftlich gangbare Weg zur Erfüllung dieser Forderung ist die Bestimmung der Alkoholkonzentration, welche im rechtlich wichtigen Moment im Innern des Körpers (z. B. im Gehirn oder im Blut) wirksam war. Bei der akuten Alkoholwirkung handelt es sich um eine Wirkung der Alkoholmoleküle; der Grad dieser Wirkung ist also abhängig von der molaren Konzentration. Wichtig ist, daß beim Menschen die Konzentrationsbreiten, die erfahrungsgemäß einem gewissen Wirkungsgrad entsprechen, relativ enge und von Mensch zu Mensch (wenigstens von gewissen Konzentrationsstufen an) ungefähr die gleichen sind.

Andere Methoden zur forensischen Beurteilung eines Rauschzustandes sind ebenfalls angegeben worden. Sie beruhen auf mehr oder weniger eingehender psychischer Exploration und haben damit den Nachteil, daß sie oft nicht anwendbar sind (Bewußtlose, Verletzte, Tote) und daß sie, sofern subjektive Täuschungsmöglichkeiten ausgeschlossen werden sollen, große Erfahrung und Übung voraussetzen, wenn eine gleichmäßige Beurteilung aller Fälle erfolgen soll. (Die Neigung, einen Rausch anzunehmen, wo ganz andere Ursachen vorliegen, ist sehr groß.)

Ein Schema zur Untersuchung berauschter Autoführer, nach welchem in Kopenhagen gearbeitet wird, hat *Fog* aufgestellt. *Fog* läßt besonders auf folgende Punkte achten:

1. Ausschen (apparence): betäubt, schwere Lider, zerfahrene Züge, Rötung des Gesichtes, der Bindegäute, Schweiß, Speichel, Aufstoßen, Erbrechen, Zustand der Kleider, Spuren auf den Kleidern.
2. Benehmen (attitude): lärmend, überreizt, überspannt, anmaßend, stumpfsinnig, heiter, schwatzhaft, unausgeglichen, gleichgültig usw.
3. Örtliche und zeitliche Orientierung.
4. Gedächtnis in bezug auf die Eindrücke der vorangegangenen Stunden. Kann eine Beschreibung vom Vorgefallenen gegeben werden? Wie geht das Rechnen?
5. Aussprache.
6. Gang (Romberg).
7. Sicherheit der Handbewegungen, Schrift, Aufheben eines Gegenstandes usw.
8. Puls, Pupillen, Schmerzempfindung.
9. Geruch nach alkoholischen Getränken.
10. Symptome von Krankheiten oder Traumen (Epilepsie, Schlaganfall, Com-motio usw.).

Seit Jahren versuchen wir am Zürcher Institut die Alkoholwirkung mit naturwissenschaftlichen Methoden zu erfassen. Wir konnten dabei in letzter Zeit die Methodik so weit ausbauen (namentlich durch die Kombination zweier wesensverschiedener Methoden), daß wir heute für unsere Resultate die Verantwortung übernehmen können. Die Grund-

lage unserer Untersuchungen bildete, neben reichem eigenem Material, eine direkte Zusammenarbeit mit den Kliniken, namentlich mit der chirurgischen Klinik. Jedem Patienten, der beim Eintritt Verdachtsmomente für akute Alkoholwirkung aufwies, wurde, zusammen für die Wassermannsche Reaktion, Blut zur Alkoholbestimmung entnommen. In zahllosen Untersuchungen konnten wir, im Vergleich mit den klinischen Rauschsymptomen, in der Interpretation unserer Werte die nötige Erfahrung gewinnen. Anfänglich führten wir die Bestimmungen auf eigene Faust, d. h. aus rein wissenschaftlichem Interesse durch, ohne daß sich an unsere Resultate rechtliche Folgen geknüpft hätten. Immer häufiger kam es dann aber vor, daß unsere Befunde für die rechtliche Beurteilung eines Falles folgenschwer wurden und oft die einzige Grundlage zur Abklärung einer Situation bilden mußten.

Neben der rechtlichen Bedeutung hat aber die Alkoholbestimmung sehr oft *rein medizinisches Interesse*. Bei bewußtlos Aufgefundenen ist sie diagnostisches Erfordernis: handelt es sich um eine einfache Alkoholintoxikation, liegt eine andere Vergiftung (Kohlenoxydvergiftung, z. B. bei Chauffeuren, Rauschmittel), eine endogene Intoxikation vor (Urämie, diabetisches Koma), besteht eine Kombinationswirkung (diabetische Störung und leichte Alkoholwirkung dazu), oder ist die Bewußtlosigkeit die Folge eines Schädeltraumas usw.? Namentlich die letzte Frage ist bei den häufigen Verkehrsunfällen äußerst wichtig geworden: läppisches Benehmen, Reizbarkeit, Verwirrungszustände, Aufregungszustände, Bewußtlosigkeit als Folge von Schädeltraumen werden dabei oft beobachtet. Gerade in solchen Fällen ist eine ungefähre Schätzung, was ist die Folge des Traumas, was ist Alkoholwirkung, sehr wertvoll. Auch zur Diagnose der Ätiologie einer Neuritis oder epileptiformer Anfälle usw. können Kontrollen der Alkoholkonzentration im Blut entscheidende Anhaltspunkte liefern.

Regelmäßig führen wir die Alkoholbestimmung durch bei außergewöhnlichen Todesfällen, sobald auch nur der Verdacht einer Alkoholwirkung auftaucht. Zahlreiche Situationen (Unglücksfälle, Sturz ins Wasser, Sturz von der Treppe, vom Gerüst bei der Arbeit, Kohlenoxydvergiftungen, wo eine Selbstrettung leicht möglich gewesen wäre, Tod in Brandherden usw.) fanden durch die Alkoholbestimmung ihre überraschende und überzeugende Abklärung. Wir betrachten heute in allen diesen Fällen die Alkoholuntersuchung zur Aufhellung des Kausalzusammenhangs als absolutes Erfordernis. In vielen dieser außergewöhnlichen Todesfälle konnte übrigens die Sektion nicht durchgeführt werden, teils weil die Angehörigen dieselbe verweigerten, teils weil die Untersuchungsbehörden die Kosten dafür nicht übernehmen wollten; wir mußten uns mit der Leichenschau begnügen. Das Material (Blut, Urin) verschafften wir uns dann mit Leichtigkeit durch die Herzpunction

(wie bei der CO-Blutentnahme) und durch Katheterisieren der Blase. Einwände gegen dieses Verfahren von seiten der Angehörigen sind noch nie erhoben worden.

Viele dieser Erhebungen bei außergewöhnlichen Todesfällen gewannen dann nachträglich, oft erst nach Monaten, rechtliche Bedeutung. Gewöhnlich waren es Versicherungen, die sich für unsere Befunde interessierten (heute namentlich häufig Zeitschriftenversicherungen), die sogar meist mit der direkten Fragestellung nach Alkoholwirkung an uns herantraten. Es ist übrigens auffällig, wie rasch die Versicherungen den Wert der neuen Untersuchungsart erfaßten. Aber auch die Untersuchungsbehörden (aus verschiedenen Teilen der Schweiz) lassen uns Material zur Alkoholbestimmung zukommen.

Das *Versicherungsrecht* braucht den Alkoholnachweis zur Entscheidung der Frage: ist ein Unfall fahrlässig oder grob fahrlässig herbeigeführt worden (dazu zählt, je nach Police, meist die Alkoholwirkung), kann deshalb die Entschädigung reduziert oder ganz abgelehnt werden? Oder: ist der Tod nur teilweise die Folge eines versicherten Unfalles, d. h. hat eine Alkoholwirkung den Unfall ausgelöst oder die zur Rettung entsprechende Reaktion verunmöglicht oder verlangsamt (Ertrinken, Erfrieren) oder sind durch Alkoholwirkung die Unfallfolgen verschlimmert worden?

Für das *Zivilrecht* kann in vereinzelten Fällen der Alkoholnachweis von Bedeutung werden (Ehescheidung, Trinkerfürsorge, Bevormundung). Es behandelt zwar vorwiegend die Folgen des chronischen Alkoholgenusses; trotzdem hat uns die Alkoholbestimmung auch dabei schon gute Dienste geleistet, z. B. bei Begutachtungen über Aufhebung der Vormundschaft bei chronischen Trinkern. Diese Leute benutzen oft den Ausgang, den sie zur amtsärztlichen Untersuchung erhalten, zum Besuch von Wirtschaften und kommen dann in leicht alkoholisiertem Zustande vor den Arzt, obschon sie jeglichen Alkoholgenuss strikte ableugnen. Das Resultat der Blutuntersuchung zeigt dann, daß der Moment zur Aufhebung der Vormundschaft noch nicht gekommen ist.

Das *Strafrecht* ist am Alkoholnachweis ungemein viel häufiger interessiert als das Zivilrecht. Die Ansprüche, die es dabei stellt, sind von Land zu Land, in der Schweiz wiederum von Kanton zu Kanton verschieden. Einfach gestalten sich die Verhältnisse in einem Lande mit totaler Prohibition, wo nicht die Frage gestellt wird: wieviel Alkohol wurde genossen, sondern: wurde überhaupt Alkohol eingenommen? Hier genügt die qualitative Untersuchung, vielleicht verbunden mit einer groben quantitativen Schätzung, mit ganz einfacher Methodik. Wenn aber auf die Frage nach dem Quantum der Alkoholwirkung geantwortet werden soll (wie in den meisten europäischen Ländern), dann

ist eine exakte quantitative Bestimmung mit zuverlässiger Methodik, womöglich unter Kombination wesensverschiedener Methoden, notwendig.

Der schwer Berauschte hat keine Einsicht in die Unrechtmäßigkeit seiner Handlungen; logischerweise wäre er straffrei und der leicht Betrunkene müßte folgerichtig milder bestraft werden als der Nüchterne. Dem selbstverschuldeten, nicht komplizierten Rausch wird nun aber in verschiedenen Strafgesetzen (z. B. in mehreren Schweizer Kantonen) aus begreiflichen sozialen und erzieherischen Überlegungen in dieser Beziehung eine Sonderstellung eingeräumt, indem auch bei Rauschzuständen teilweise oder sogar volle Zurechnungsfähigkeit angenommen wird. Andere Strafgesetze schließen bei einem Delikt im selbstverschuldeten Rausch zwar die Annahme des Vorsatzes, nicht aber die Zurechnung zur Fahrlässigkeit von der Strafe aus, d. h. wer sich betrinkt, handelt, wie die gemeinrechtliche Doktrin sich ausdrückt, fahrlässig. Wo die Gesetzesbestimmungen eine Verantwortlichkeit bei schwerer Betrunkenheit nicht ausschließen, führt natürlich der selbstverschuldete leichte Rausch, der nur mit einer Beeinträchtigung des Bewußtseins verbunden ist, auch nicht zur Strafmilderung.

Neue Gesetzesvorschläge (vgl. Entwurf eines allgemeinen deutschen Strafgesetzbuches) wollen eine Verminderung bzw. Aufhebung der Zurechnungsfähigkeit bei selbstverschuldeter Trunkenheit überhaupt nicht mehr anerkennen; andere Vorschläge gehen wiederum dahin, aus der Trunkenheit einen eigenen Tatbestand zu machen, d. h. die Trunkenheit wird bestraft, wenn der Betrunkene im selbstverschuldeten Rausch eine strafbare Handlung begangen hat (z. B. Kommissionsentwurf eines Strafgesetzbuches für das Deutsche Reich 1913).

Besondere Strafen gegen die Trunkenheit findet man in den gegenwärtigen Strafgesetzen gewöhnlich nicht (ausgenommen Militärstrafgesetze, Seemannsordnungen usw.). Interessant ist, daß der Vorentwurf zu einem deutschen Strafgesetzbuch (1909) *gefährliche* und *große* Trunkenheit als Übertretungen bedroht, während der Gegenentwurf zum Vorentwurf (1911) die *selbstverschuldete* Trunkenheit als Vergehen gegen die öffentliche Ordnung bestraft.

Eine Handlung oder Unterlassung im Rausch, an die sich keine strafrechtlichen Folgen knüpfen, kann trotzdem Rechtsfolgen nach sich ziehen: sichernde Maßnahmen, Bevormundung, Trinkerheilstätte, Wirtshausverbot usw.

Der Arzt hat bei strafrechtlichen Tatbeständen festzustellen, ob Trunkenheit vorliege, in welchem Grade (ob bei dem vorliegenden Grad von Trunkenheit noch diese oder jene Handlung möglich gewesen sei), ferner ob es sich um eine pathologische Reaktion auf Alkoholgenuss handle und durch welche Alkoholmengen diese Reaktion ausgelöst wurde (Idiosynkrasie, pathologischer Rausch). Die ärztlichen Feststellungen müssen so rasch als möglich nach dem rechtlich wichtigen Ereignis gemacht werden, weil die akute Alkoholvergiftung rasch vorübergeht. Es ist deshalb von Vorteil, wenn der erste untersuchende Arzt sich bewußt ist, welche Bedeutung einer Alkoholuntersuchung zukommt und für welche Überlegungen des Richters (oft erst Monate nach dem rechtlich wichtigen Ereignis) sie als objektive Grundlage dienen kann.

Rein schematisch lassen sich hier folgende Möglichkeiten resp. Fragestellungen voraussehen:

- a) In bezug auf den *Angeschuldigten* (Täter):

Liegt Fahrlässigkeit oder grobe Fahrlässigkeit des Angeklagten vor, verursacht durch Alkoholzufuhr (Gefährdungstatbestände, Verkehrsunfälle)? Hat er z. B. eine einfache Situation übersehen, eine notwendige Reaktion nicht oder nicht rasch genug ausgeführt?

Hat sich der Täter mit Willen alkoholisiert, um ein Delikt skrupelloser begehen zu können, als in nüchternem Zustand (Racheakte, Brandstiftungen)?

Hat der Täter den Entschluß zur Tat erst im Rausch gefaßt? Handelt es sich um eine Selbstanklage unter Alkoholwirkung?

b) In bezug auf das *Opfer*:

Steht das Opfer unter Alkoholwirkung, ist es dadurch mitschuldig geworden? Lief es z. B., ohne die nötigen Vorsichtsmaßregeln zu beachten, in ein Fahrzeug hinein, lag es im Rausch in der Fahrbahn? (bei oft widersprechenden Angaben der Zeugen). In solchen Situationen ist die Alkoholbestimmung oft die einzige Möglichkeit, die Aussagen des Angeklagten zu kontrollieren.

Hat das Opfer unter Alkoholwirkung den Täter provoziert?

Wurde das Opfer durch Alkoholgaben in den Zustand der Wehrlosigkeit versetzt (Sittlichkeitsverbrechen, Raub usw.), oder wurde dem Opfer Alkohol verabreicht in Mengen, die eine gesundheitliche Schädigung, evtl. direkt oder indirekt den Tod nach sich zogen? (Anklagen gegen Wirte wegen fahrlässiger Körperverletzung resp. Tötung.)

Wurde dem Opfer entgegen gesetzlichen Bestimmungen Alkohol verabreicht (z. B. einem Kinde)?

Schließlich kann die Kontrolle der *Zeugen* wichtig werden: waren die Zeugen überhaupt fähig, einen Vorgang richtig aufzufassen und ihre Beobachtungen wiederzugeben?

Schwierigkeiten bei der Materialentnahme sind uns noch nie vorgekommen (Verweigerung der Venenpunktion). Zur Venenpunktion zwingen können wir gesetzlich keinen Menschen; ob ihm aus der Verweigerung erschwerende Umstände in der rechtlichen Beurteilung der ganzen Situation erwachsen können, das ist eine rein juristische Frage, deren Beantwortung nicht dem Arzt zusteht.

Handelt es sich um Verletzte, z. B. Leute mit einem Schädeltrauma, dann läßt sich die Alkoholbestimmung meist aus rein diagnostischen Gründen rechtfertigen. Bei Verletzten, die ins Spital eingewiesen werden, kann die Blutentnahme ohne weiteres für die Wassermannsche Reaktion und für die Alkoholbestimmung zusammen erfolgen. Bei schwer Betrunkenen oder Bewußtlosen sind wir ebenfalls nie auf Schwierigkeiten gestoßen; auch hier hat die Medizin immer Interesse an der Alkoholbestimmung. Bei Rauschzuständen mittleren bis leichten Grades konnten wir die Materialgewinnung immer durchführen, weil man mit dem Alkoholisierten einen ausgezeichneten affektiven Rapport hat, weil der-

selbe von seiner Nüchternheit stets überzeugt ist und den Beweis dafür gern antreten will. Beim Nüchternen vollends, der klar weiß, daß er nichts oder nur wenig getrunken hat, fanden wir für die Venenpunktion sogar große Bereitwilligkeit; für den wirklich Nüchternen ist der Alkoholnachweis immer eine Entlastung.

Bevor wir das Material entnehmen, haben wir uns für die Art der Methodik zu entscheiden: *Mikro- oder Makromethoden?* Für die forensische Praxis haben die Mikromethoden zahlreiche Nachteile, denen gegenüber der für die Makromethoden notwendige, oft unangenehme Eingriff der Venenpunktion in den Hintergrund tritt.

Die Mikromethoden sind unersetztlich für Laboratoriumsversuche (Tierversuche), wo Fehlerquellen („physiologischer“ Alkohol, Einnahme von Kohlehydraten, Früchten usw.) durch die ganze Versuchsanordnung systematisch ausgeschaltet werden können und wo das Material mit geeigneten Instrumenten entnommen (Pipetten, Capillaren) und sofort verarbeitet werden kann. Mikromethoden sind ferner unentbehrlich zur Vornahme von Scrienversuchen (Resorption, Ausscheidung usw.), wo das Material in zahlreichen Zeitintervallen entnommen werden muß.

In der forensischen Praxis können die für die Mikromethoden nötigen Voraussetzungen *nie* erfüllt werden. Die Blutentnahme geschieht oft unter den ungünstigsten äußeren Bedingungen, z. B. auf einer Unfallstelle unter freiem Himmel, auf der Polizeiwache usw. Für Mikromethoden geeignete Auffanggefäß stehen meist nicht zur Verfügung, während eine Spritze und ein Wassermannsröhrchen jeder Arzt besitzt. Die Hauptvorteile der Makromethoden sind aber: die Möglichkeit der Untersuchung des Destillates auf wichtige Fehlerquellen und die Kombination zweier wesensverschiedener Methoden (chemische Methode und chemisch-physikalische Methode). Aus diesen Gründen haben wir von Anfang an auf die Mikromethodik für die forensische Praxis verzichtet.

Die Venenpunktion ist übrigens seit der Einführung der „Venülen“ (Behring-Werke) äußerst einfach geworden. Mit der Venüle besitzen wir ein Instrument, das unter den schwierigsten äußeren Bedingungen ohne jede Vorbereitung eine sterile Blutentnahme und eine einwandfreie Versendung des Materials erlaubt. Die Fabrik stellt für die Alkoholbestimmung auf unsere Veranlassung besonders vorbereitete Venülen her, die zweckmäßig mit etwas Natriumoxalat beschickt werden (zur Verhinderung der Gerinnung).

Beim Lebenden kommt zur Untersuchung Blut (ca. 10 ccm), evtl. Urin oder die Exspirationsluft in Betracht; an der Leiche stehen uns als wichtig Blut, Organe (Gehirn), Urin und evtl. Mageninhalt zur Verfügung.

Während Blut, Organe und Urin für die Untersuchung zuerst sorgfältigster Destillation unterzogen werden müssen und dann das Destillat mit relativ komplizierter Methodik weiter untersucht wird, ist die Untersuchung der Exspirationsluft einfach.

Die Luft wird durch eine Waschflasche geleitet, die *erwärmte* alkalische Jodlösung enthält. Ist Alkohol (oder Aceton) vorhanden, so bildet sich, *nicht* quantitativ (entsprechend der langsamen Umsetzung), Jodoform, das schon in geringen Mengen am Geruch zu erkennen ist (Über-

führung auf dem Platz mit der „Jodoformtrompete“). Größere Jodoformmengen bedingen eine Trübung der Jodlösung; die Jodoformkrystalle lassen sich mikroskopisch nachweisen. Durch Wägen der gebildeten Jodoformmenge oder durch Jodtitration läßt sich die Menge des ausgeatmeten Alkohols abschätzen (die Schwankungsbreiten sind noch nicht festgestellt). Voraussetzung ist natürlich, daß neben Alkohol keine anderen Jodoformbildner vorhanden sind. Praktisch wichtig ist hier das Aceton, das sich schon in der Kälte zu Jodoform umsetzt, dann aber zahlreiche, exogene flüchtige Verbindungen (Alkohole, Aldehyde, Ketone), wie sie heute so oft bei gewerblichen Vergiftungen (Lösungsmittel) aufgenommen und durch die Lungen wieder ausgeschieden werden.

Der Nachweis aus der Atmungsluft läßt sich durchführen, wenn rechtlich nur die Frage gestellt wird: wurde Alkohol überhaupt genossen oder wurde er in sehr großen Mengen genossen? Genauere Rückschlüsse aus der ausgeatmeten Alkoholmenge auf die Blutkonzentration machen zu wollen, ist nicht möglich. Für die Rechtslage in der Schweiz und in den meisten europäischen Ländern ist deshalb die Bestimmungsmethode aus der Exspirationsluft absolut ungenügend; die exakte Bestimmung der im Innern des Körpers wirksamen Alkoholkonzentration (Blut, Gehirn) ist hier notwendig.

II. Die Destillation.

1. Die Destillation des Blutes.

Das voll gefüllte, luftdicht verschlossene Blutröhrchen wird zuerst mit samt dem Blut gewogen. Die Genauigkeit der Wägung richtet sich nach dem Zweck der Untersuchung: bei experimentellen Bestimmungen (Laboratoriumsversuche, Nachweis des „physiologischen“ Alkohols, Tierversuche), wünschen wir eine Genauigkeit des Resultats auf hundertstel oder tausendstel Promille, bei Bestimmungen für die forensische Praxis, wo es unmöglich ist, alle Fehlerquellen vorauszusehen und zu beherrschen, begnügen wir uns mit einem auf 0,1%_{oo} genauen Resultat. Nach der Wägung wird das Röhrchen gut geschüttelt, dann läßt man seinen Inhalt in den Destillierkolben ausfließen und wähgt noch einmal das leere Röhrchen; Zusätze sind natürlich in Abzug zu bringen (Natriumoxalat).

Darauf wird das Blut der Destillation unterworfen. Man setzt zur Bindung des Ammoniaks, das sehr bald im Blut auftritt, etwas Weinsäure bis zur leicht sauren Reaktion hinzu, nachdem man vorher mit destilliertem Wasser verdünnt hat. Zur Verfügung stehen uns meist etwa 10 ccm Blut. Eine Verdünnung mit Aq. dest. auf 50 ccm ist genügend, um in 25 ccm des Destillates praktisch allen Alkohol vorzufinden. Bei Verdünnungen von 1 : 500 bis 1 : 1000 ist bereits in der Hälfte des Destillats aller Alkohol vorhanden; bei noch höheren Verdünnungen genügt es sogar, 1/4 bis 3/10 abzudestillieren (*Nicoloux* und *Bandner*). *Stritar* fand sogar bei Konzentrationen über 1% in 2/5 Destillat allen Alkohol wieder.

Die Destillation bei leicht alkalischer Reaktion ist bei frischem Blut gewöhnlich nicht notwendig: wir fanden meist übereinstimmende Werte nach Destillation nur bei saurer Reaktion und nach Destillation in saurem und alkalischem Milieu.

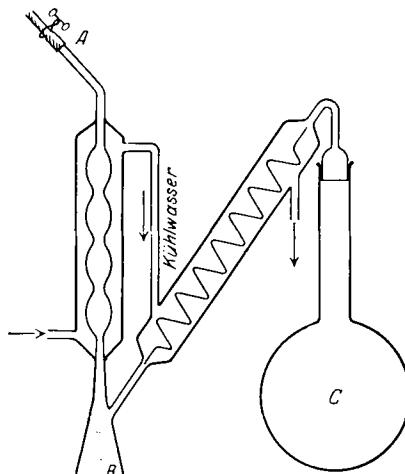
Bei Blut, das jedoch nicht sofort destilliert werden kann, mag die doppelte Destillation vorsichtiger sein.

Die Destillation erfolgt bei verminderter Luftdruck (10—12 mm Hg).

In der forensischen Praxis hat sich uns eine *Apparatur* bewährt, die in der beiliegenden Skizze veranschaulicht ist. Bei der Konstruktion vermieden wir alle unnötigen Schlitze und Hähne, einmal um das Eindringen von Luft möglichst zu vermeiden, dann aber auch um jeder Verunreinigung des Destillats durch Vakuumfett, das zum Einschmieren der Schlitze und Hähne nötig ist, vorzubeugen. Probdestillationen haben uns gezeigt, daß Destillat, welches einen eingefetteten Hahn durchfließt, je nach der Beschaffenheit des Vakuumfettes nicht mehr ganz rein ist, was sich an einer zwar minimalen Verschiebung im Interferometer kennzeichnet. Unser Apparat besitzt deshalb nur noch *einen* Schliff, der nur in seiner oberen Hälfte eingefettet wird (am besten mit *Adeps anhydrium*), wodurch jede Verunreinigung des Destillates unmöglich wird. Der einzige Hahn, der den Anschluß an die Wasserstrahlpumpe vermittelt und durch welchen das Destillat zugleich entleert wird, ist ein Gummiquetschhahn.

Der Kolben, der das Blut aufnimmt, hat einen Hals von 15 cm Länge und einem Durchmesser von etwa 12 cm. Ein Überschäumen des Blutes kann bei diesen geräumigen Verhältnissen leicht vermieden werden. Zu aller Sicherheit enthält der Kolbenhals noch einen Bausch Glaswatte, der gelegentliches Spritzen des Blutes unschädlich macht, indem er sein Eindringen in den Schlangenkühler verunmöglicht.

Ist das Blut eingebracht, wird der Kolben in den Schliff des Schlangenkühlers eingedreht. Der Kolben taucht in ein Wasserbad von ca. 30°. Dann wird die Wasserstrahlpumpe angesetzt; man läßt sie so lange wirken, bis das verdünnte



Destillationsapparatur. A = Gummiquetschhahn (zur Wasserstrahlpumpe); B = Vorlage (graduiert); C = Blutkolben (im Kolbenhals ein Bausch von Glaswolle).

Blut zu sieden beginnt, d. h. bis sich der Schlangenkühler deutlich beschlägt. Um nun ein Entweichen von Alkoholdämpfen durch die Wasserstrahlpumpe zu vermeiden, wird der Gummiquetschhahn geschlossen, und die Temperatur des Wasserbades wird ganz allmählich erhöht. Ein starkes Schäumen des Blutes soll nicht eintreten. Die Destillation geht rasch vor sich; je mehr überdestilliert ist, desto schwächer wird das Schäumen. Im Verlauf von etwa 20—30 Minuten, während welcher Zeit die Temperatur des Wasserbades von 30 bis 55° erhöht wird, ist genügend Flüssigkeit überdestilliert (etwa 25 cem). Dann läßt man durch den Quetschhahn langsam Luft eindringen, dreht nachher den Kolben vom Kühler ab und entleert den Inhalt der Vorlage in einen graduierten, mit eingeschliffenem Stopfen verschließbaren Meßzylinder, wobei das Destillat zugleich durch ein gehärtetes Filter filtriert wird. (Beim Entleeren achte man darauf, daß Flüssigkeit, die sich im Kugelkühler kondensiert hat, mitgenommen wird.) Schließlich wird Vorlage und Kugelkühler mit einigen Kubikzentimeter destillierten Wassers nachgespült und damit das Destillat auf 30 cem aufgefüllt. Das so erhaltene Destillat

ist vollkommen klar, reagiert neutral, riecht fad-süßlich. Es gibt mit Silbernitrat keine Trübung, die Nesslersche Reaktion fällt damit negativ aus (wenigstens bei frischem Material).

Das Reinigen des Apparates hat gewissenhaft zu geschehen. Der Kolben wird entleert, gespült, dann mit rauchender Salpetersäure, die man einige Stunden wirken läßt, behandelt. Es folgt nochmalige Spülung zuerst mit heißem, dann mit destilliertem Wasser, Trocknen. Für die Reinigung der Kühler und der Vorlage genügt Durchspülen mit heißem und dann mit destilliertem Wasser und Austropfenlassen. Kann das Destillat nicht sofort untersucht werden, dann wird es im Kühlschrank aufbewahrt.

2. Die Destillation des Gehirnes.

Die Gehirnsektion wird rasch, in üblicher Weise durchgeführt. Nach der Sektion kommt das Gehirn sofort in einen nicht zu großen, gut verschließbaren Glaspokal, der völlig rein sein muß. Steht ein Glaspokal nicht zur Verfügung, dann kann ein Einmachglas Verwendung finden; der Verschluß hat mit mehrfacher Lage von Pergamentpapier zu geschehen.

Zur Destillation verwenden wir 300 g Gehirnsubstanz, die möglichst aus den zentralen Partien herausgeschnitten und rasch abgewogen wird. Die zerkleinerten Gehirnteile kommen, mitsamt dem Filtrierpapier, auf dem das Abwagen und Zerkleinern erfolgte, in einen geräumigen Destillierkolben, der mit einem Schaumbrecher versehen ist. Es wird bei guter Kühlung und normalem Luftdruck 2 mal destilliert, zuerst in leicht saurem Milieu (300 g Gehirn, 50 ccm $\frac{1}{10}$ n-Salzsäure, 550 ccm destilliertes Wasser). Sind etwa 400 ccm übergegangen, wird die Destillation unterbrochen und das Destillat zum 2. Male bei leicht alkalischer Reaktion destilliert (indem man etwa 20 ccm N-Kali- oder Natronlauge zufügt). Man läßt etwa 200 ccm Destillat übergehen, das man in 2–3 Kolben auffängt. Der 3. Anteil ist gewöhnlich frei von Alkohol, im 2. Anteil sind oft noch Spuren von Alkohol vorhanden (Probe mit Bichromat-Schwefelsäure).

Das Destillat wird gemessen, mehrfach durch gehärtete Filter filtriert. Es bleibt trotzdem noch leicht opak, reagiert neutral und hat einen eigentümlich-widerlichen Geruch. Es eignet sich wohl zur chemischen, noch nicht aber zur interferometrischen Untersuchung. Aliquote Teile werden deshalb ein 3. Mal destilliert (wenn die Nesslersche Reaktion noch positiv ausfällt, unter leichter Ansäuerung mit Weinsäure), und zwar am einfachsten im Blutapparat, und nochmals filtriert. Jetzt erst ist das Destillat klar geworden und kann auch interferometrisch untersucht werden.

3. Die Destillation des Mageninhaltes.

Sie wird selten nötig werden, evtl. dann, wenn man wissen will, wieviel Alkohol insgesamt etwa zugeführt wurde, z. B. bei einer tödlichen Alkoholvergiftung, bei Anklagen auf fahrlässige Tötung wegen Verabreichung zu großer Mengen alkoholischer Getränke usw. Auch bei Zeitbestimmungen kann die Untersuchung des Mageninhaltes nötig werden, z. B. wenn man die eingenommene Alkoholmenge und den Zeitpunkt der Einnahme kennt und aus der resorbierten Menge Rückschlüsse auf den Zeitpunkt des Todeseintrittes tun will. Mit dem Mageninhalt ist dann natürlich zugleich der obere Dünndarminhalt zu untersuchen.

Man destilliert das Material genau gleich wie das Gehirn. Der Zusatz der Säuremenge ist je nach der Reaktion des Mageninhaltes verschieden. Nach der Destillation im sauren ist auch hier die Destillation im alkalischen Milieu notwendig. Man findet gewöhnlich größere Mengen von Alkohol vor, Werte unter 1 ccm sind

bedeutungslos. Zur quantitativen Bestimmung sind nicht die feinen Methoden, wie wir sie für die Gehirn- und Blutuntersuchung anwenden, nötig. Wir kommen mit Approximativwerten aus. Es genügt, einen Teil des Destillates mit wasserfreier Pottasche zu sättigen. Alkohol ist in einer gesättigten wässrigen Pottaschelösung fast unlöslich, er sammelt sich deshalb als Schicht über der Pottaschelösung an (etwa 95 %) und kann nach seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften direkt untersucht und nach seiner Menge (spezifisches Gewicht) abgeschätzt werden.

4. Die Destillation des Urins

erfolgt gleich wie die Blutdestillation, zuerst in saurem, dann in alkalischem Milieu.

III. Die Untersuchung des Destillates.

Schon die Destillation, namentlich die Blutdestillation, bietet mancherlei Schwierigkeiten, die erst durch Übung überwunden werden. Noch viel mehr aber ist dies der Fall bei der Untersuchung des Destillates. Wer sich an Alkoholbestimmungen für die forensische Praxis heranwagt, muß sich zuerst gründlich in die Untersuchungsmethodik einarbeiten, er muß die von ihm gewählte Methode absolut beherrschen und sich über ihre Fehlerquellen Klarheit verschaffen.

Das Einarbeiten in die Praxis geschieht am einfachsten durch die Untersuchung von Fällen, bei denen die Alkoholbestimmung voraussichtlich nur medizinische, keine rechtliche Bedeutung hat, z. B. Untersuchungen von Betrunkenen, die auf die Polizeiwache eingeliefert werden, oder Selbstmordversuche durch Alkohol usw. Nur wer zahlreiche solcher Fälle persönlich miterlebt und nach allen Richtungen (aufgenommene Menge, Resorption, Ausscheidung) durchuntersucht, nur wer die klinischen Rauschsymptome mit den Werten seiner Analyse verglichen hat, sollte an forensisch bedeutungsvolle Fälle herangehen. Denn die rechtlichen und damit praktischen Folgen, die eine Alkoholbestimmung nach sich ziehen kann, sind oft sehr schwerwiegender.

Wichtig ist ferner, auch wenn man die Methodik beherrscht, eine fortlaufende Kontrolle der verwendeten Lösungen durch Kontrolltitrationen. Peinlichste Reinlichkeit bei der Destillation, gründliches Säubern der Gefäße und der Apparatur sind unbedingtes Erfordernis. Nur bei exakter Arbeit darf man genaue, mit den verschiedenen Methoden übereinstimmende Werte erhoffen.

Bei Blutuntersuchungen stehen uns 30 ccm Destillat zur Verfügung, bei Urinuntersuchungen ist die Menge des Destillates meist viel größer, bei Gehirnuntersuchungen unbeschränkt groß.

Zweckmäßig geht man folgendermaßen vor:

1. Interferometrische Bestimmung des Alkohols.
2. Qualitative Untersuchung des Destillates auf Fehlerquellen (andere Bestandteile als Äthylalkohol).

3. Chemische Bestimmung des Alkohols.

In der folgenden Darstellung sei deshalb die gleiche Reihenfolge innergehalten.

1. Die interferometrische Bestimmung.

Mit dem Interferometer von *Loewe* (Zeisswerke) messen wir den Konzentrationsunterschied zweier Flüssigkeiten, in unserem Falle den Konzentrationsunterschied des Destillates gegenüber destilliertem Wasser, das als Vergleichsflüssigkeit dient. Man füllt zur Nullpunktbestimmung beide Kammern des Instrumentes mit Wasser, liest den Nullpunkt (Übereinstimmung der Interferenzstreifen mit den Streifen einer unveränderlichen „Testskala“) ab. Dann wird die eine Kammerhälfte statt mit Wasser mit dem Destillat gefüllt, wobei auf gutes Austrocknen vor Einbringung der alkoholischen Lösung zu achten ist. Es tritt nun eine Verschiebung der Interferenzstreifen ein, die proportional der Konzentration ist. Durch eine Schraubenvorrichtung kann die Verschiebung wieder aufgehoben und ihr Grad zugleich gemessen werden. Aus dem Grad der Verschiebung wird die Konzentration der alkoholischen Lösung (Destillat) berechnet, indem man das Instrument vorher mit bekannten alkoholischen Lösungen eicht. Für die forensische Alkoholbestimmung verwendet man eine 4 cm lange Kammer; die 1-cm-Kammer gibt für die vorkommenden Konzentrationen zu geringe Ausschläge. Die Genauigkeit der Messung nimmt natürlich mit wachsender Kammerlänge zu.

Nach *Kionka-Hirsch* beträgt die Genauigkeit der interferometrischen Methode $\pm 0,003\%$. Der große Vorteil der Methode ist einmal eine Genauigkeit, die von chemischen Methoden kaum erreicht wird. Subjektive Komponenten, wie sie beim Ablesen von Farbumschlägen (Titrationsmethoden) auftreten, sind ausgeschlossen. Dann aber arbeitet die Interferometrie ohne Zerstörung des Materials, was gerade bei forensischen Bestimmungen, wo das Material beschränkt und kostbar ist, den Hauptvorteil bedeutet. Selbstverständlich ist die interferometrische Bestimmung nicht spezifisch für Alkohol (ihr Anwendungsgebiet ist sehr weitläufig); eine eingehende Berücksichtigung der Fehlerquellen und eine Untersuchung des Destillates in dieser Richtung ist deshalb, wie bei den chemischen Methoden, unbedingt nötig. Kombinieren wir bei unseren Untersuchungen die interferometrische mit einer chemischen Methode, dann erreichen wir unser Ziel auf *wesensverschiedenen Wegen*. Stimmen die beiden Resultate überein, dann haben wir die beste Gewähr dafür, daß unsere Werte richtig sind, d. h., daß wir dieselben voll oder nahezu voll auf Alkohol beziehen dürfen (wenn Aceton, andere Alkohole, Ester usw., ausgeschlossen sind).

2. Die Untersuchung des Destillates auf Fehlerquellen.

Wir benützen, bevor wir an die chemische Bestimmung herangehen, den Kammerinhalt des Interferometers (ca. 8 ccm) zu verschiedenen Reaktionen, um die praktisch wichtigsten Fehlerquellen auszuschließen. Es handelt sich dabei vorwiegend um flüchtige, leicht oxydierbare (reduzierende) Substanzen, welche sowohl die interferometrische wie die che-

mische Bestimmung stören würden (siehe Abschnitt Fehlerquellen). Wir führen daher systematisch mit dem Destillat folgende Reaktionen durch:

1. *Nesslersche Reaktion* auf Ammoniak. Sie fällt bei richtig ausgeführter Destillation negativ aus. Eine leichte Gelbfärbung stört das Resultat unserer Bestimmung nicht. Die Reaktion ist zugleich ein Aldehydnachweis (*Crismer*), indem mit Aldehyden bei Verdünnungen von 1 : 25 000 noch ein schwacher Niederschlag, bei 1 : 100 000 noch Gelbfärbung auftritt. Bei Untersuchungen von Destillaten frischen Blutes fällt die Nesslersche Reaktion vollkommen oder fast vollkommen negativ aus.

2. Neben der Nesslerschen Reaktion führen wir zum Nachweis von Aldehydgruppen noch die *Reduktionsprobe mit ammoniakalischer Silberlösung* durch. 3 g Silbernitrat werden in 30 g Wasser gelöst, außerdem stellt man eine Lösung von 3 g Natriumhydroxyd in 30 g Wasser her. Man mischt vor dem Gebrauch gleiche Volumina der beiden Reagentien und fügt dann Ammoniak zu, bis alles Silberoxyd gelöst ist. Man vermeide einen Überschuß an Ammoniak. Mit der so bereiteten Lösung versetzt man nun gleiche Teile des Destillates und läßt die Reduktion in der Kälte und bei Dunkelheit vor sich gehen. Das Reagensglas muß gut gereinigt sein; eine Kontrolle mit destilliertem Wasser ist nötig. Mit Destillat frischen Blutes tritt, verglichen mit der Kontrollösung, keine Reduktion ein, dagegen zeigt das Gehirndestillat fast regelmäßig eine leichte Bräunung der Silberlösung.

3. Untersuchung auf Aceton.

A. Qualitative Proben. a) Die *Liebensche Jodoformreaktion*: Man versetzt das Destillat mit etwas gekühlter Kalilauge und Lugolscher Lösung, läßt kurze Zeit stehen (im Winter vor dem Fenster, im Sommer im Kühlenschrank). Jodoformbildung ist am Geruch oder, wenn es in größeren Mengen vorhanden ist, an einer leichten Trübung zu erkennen; die Jodoformkrystalle können auch mikroskopisch nachgewiesen werden. Zahlreiche andere Körper geben zwar in der Kälte ebenfalls Jodoformreaktion (Aldehyd, Essigäther, Milchsäure), nicht aber der Äethylalkohol, der sich erst bei leichtem Erwärmen umsetzt. Man muß daher darauf achten, daß man in der Kälte arbeitet.

Ein evtl. Niederschlag von Jodoform wird abfiltriert und das Filtrat leicht erwärmt. Ist Alkohol vorhanden, dann tritt rasch ein mehr oder weniger intensiver Jodoformgeruch auf. Man kann, wenn die Alkoholkonzentration genügend ist, mit dem Auge kontrollieren, wie sich in der Wärme das Jodoform bildet.

Als praktisch zuverlässige qualitative *Alkoholproben* führen wir aus die *Platinmohrprobe* (Oxydation von alkoholhaltigen Dämpfen mit Platinmohr als Katalysator zu Aldehyd und Essigsäure, die am Geruch zu erkennen ist) und die *Berthelotsche Probe*. Das Destillat wird, mit wenig reinem Benzoylchlorid versetzt, umgeschüttelt. Nach einigen Minuten macht man mit Kalilauge stark alkalisch. Ist Alkohol vorhanden, dann tritt der typische, angenehme Geruch des Benzoesäureäthylesters auf.

b) Die *Gunningsche Probe*: Sie wird durch die Anwesenheit von Äethylalkohol nicht gestört. Man macht das Destillat mit Ammoniak stark alkalisch, läßt tropfenweise eine Lösung von Jodjodammonium zufließen, bis der entstehende Niederschlag von Jodstickstoff nicht mehr sofort verschwindet. Bei Anwesenheit von Aceton tritt Jodoformgeruch (der jedoch erst nach Verflüchtigung des Ammoniaks deutlich zu erkennen ist), oder ein gelblicher Niederschlag auf. Die Probe ist sehr empfindlich, noch 0,0001 mg Aceton sind nachweisbar. Zeitschr. f. anal. Chemie 24, 147. 1885.

B. Der quantitative Acetonnachweis. Er wird bei positivem Ausfall der Acetonproben nötig, wenn wir wissen müssen: Sind neben Alkohol größere Acetonmengen vorhanden, die eine Korrektur unseres Resultates nötig machen?

Die einfachste Bestimmung geschieht durch Jodoformbildung mit nachträglicher Jodtitration. Auch hier ist das Arbeiten mit *abgekühlten* Lösungen notwendig, um jede Jodoformbildung aus Alkohol zu vermeiden. 3 ccm des Destillates (entsprechend ungefähr 1 ccm Blut) werden mit 2 ccm $\text{n}/100$ -Jodlösung und mit 2 ccm Natronlauge (konz.) versetzt und in der Kälte etwa 15 Minuten stehen gelassen. Das gesamte Aceton (präformiertes und bei der Destillation aus Acetessigsäure entstandenes) geht dabei in Jodoform über. Dann fügt man 2 ccm Schwefelsäure zu (1 Teil konz. Schwefelsäure auf 5 Teile Wasser), und zwar tropfenweise, daß keine Erwärmung eintritt. Die Lösung muß deutlich sauer reagieren und durch Jodausscheidung bräunlich gefärbt sein. Nun titriert man den Jodüberschuß unter Zufügen einiger Tropfen 1 proz. Stärkelösung als Indicator mit $\text{n}/100$ -Thiosulfatlösung bis zur Farblosigkeit. Die Differenz zwischen der verwendeten und der zurücktitrierten Jodlösung entspricht der durch Aceton gebundenen Jodmenge, also dem Acetongehalt. Der ersten Bestimmung läßt man eine Kontrollbestimmung nachfolgen. 1 ccm $\text{n}/100$ -Jodlösung entspricht 0,1024 mg Gesamtaceton.

Wir haben auf diese Weise etwa 14 ccm Destillat verbraucht, zur chemischen Analyse bleiben immer noch 16 ccm übrig.

Eine weitere quantitative Acetonbestimmung, die aber viel komplizierter ist, siehe bei *Robineau* und *Rollin* (Zeitschr. f. analyt. Chem. 33, 86. 1894). Die Titration erfolgt auch bei Anwesenheit von Alkohol.

3. Die chemische Bestimmung des Alkohols.

Die chemischen Bestimmungsmethoden des Alkohols sind zahlreich; noch viel zahlreicher sind ihre Modifikationen. Es wäre sinnlos, die verschiedenen Methoden und ihre Modifikationen aufzuzählen und zu charakterisieren. In der Literaturangabe findet man eine Übersicht. Für forensische Zwecke, welche nicht die gleiche Exaktheit des Resultates wie experimentelle Untersuchungen erfordern, können die meisten der chemischen Methoden Brauchbares leisten, sofern man Technik beherrscht und die Fehlerquellen kennt.

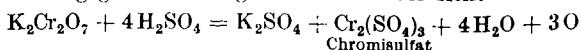
Für unsere Bestimmungen haben wir die *Bichromatmethode* in Anlehnung an *Nicloux* gewählt. Sie gewährt den Vorteil, daß wir mit relativ wenig Material auskommen, d. h. daß wir mit dem Destillat, das uns nach Ausführung der vorhergehenden Untersuchungen übrigbleibt (ca. 16 ccm), noch mindestens drei Bestimmungen ausführen können. Andere Untersuchungsarten, wie z. B. die Brombestimmung, erfordern bedeutend mehr Material oder sind in der Ausführung viel komplizierter.

Bei der Bichromatmethode wird der Alkohol durch ein Kaliumbichromat-Schwefelsäuregemisch oxydiert, wobei das Bichromat in das bläulich-grüne Chromatsulfat übergeht. Die Ausführung der Bestimmung (nach *Nicloux*) geht folgendermaßen vor sich:

5 ccm des Destillates werden in ein kleines, enghalsiges Rundkölbchen gebracht, zugleich läßt man aus einer Bürette 0,1—0,2 ccm einer Standard-Bichromatlösung zutropfen. Wir verwenden eine Lösung von 16,97 g Bichromat auf den Liter

Wasser und nicht, wie *Nicloux* später angab, eine Lösung von 19 g im Liter. Endlich bringt man in den Kolben tropfenweise 5 ccm konzentrierte Schwefelsäure. Man mischt die Flüssigkeiten gut durch Schwenken des Kolbens und erhitzt rasch bis zum ersten Aufkochen. Dann läßt man aus der Bürette (mit Teilung bis auf $\frac{1}{100}$ ccm) langsam, unter Schwenken des Kölbens, Bichromatlösung zutropfen. Ist Alkohol vorhanden, dann tritt sofort die blaugrüne Farbe des Chromisulfats zutage. Nach Oxydation alles Alkohols wird das Bichromat nicht mehr reduziert, der Bichromatüberschuß färbt die Flüssigkeit gelbgrün, d. h. es tritt ein Farbumschlag von Blaugrün zu Gelbgrün ein. In diesem Moment ist die Titration beendigt. 1 ccm verbrauchter Bichromatlösung entspricht 0,005 ccm abs. Alkohols. Am deutlichsten ist der Umschlag bei einem Bichromatverbrauch von unter 1 ccm zu sehen. Man tut deshalb gut, das Destillat so weit zu verdünnen, daß der Umschlag zwischen 0,5 und 1,0 ccm verbrauchter Bichromatlösung stattfindet.

Die Umsetzung geht nach folgender Formel vor sich:



Gegen diese Methode sind zahlreiche, zum Teil begründete Einwände erhoben worden. Tatsächlich ist die Endreaktion nicht sehr scharf, es geht durch die Erhitzung zweifellos etwas Alkohol und Aldehyd verloren. Auch sind die Oxydationsstufen des Alkohols nicht konstant: zum großen Teile geht derselbe allerdings in Aldehyd über, ein Teil aber oxydiert weiter in Essigsäure und zum Teil sogar bis zur Kohlensäure. *Nicloux* selbst schätzt den Fehler seiner Methode auf 5 %. Alle Einwände mögen für Bestimmungen, die große Exaktheit erfordern, berechtigt sein. Für die forensische Praxis aber reicht die Genauigkeit unter Beachtung aller anderen Umstände vollkommen aus. Wir müssen nur immer unter möglichst gleichen Bedingungen arbeiten: der Grad der Erhitzung muß mehr oder weniger konstant innegehalten werden, Menge und Konzentration der zugefügten Schwefelsäure müssen sich gleich bleiben, der Farbumschlag werde immer bei derselben Lichtquelle abgelesen. Die Bichromatlösung wird ferner zweckmäßig öfters gegen bekannte Alkohollösungen abgestimmt, die Titration erfolge langsam, gleichmäßig.

Die Genauigkeit unserer Werte kann noch bedeutend erhöht werden, wenn wir neben der eigentlichen Bestimmung eine Kontrolltitration mit einer alkoholischen Testlösung, die wir uns ungefähr in der Konzentration des interferometrisch gefundenen Wertes herstellen, ausführen. Wir titrieren mit dieser Kontrolllösung 3 Kölben (Tubes témoins nach *Nicloux*), indem wir in einem die Bichromatlösung etwas über-, im zweiten etwas unterdosieren, zum dritten aber jene Menge zufügen, die zur deutlichen Hervorrufung des Umschlages ins Gelblichgrüne eben gerade notwendig ist. Bei der eigentlichen Titration verfahren wir ebenso; der Vergleich mit den Testkölbchen läßt uns den Moment des Farbumschlages sehr genau erkennen.

Daß diese Methode für unsere Zwecke absolut brauchbar ist, zeigt uns die gute Übereinstimmung der interferometrisch und chemisch ge-

fundenen Werte. Bei frischem Blut finden wir minimale Differenzen zwischen den beiden Resultaten ($0,02 - 0,05\%$). Bei älterem Blut können die Differenzen gelegentlich etwas größer werden, ebenso bei Gehirnen. Hier finden wir regelmäßig größere Unterschiede, oft bis auf $0,2\%$. Auffällig ist dann, daß das Destillat regelmäßig eine deutliche Bräunung der ammoniakalischen Silberlösung zeigt, ein Beweis dafür, daß im Destillat nicht nur Alkohol, sondern Aldehydgruppen enthalten sind.

Zur Nicloux'schen Methode gibt es eine große Anzahl von Modifikationen. Fast jeder Untersucher hat daran, mit mehr oder weniger Berechtigung, Änderungen vorgeschlagen. Man wollte mit diesen Abänderungen das Arbeiten in der Hitze ausschalten, konstantere Oxydationsstufen des Alkohols innehalten, die Endreaktion verschärfen. *Kohn-Abrest* schlägt z. B. vor, die Oxydation einfach in der Kälte vor sich gehen zu lassen und nach einiger Zeit den Farbumschlag abzulesen. Dieses Vorgehen erfordert aber eine größere Serie von Kölben mit verschiedenen Bichromatzusätzen, wozu unser Material meist nicht ausreicht. Eine andere Modifikation schlägt zur Verschärfung der Endreaktion folgende Änderung vor: der Bichromatüberschuß, der von Anfang an zugefügt wird, gibt mit Natriumjodid und Schwefelsäure quantitativ freies Jod. Das freie Jod wird dann mit Natriumthiosulfat zurücktitriert, wobei Stärke als Indicator dient. Die Resultate, die man bei diesem Vorgehen erhält, sind jedoch kaum genauer als die Resultate der einfachen Methoden. Wir haben deshalb auf diese Modifikation verzichtet. Die Nicloux'sche Bestimmung ist natürlich bei dieser Ausführung viel unempfindlicher als die interferometrische; sie gibt erst bei rechtlich relevanten Alkoholkonzentrationen brauchbare Resultate.

Weitere chemische Methoden (Kaliumpermanganatmethode, Brombestimmungsmethode, Jodidverfahren) wenden wir in der forensischen Praxis nicht an, weil sie entweder zu kompliziert sind, oder dann bedeutend größere Materialmengen erfordern, dabei aber nicht genauer arbeiten. In der Literaturangabe findet man eine kurze Übersicht über diese Methoden.

IV. Die praktisch wichtigsten Fehlerquellen.

Jede Methode erfaßt neben dem Alkohol noch zahlreiche andere, chemisch meist ähnlich konstituierte Körper, die zwar selten in größeren Mengen anwesend sind, die aber doch in gewissen Konzentrationsbreiten auf die Interpretation unserer Resultate wesentlichen Einfluß gewinnen können. Es ist deshalb wichtig, daß wir bei unseren Bestimmungen neben Alkohol andere Körper, die als Fehlerquellen in Betracht kommen könnten, ausschließen, oder daß wir wenigstens feststellen, daß sie neben Alkohol nur in Spuren anwesend und damit praktisch für die Interpretation unseres Resultats bedeutungslos sind.

Ein großer Teil störender Körper läßt sich schon durch die Art der Destillation zurückhalten. So geht z. B. das Blutglycerin, das in wechselnden Mengen vorhanden ist (Siedepunkt 290°) bei sorgfältiger Destillation nicht über, auch die Blutmilchsäure läßt sich zurückhalten. Flüchtige Alkalien (Ammoniak) und flüchtige Säuren (Fruchtsäuren, Fäulnis-

produkte usw.) bleiben ebenfalls zurück, wenn zuerst in leicht saurem, dann in leicht alkalischem Milieu destilliert wird.

Neben diesen Stoffen, die durch die richtige Destillation ausgeschaltet werden, gibt es aber noch zahlreiche andere, die ebenfalls als Fehlerquellen in Betracht kommen und die bei der Destillation mit übergehen. Es handelt sich einmal um *endogen entstandene Körper*, dann um Körper, die von *außen* in den Organismus gelangen (mit der Nahrung, durch die Atmung, durch die Haut), ferner um *zufällige Verunreinigungen* bei der Entnahme, Aufbewahrung oder beim Transport des Materials, und schließlich um Körper, die durch *Fäulnis* oder *fermentative Vorgänge* entstehen.

A. Endogene Fehlerquellen:

1. Aceton, Acetessigsäure, Oxybuttersäure (Acetonkörper).

Aceton ist normalerweise in Spuren im Blut vorhanden; sein Gehalt ist aber so gering, daß es praktisch vernachlässigt werden darf. *Maignon* fand z. B. im Blut eines einjährigen Hundes 2,1 cmm Aceton auf 1000 g Blut, im Gehirn 2,5 cmm. *Halpern* und *Landau*, die wie *Maignon* ihre Bestimmung jodometrisch ausführten, die also die gesamte, in der Kälte jodbindende Substanz bestimmten, fanden beim normalen Kaninchen 1,87 mg in 100 g Blut, beim hungernden Kaninchen 2,87 mg (Durchschnittswerte). *Geelmuyden* stellte bei hungernden Hunden 1,6–2,4 mg Aceton auf 100 ccm Blut fest; bei einem 31jährigen Mädchen, das an den Folgen eines Herzfehlers gestorben war, fand er 4,3 mg auf 100 g Blut, in der Leber nur 0,74 mg auf 100 g Organ.

Wie das Aceton, so häufen sich auch die Acetessigsäure und die Oxybuttersäure normalerweise im Organismus niemals an. Das Aceton wird vorwiegend durch die Lungen ausgeschieden (bei gemischter Kost ca. $\frac{1}{2}$ cg täglich), im Urin entsteht das Aceton vorwiegend aus der Acetessigsäure (1–3 cg täglich).

Bei einer Acidosis nun — am häufigsten infolge der Zuckerkrankheit — können sich diese Körper im Organismus sprunghaft vermehren und uns dann einen Alkoholgehalt vortäuschen; auch bei bloßem Hunger (z. B. bei der Hyperemesis gravidarum) kann ihre Menge ansteigen, allerdings in bescheidenerem Maße. Immerhin wird dabei eine Acetonausscheidung bis zu 3 g täglich beobachtet. Die vermehrte Acetonausscheidung, die dann und wann bei chronisch Kranken und bei schwer Kachektischen angetroffen wird, bedeutet nichts anderes als das Bestehen einer Hungeracidosis.

Die Verhältnisse bei chronisch Kranken und Kachektischen wurden von *Walter* untersucht; es handelt sich dabei um Serienbestimmungen, die rein auf die Bedürfnisse der forensischen Praxis eingestellt sind.

Walter bestimmte den Alkoholgehalt im Gehirn frisch Verstorbener, die an langen und schweren Krankheiten gelitten hatten. Er arbeitete nach der Methode

von *Nicloux*. Sein Material umfaßt folgende Gruppen: Carcinome und Sarkome, Tuberkulose, Herz- und Nierenerkrankungen, Infektionen. Der Alkoholgehalt zeigte nur bei Carcinomen und Sarkomen gelegentlich eine ganz geringe Erhöhung, maximal bis 0,048‰. Bei den übrigen Krankheitsgruppen bewegte sich der Alkoholspiegel in physiologischen Grenzen. Zucker- und Acetonproben im Urin sowie Acetonproben im Gehirndestillat fielen immer negativ aus.

Für die forensische Praxis wichtig ist, daß wir die Alkoholbestimmung auch bei chronisch Kranken auswerten dürfen, sofern die Acetonproben negativ ausfallen.

Wichtig für uns ist, daß wir alle Destillate auf Aceton bzw. auf Acetonkörper untersuchen müssen. Fallen die qualitativen Reaktionen positiv aus, dann ist die quantitative Acetonbestimmung durchzuführen. Wenn möglich suchen wir auch Urin zu erhalten zum Nachweis des Zuckers, des Acetons und evtl. der Acetessigsäure; der Urinbefund ist eine Kontrolle der übrigen Untersuchungen. Nicht vergessen dürfen wir, daß der Urin von Diabetikern meist mehr Aceton enthält als das Blutdestillat. Die Acetonkörper stellen bei der Alkoholbestimmung die wichtigste endogene Fehlerquelle dar; sie auszuschließen, müssen wir uns in jedem Falle bemühen (siehe qualitative Untersuchung des Destillates).

2. Endogener Alkohol (physiologischer Alkohol).

Alkohol ist normalerweise im Organismus in Spuren vorhanden. Untersuchungen zahlreicher Forscher stellen regelmäßig seine Anwesenheit fest und die mit den verschiedenen Methoden gefundenen Werte (chemische Methoden, Interferometrie) zeigen in ihren Resultaten eine gute Übereinstimmung. Die gefundenen Konzentrationen sind zwar sehr gering, 50–200 mal geringer als wir sie bei alkoholischen Rauschzuständen zu finden pflegen! Daher dürfen wir den physiologisch vorhandenen Alkohol bei unseren Bestimmungen vernachlässigen; er ändert praktisch an der Interpretation unserer Resultate nichts. Bei den gefundenen Werten handelt es sich immer nur um Bruchteile von 0,1‰ (vgl. die Untersuchungen von *Gérhant*, *Maignon*, *Nicloux*, *Landsberg*, *Schweisheimer*, *Mellanby*, *Cannan* und *Sulzer*, *Aoki* und die neuesten interferometrischen Bestimmungen von *Kühn*). *Kühn* fand nach dreitägiger Alkoholkarenz einen Blutdurchschnittsgehalt von 0,021‰; die Resultate der anderen Autoren zeigen ganz ähnliche Werte. Man faßt den physiologischen Alkohol als normales Stoffwechselprodukt beim Abbau der Kohlehydrate auf. Der Alkoholspiegel im Blut ist daher auch nicht konstant, sondern schwankt je nach der Zufuhr von Kohlehydraten.

Auf eine endogene Alkoholurie hat *Heilner* aufmerksam gemacht. Nach seiner Ansicht ist der dabei gefundene Alkohol ein „Zwischenendprodukt“ im intermediären Stoffwechsel, analog der Homogenitinsäure oder dem Cystin. *Heilner* führte seine Untersuchungen an Insassen

einer Irrenheilanstalt, die alkoholfrei ernährt wurden, durch. Er fand bei 24% der Untersuchten kleine Alkoholmengen im Urin, im Durchschnitt 0,15% (Höchstwert 0,84, Mindestwert 0,03%). *Heilner* arbeitete nach der Mikromethode von *Widmark*. Angaben über gleichzeitige Untersuchung des Urins bzw. des Urindestillates auf Fehlerquellen sind nicht vorhanden, auch werden keine Mitteilungen über die Ernährung gemacht. Durch kohlehydratreiche Kost kann ja eine wesentliche Vermehrung des Blutalkohols und damit des im Urin ausgeschiedenen Alkohols eintreten, dann wissen wir durch eigene Versuche, daß nach Genuß von Früchten, Fruchtsäften, alkoholfreien Getränken usw. eine starke Zunahme des Blutalkohols (mit positiven Acetonproben im Bludestillat und im Urin) erfolgen kann. Alle diese Umstände müssen natürlich bei solchen Untersuchungen mitberücksichtigt werden. *Heilners* Resultate erfordern deshalb nach unserer Ansicht eine Kontrolle unter verschärften Versuchsbedingungen und unter Anwendung verschiedener Methoden.

B. Exogene Fehlerquellen:

Flüchtige Stoffe, welche von außen in den Körper gelangen (per os, durch die Atmung, percutan), treten in die Blutbahn ein, gehen bei der Destillation über und können bei der Alkoholbestimmung mitberechnet werden. Die verschiedenen Methoden erfassen solche Körper ungleich bzw. ungleich stark. Aceton wird z. B. bei der Brom- und Jodidbestimmung nicht erfaßt, flüchtige Schwefelverbindungen wirken störend beim Jodidverfahren. Die Bichromatmethoden geben mit allen flüchtigen reduzierenden Substanzen positive Resultate, während Ammoniak dabei nicht mitberechnet wird. Interferometrisch bestimmen wir wiederum das Ammoniak und verschiedene andere Körper, deren Anwesenheit für die chemischen Methoden gleichgültig ist, mit. Auf alle diese Eigentümlichkeiten müssen wir bei der Beurteilung der verschiedenen Methoden und ihrer Fehlerquellen größte Rücksicht nehmen. Am sichersten sind deshalb Resultate, welche mit zwei wesensverschiedenen Methoden erhalten wurden. Stimmen sie überein, dann haben wir die Gewähr dafür, daß nur oder vorwiegend nur Alkohol bestimmt wurde.

Exogene Körper, die bei der Alkoholbestimmung für die forensische Praxis bedeutungsvoll als Fehlerquellen werden können, seien in folgenden Untergruppen zusammengestellt:

1. Medikamente (inkl. Rauschmittel):

Praktisch wichtig sind hier die Inhalationsnarkotica, die bei Narkosen in großen Mengen eingeatmet werden und einen hohen Alkoholgehalt vortäuschen können: Äther, Chloroform, Bromäthyl. Nie darf deshalb eine Alkoholbestimmung an eine Narkose angeschlossen werden (Äther und Chloroform als Genußmittel).

Weniger bedeutungsvoll sind einige andere Medikamente, die zwar in größeren Dosen, heute aber selten mehr verordnet werden, wie Paraldehyd, Amylenhydrat, Chloralhydrat.

Zur Übersicht seien kurz einige physikalische und chemische Eigenschaften dieser Körper zusammengestellt:

Äther: Siedepunkt 35,6°, leicht oxydierbar, setzt sich mit Bichromat-Schwefelsäure sofort zu Chromisulfat um. Man hat seine Konzentration im Blut ebenfalls schon mit den Bichromatmethoden bestimmt.

Chloroform: Siedepunkt 61°. Äthylbromid: Siedepunkt 38,4°.

Paraldehyd: Siedepunkt 124°, wird rasch verbrannt und auch durch die Lungen ausgeschieden.

Amylenhydrat: Siedepunkt 102,5°. Bei der Oxydation entstehen Aceton, Essigsäure und Kohlensäure.

Chloralhydrat: Verflüchtigt sich zum Teil schon bei gewöhnlicher Temperatur; eine reichliche Verflüchtigung tritt bei Destillation in wässriger Lösung ein. Es zerfällt dabei leicht in Chloral und Wasser. Chloral zeigt chemisch die Eigenschaften eines Aldehyds. (Erhöhung des „Blutalkohols“ nach Einnahme von 4 g Chloralhydrat auf 0,19%!, interferometrisch bestimmt!)

Man muß stets daran denken, daß solche Medikamente selbst oder Spaltungsprodukte derselben auf unsere Bestimmung einen Einfluß ausüben können.

2. *Gifte* (zufällig aufgenommene Gifte, gewerbliche Gifte, Selbstmordmittel, Gifte, die in verbrecherischer Absicht gegeben wurden):

Kohlenoxyd: Es muß, je nach Art der Destillation, als Fehlerquelle berücksichtigt werden. Wenn z. B. direkt in ein Schwefelsäure-Bichromatgemisch hinein destilliert wird, dann tritt natürlich eine mehr oder weniger quantitative Oxydation des CO zu CO₂ ein. Besonders wenn das Ausgangsmaterial (Blut) angesäuert wurde, geht bei der Destillation viel CO über.

Ähnliche Verhältnisse liegen z. B. bei einer Phosphor- oder Blausäurevergiftung vor. In jedem Fall, wo eine exogene Vergiftung in Frage kommt, muß man sich darüber Rechenschaft ablegen, ob das eingenommene Gift überhaupt als Fehlerquelle in Betracht kommen könnte. Wichtig werden hier namentlich eine *große Zahl moderner gewerblicher Gifte* (Extraktion, Reinigung elektrischer Apparate, Vakuumindustrie), die mit der Atmung in großer Menge aufgenommen und nur langsam wieder ausgeschieden werden (Lösungsmittel, Ester, Alkohole, chlorierte Produkte, Schwefelkohlenstoff, Pyridin, Methylphenole usw.); ferner dem Laien unbekannte Körper, die absichtlich oder zufällig in den Organismus gelangen und dort in leicht flüchtige, leicht oxydierbare Körper umgewandelt werden. (Wir erinnern uns an eine zufällige Vergiftung mit dem festen Brennstoff Meta [Metaldehyd], der im Körper in Azetaldehyd umgewandelt wird; auch stark positive Acetonproben im Urin.)

3. *Zahlreiche Nahrungs- und Genussmittel* enthalten Alkohol in wechselnden Mengen; dazu gehören auch die sog. alkoholfreien Getränke.

Ein Getränk ist, nach der vom Verein schweizerischer analytischer Chemiker aufgestellten Norm dann praktisch als alkoholfrei zu betrachten, wenn das spezifische Gewicht des Destillates nicht niedriger als 0,9992 ist. Von alkoholfreien Getränken sind die folgenden Gruppen am wichtigsten:

1. Fruchtsaftlimonaden. Sie enthalten Zucker, Fruchtsäuren, ätherische Öle, Enzyme, daneben meist 1-2% Alkohol.
2. Alkoholfreie Moste (sterilisierte Fruchtsäfte).
3. Alkoholfreie Malzgetränke, sog. Nektarhefengetränke. 0,5--0,7% Alkohol.
4. Brauselimonaden: Zuckerreiche Fruchtsäfte, die heute meist auf synthetischem Wege hergestellt werden. Sie enthalten Ester in wechselnden Mengen, vorwiegend Methyl-, Äthyl- und Amylester der Essigsäure, Methylester der Butter- und Benzoesäure usw., ätherische Öle.

Daß der Genuß solcher Getränke in sehr großen Mengen eine Fehlerquelle bedeuten kann, zeigen uns experimentelle Untersuchungen, die an unserem Institut *Kohberg* vorgenommen hat. *Kohberg* fand nach Einnahme von Früchten, Fruchtsäften, sterilisierten Traubens- und Obstsaften oft geringe Erhöhungen des Blutalkoholspiegels, wobei vorläufig noch offen bleiben muß, ob es sich tatsächlich nur um Alkohol handelt, oder ob nicht andere Körper (höhere Alkohole, Ester, Fruchtsäuren, die trotz Destillation bei alkalischer Reaktion ins Destillat übergingen) an diesen Werten ebenfalls beteiligt sind; ob vielleicht aus den Estern im Organismus durch Verseifung Alkohol entsteht (Methyl- und Amylalkohol werden oft in Fruchtsäften angetroffen). Meist zeigt das Destillat und der Urin bei solchen Experimenten deutlich positive Acetonreaktion. Oft ist auch *eine große Differenz zwischen chemisch und interferometrisch gefundenen Werten* vorhanden und zwar in dem Sinn, daß die chemischen Werte gewöhnlich viel niedriger als die interferometrischen sind (Doppelbindungen?). Aber auch das umgekehrte Verhalten konnte beobachtet werden! Diese Tatsache zeigt die Notwendigkeit, für unsere forensischen Bestimmungen *die Kombination wesensverschiedener Methoden* zu fordern und unsere Resultate nur dann zu verwerten, wenn sie weitgehend miteinander übereinstimmen.

Aber nicht nur alkoholfreie Getränke, sondern auch alkoholische Getränke enthalten neben Äthylalkohol ebenfalls andere flüchtige Stoffe (höhere Alkohole usw.). Bei schweren Rauschzuständen (namentlich nach Schnapsgenuß) kann das Blutdestillat und der Urin deutlich positive Acetonreaktionen zeigen (Urin zuckerfrei). Die quantitative Acetonbestimmung macht dann meist eine kleine Korrektur unserer Alkoholwerte nach abwärts notwendig. Sehr hohe Acetonwerte fanden wir im Blutdestillat nach einem Selbstmordversuch mit Brennsprit (Vergällung mit Aceton, Pyridin usw.).

C. Zufällige Verunreinigungen bei der Materialentnahme.

Die Gefahr der Verunreinigung des Materials ist, wenn nicht bewußt vorsichtig gearbeitet wird, groß. Erstes Erfordernis ist vollkommene

Reinheit der Instrumente und Gefäße, mit denen das Material entnommen bzw. in denen es aufbewahrt wird.

Die Venenpunktion am Lebenden hat mit Instrumenten zu erfolgen, die im kochenden Wasser (etwas Sodazusatz ist ohne Bedeutung) sterilisiert worden sind. Desinfektion der Haut mit Jodtinktur oder Äther schadet nichts, wenn man abwartet, bis das Desinfiziens völlig eingetrocknet bzw. verdunstet ist. Für die Herzpunktion an der Leiche verwenden wir eine Spritze, die sonst keinen anderen Zwecken dient. Das Blut wird in Röhrchen, die ganz gefüllt (Verdunstung) und luftdicht geschlossen sein müssen, aufbewahrt.

Auch bei der Gehirnsektion ist auf reine Instrumente zu achten. Man vermeide unreine Schwämme, unreine Handschuhe (Schwefelkohlenstoff an frischen Handschuhen von der Fabrikation herrührend), schmutzige Unterlagen, Tücher. Gerade in Sektionsräumen ist die Gefahr der Verunreinigung groß, doppelt groß, weil Leichendiener und Schwestern gewohnt sind, das Material mit Formalin zu konservieren. (In mehreren Fällen mußten wir eine solche Verunreinigung vermuten, weil das Destillat eine ammoniakalische Silberlösung stark reduzierte; die nachträgliche Erkundigung bestätigte unser Verdacht.) Formalin kann auch in Dampfform vorhanden sein, andere Konservierungsflüssigkeiten können zum Material gelangen, z. B. H_2O_2 , Phenolkörper oder stark oberflächenaktive flüchtige Stoffe, wie Campher usw., in deren Nähe das Material verarbeitet wird.

D. Fäulnis und fermentativer Abbau als Fehlerquellen:

1. Fäulnis: Durch Fäulnis entstehen einmal flüchtige Abbauprodukte, die sowohl für die interferometrische wie für die chemische Bestimmung als Fehlerquellen in Betracht zu ziehen sind. Viele Fäulnisprodukte lassen sich zwar durch die Art der Destillation (zuerst in saurem, dann in alkalischem Milieu) zurückhalten. Bei der Behandlung mit Bichromat oxydieren sie zudem viel langsamer und würden statt des blaugrünen einen bräunlichen Farbton erzeugen, so daß es trotzdem möglich wäre, den durch Alkohol hervorgerufenen Farbumschlag zu erkennen (*Balthazard et Lambert*). Der meist positive Ausfall der Silberreduktionsprobe im Gehirndestillat ist wohl auf die Bildung flüchtiger Fäulniskörper zurückzuführen. Daneben entsteht aber durch bakterielle Fäulnis im Material Alkohol selbst (*Landsberg*). Die Menge des gebildeten Alkohols kann beträchtlich sein; sie ist natürlich abhängig von der Dauer und der Intensität der Fäulnis (Temperatur). *Landsberg* fand z. B. in einer Rinderleber, die 2 Tage alt war und mit 300 ccm Wasser 14 Stunden im Brutschrank gelegen hatte, einen Alkoholgehalt von 0,59%o. Der Alkoholbildung aus bakterieller Fäulnis stehen wir somit nicht unbedingt machtlos gegenüber: wir können sie durch rasche Verarbeitung des Materials, durch Aufbewahrung desselben bei möglichst tiefen Temperaturen, durch sterile Entnahme (Blut) auf ein Minimum reduzieren.

Immerhin lernen wir aus diesen Erfahrungstatsachen, bei der Verarbeitung nicht ganz einwandfreien Materials vorsichtig zu sein. Blut, das Fäulniserscheinungen zeigt, oder das erst längere Zeit nach dem

Todeseintritt durch Herzpunktion gewonnen werden konnte (Abhängigkeit von der Temperatur und den Aufenthaltsbedingungen der Leiche; rasche Fäulnis z. B. bei Sepsis-Leichen, bei teilweise eröffneten Leichen), schließen wir von der Untersuchung ganz aus. Solches spät gewonnene Blut zeigt gewöhnlich, auch wenn es frei von Fäulniserscheinungen ist, im Vergleich mit der Gehirnkonzentration, bedeutend niedrigere Werte. Ob dieses Verhalten die Folge chemischer oder physikalischer Vorgänge ist (Diffusion, Verdunstung), vermögen wir nicht zu entscheiden. Aus der knöchernen Schädelkapsel ist auf alle Fälle eine Verdunstung nicht zu befürchten, auch treten postmortale Fäulnisveränderungen im Gehirn viel später auf als im Blut.

2. Fermentativer Abbau: Eine Fehlerquelle, die für unsere Bestimmungen vernachlässigt werden darf, die wir überhaupt zu beherrschen nicht imstande wären, liegt im fermentativen Abbau des Alkohols durch die Einwirkung der Alkoholoxidase. Sie verwandelt den Alkohol in Essigsäure, wirkt hauptsächlich auf den Äthylalkohol ein. Als Zwischenprodukt entsteht Aldehyd. Das Optimum der Wirkungsweise liegt bei einer Temperatur von 55°, bei schwach alkalischer Reaktion. Die Oxydationsintensität ist in den ersten Minuten unbedeutend, erreicht darauf ein Maximum und nimmt dann allmählich ab; schon nach 60—90 Minuten ist sie äußerst schwach. Die Alkoholkonzentration beeinflußt die Oxydationsintensität nicht merklich; durch Alkoholgewöhnung nimmt die Menge der Oxydase nicht zu. Die menschlichen Organe enthalten übrigens im Vergleich zu gewissen tierischen Organen sehr geringe Mengen von Alkoholoxidase.

Aus allen diesen Tatsachen folgern wir, daß wir den Einfluß der fermentativen Oxydation ruhig vernachlässigen dürfen.

V. Die Interpretation der Resultate.

Zur Interpretation der gefundenen Werte ist es zunächst unerlässlich, sich über Resorption, Ausscheidung und Verbrennung des Alkohols Klarheit zu verschaffen.

Die Resorption erfolgt zum größten Teil im Magen, zum kleineren Teil erst im Darm. Ihre Intensität ist von zahlreichen Umständen abhängig. So spielt z. B. der Verdünnungsgrad des Alkohols, die Raschheit der Einnahme eine Rolle: rasche Einnahme erhöht den Kulminationspunkt der Blutkurve um ein geringes und schiebt ihn zeitlich etwas vor. Viel wichtiger ist aber der Füllungszustand des Magens vor oder während des Trinkens: ein gefüllter Magen (namentlich bei Gegenwart von Fetten) resorbiert den Alkohol viel langsamer als ein leerer Magen. Der Kulminationspunkt der Blutkurve wird dadurch etwas erniedrigt und nach rückwärts geschoben, d. h. die Kurve verläuft flacher. Im allgemeinen dürfen wir annehmen, daß etwa 2—3 Stunden nach Ein-

Verleibung des Alkohols bzw. des alkoholischen Getränktes das Maximum der Blutkonzentration erreicht ist und daß darauf ein rascher Abfall erfolgt. Der Abfall wird natürlich bedeutend verlangsamt, wenn Alkohol über eine längere Zeitspanne hindurch aufgenommen wird. Diese Verhältnisse sind für unsere forensischen Bestimmungen von großer Wichtigkeit: wir müssen uns in jedem Falle klar zu werden versuchen, ob im Moment der Blutentnahme (je nach der zeitlichen Entfernung vom rechtlich wichtigen Ereignis) die Konzentration noch im Steigen oder schon im Sinken begriffen war, ob wesentliche Mengen verbrannt oder ausgeschieden sein könnten, oder ob sich Resorption und Ausscheidung bzw. Verbrennung noch die Wage halten. Zur Beantwortung dieser Fragen kann der Füllungszustand des Magens oder der Blase wichtige Anhaltspunkte liefern. Wenn z. B. der Magen noch gefüllt ist mit reichlich stark alkoholhaltiger Flüssigkeit, dann dürfen wir annehmen, daß die Konzentrationskurve eher noch im Steigen, jedenfalls noch nicht im Sinken begriffen war. Ist der Magen leer, die Blase gefüllt mit reichlich Urin, dessen Alkoholkonzentration der Blutkonzentration entspricht oder sie gar übersteigt, dann haben wir Grund zur Annahme, daß die Blutkonzentration ihren Höhepunkt überschritten habe. Die genaue Beobachtung (qualitativ und quantitativ) des Magen- und Blaseninhaltes ist somit bei der Sektion jeder „Alkoholleiche“ von größter Wichtigkeit. Wo die Sektion nicht durchgeführt werden kann, sollte wenigstens die Menge des Urins und sein ungefährer Alkoholgehalt bestimmt werden (Katheterismus an der Leiche).

Verbrennung: Schon nach 6—8 Stunden ist der größte Teil des aufgenommenen Äthylalkohols wieder aus dem Blut verschwunden, wenn es sich nicht um ganz massive Dosen handelte, etwa um Fälle, bei welchen als Folge der Alkoholvergiftung der Tod erfolgte, z. B. durch schnelles Erfrieren. Nach etwa 15 Stunden ist praktisch aller Alkohol wieder ausgeschieden oder verbrannt, beim chronischen Alkoholiker schon nach 8—12 Stunden, im Gegensatz z. B. zu anderen Alkoholikern: der Methylalkohol verschwindet aus dem Blut ca. 4 mal langsamer als der Äthylalkohol. Der Abfall der Kurve erfolgt anfänglich rascher, dann langsamer. Über diese zeitlichen Verhältnisse muß sich jeder Arzt, der die Materialentnahme vorschlägt oder vornimmt, Rechenschaft geben. Untersuchungsrichter oder andere auftraggebende Stellen darüber aufzuklären, ist von besonderer Wichtigkeit.

Die Intensität der Verbrennung ist in hohem Grade von einer Gewöhnung abhängig. Bei Gewohnheitstrinkern ist deshalb der Kulminationspunkt der Blutkurve niedriger und tritt rascher ein, als beim an Alkohol ungewöhnten Organismus. Wir dürfen also beim Gewohnheitstrinker unter genau gleichen Bedingungen der Alkoholaufnahme nie dieselbe Konzentration im Blut erwarten wie beim abstinent lebenden

Menschen (Untersuchungen von *Schweisheimer*). Daraus erklärt sich wohl zum Teil auch die verschiedene Wirkung gleicher Alkoholmengen auf den Trinker und den Abstinenten.

Ausscheidung: Der Alkohol wird nur zum kleinsten Teil durch den Urin ausgeschieden, wobei die ausgeschiedenen Mengen noch äußerst variabel sind. Eine Parallelität zwischen Blut- und Urinkonzentration besteht nicht. Es ist darum nach unseren Erfahrungen für die forensische Praxis nicht angängig, aus der Alkoholkonzentration des Urins bündige Rückschlüsse auf die Blutkonzentration ziehen zu wollen, wie das z. B. in London praktisch geschieht und wie es auch von *Widmark* vorgeschlagen wird. Die Blutbestimmung ist unumgänglich nötig.

Bei kleinen Mengen in den vollen Magen aufgenommenen Alkohols tritt überhaupt keine wesentliche Ausscheidung durch die Nieren ein, die erst bei Einverleibung von zwei Gläsern Weines merklich ist und nach *Thurm* ca. 0,2% des eingenommenen Alkohols beträgt. Bei steigenden Mengen wächst nicht nur die absolute Menge des ausgeschiedenen, sondern auch das prozentuale Verhältnis zum eingenommenen Alkohol: schon bei 500 ccm eingenommenen Weines werden 0,76% des aufgenommenen Alkohols ausgeschieden. Bei leerem Magen sind diese Verhältnisse noch viel deutlicher ausgeprägt. Die Ausscheidung ist ferner abhängig von der Intensität der Diurese, von der Temperatur, von körperlicher Arbeit, wobei hauptsächlich durch die vermehrte Atmung bedeutend mehr Alkohol ausgeschieden wird als in der Ruhe.

Die Blutalkoholkurve kann deshalb durch Diuretica beeinflußt werden; durch die Einnahme von Diuretica (Coffein) gelingt es sogar, den physiologischen Alkohol aus dem Blut vorübergehend zum Verschwinden zu bringen.

Die *eigentliche Interpretation* der gefundenen Werte. Schwierigkeiten bestehen nur bei niederen Werten, wo die individuelle, bisher wissenschaftlich wenig erforschte Reaktionsart (bei Ausschluß einer Alkoholidiosynkrasie oder einer pathologischen Reaktionsart auf Alkohol) immer eine große Rolle spielt. Allgemein bekannt ist, daß z. B. Frauen und Kinder, schlecht ernährte Menschen, Kranke auf Alkohol besonders empfindlich sind, daß Abstinente bei Einnahme gleicher Mengen anders reagieren als der an Alkohol Gewöhnnte, was seinen Grund zum Teil darin findet, daß der gewöhnnte Organismus den Alkohol rascher verbrennt und deshalb die Blutkonzentration niedriger bleibt. Auch die relative Ungefährlichkeit größerer Alkoholmengen, bei körperlicher Arbeit oder im Hochgebirge genossen (*Biehler*), findet in der vermehrten Verbrennung resp. Ausscheidung zum Teil die experimentell bestätigte Erklärung, während bei Alkoholgenuß auf den vollen Magen in der verlangsamten Resorption der Hauptgrund dafür zu suchen ist. Neben diesen teilweise erforschten und durch das Experiment belegten Gebieten entbehren noch

zahlreiche Erscheinungen der individuellen Reaktionsart der wissenschaftlichen Grundlage. Sie beruhen sicher zum großen Teil auf psychischen Einflüssen, so z. B. auf der „Konstellation“ des Organismus im Augenblick der Alkoholaufnahme: geistige Ermüdung, seelische Spannungen, plötzliche Ernüchterung durch psychische und physische Traumen (obwohl die Blutkonzentration vor und nach dem Trauma genau dieselbe ist). Daß Erziehung, gesellschaftliche Formen, Affektivität und momentane Affektlage usw. die Alkoholwirkungen entscheidend beeinflussen können, ist ebenfalls Erfahrungstatsache.

Wir werden also bei niederen Blutkonzentrationen (unter 2% = 2 ccm absoluten Alkohol auf 1000 g Blut) allen diesen Möglichkeiten Beachtung schenken und die Reaktionsverschiedenheiten in diesen Konzentrationsstufen betonen müssen. Immerhin sind bei Konzentrationen von $1,5-2\%$ in der vorwiegenden Zahl der Fälle deutliche Symptome der Alkoholwirkung festzustellen: Euphorie, verlangsamte Auffassung, verlangsamte Reaktion, meist auch schon Störungen der Koordination, evtl. der Wahrnehmung. Anders verhält es sich bei höheren Konzentrationen. Hier nimmt die individuelle Reaktionsverschiedenheit rasch ab, entsprechend dem toxikologischen Grundgesetz, daß die schädliche Wirkung eines Giftes nicht parallel additiv mit der Konzentration wächst, sondern von einer gewissen Konzentration ab ungemein viel rascher ansteigt als die Konzentration. Auch die Tatsache, daß der an Alkohol gewohnte Organismus unter gleichen Bedingungen immer tiefere Blutkonzentrationen (um mehrere Zehntel Promille) aufweist als der Organismus des Abstinents, schützt uns vor größeren Irrtümern der Interpretation.

Bei Blutkonzentrationen gegen 3% und darüber liegen ausnahmslos starke Rauschzustände vor. Meist sind die Leute schon bewußtlos, im Stadium der Alkoholnarkose; immer sind Störungen der Koordination vorhanden. Nicht ausgeschlossen ist es aber, daß auch bei solchen Konzentrationen noch Handlungen, die mehr oder weniger Geschicklichkeit und Überlegung erfordern, ausgeführt wurden. Wir beobachteten bei Konzentrationen von 3% das Abfeuern eines Schusses und Treffen des Ziels auf 30 m (angeblich aus Zufall), oder das Anzünden und Rauchen einer Zigarette, Schreiben (mit starken Koordinationsstörungen), Lesen usw. Immer aber lagen klinisch die Zeichen eines starken Rauschzustandes vor.

Tod infolge Alkoholvergiftung fanden wir schon bei Konzentrationen von $4-5\%$ bei jungen, vollkommen gesunden Individuen. In der Literatur wurden bei tödlichen Alkoholvergiftungen schon bedeutend höhere Konzentrationen berichtet, bis 1% und höher (*Gréhant*).

Als Grundlage für diese Zahlen sei angeführt, daß bei experimentellen Untersuchungen, die wir mit verdünntem reinem Alkohol bei an-

Alkohol gewöhnten Männern mit einem Gewicht von 60—70 kg ausführten, eine Zufuhr von 25—50 ccm absoluten Alkohols nach ca. 2 Stunden eine Blutkonzentration von 0,3—0,6% zur Folge hatte, 75—100 ccm eingeführten (reinen) Alkohols erzeugten eine Konzentration von ungefähr 0,7—1,2%. Immer waren beträchtliche Schwankungen zu beobachten, abhängig vom Körpergewicht, vom Füllungszustand des Magens, vom Grad der *Verdünnung* des Alkohols usw. Rückschlüsse aus der Konzentration auf die kurz vorher eingenommenen Alkoholmengen sind zwar möglich, doch gelingt die Abschätzung *nur annähernd*. Man rechnet dabei nach der Formel $X = C \cdot G$, wobei X die Menge des eingenommenen Alkohols, C die Blutkonzentration in Promille und G das Körpergewicht darstellen. Blut- und Gehirnkonzentrationen gehen ungefähr parallel, d. h. das Gleichgewicht tritt schnell ein; im allgemeinen ist die Gehirnkonzentration etwas höher als die Blutkonzentration (Versuche von *Kostitch*), vorausgesetzt, daß das Blut rasch nach dem Todeseintritt gewonnen werden konnte. Interessant ist, daß man im Liquor relativ hohe Konzentrationen findet und daß die Eliminierung viel langsamer vor sich geht als aus den übrigen Flüssigkeiten des Körpers.

Zusammenfassung.

Die Alkoholbestimmung vermag in zahlreichen Rechtsfällen (Zivilrecht, namentlich aber Versicherungs- und Strafrecht) einen Kausalzusammenhang naturwissenschaftlich abzuklären resp. subjektive Angaben objektiv zu ergänzen und zu kontrollieren. Für klinische Bedürfnisse kommt sie diagnostisch resp. differentialdiagnostisch in Betracht.

Als komplizierte, nicht spezifische Methode verlangt sie Beherrschung der Technik, in allen ihren Phasen (von der Materialentnahme ab) gewissenhaftes Ausscheiden störender Substanzen und in jedem Falle individuelles Eingehen auf die zahlreich möglichen Fehlerquellen (endogene, exogene Fehlerquellen).

Die rechtliche und damit praktische Bedeutung, welche ihre Resultate nach sich ziehen kann, macht zur Erhöhung der Sicherheit eine Untersuchung mit kombinierter Methodik, d. h. chemisch plus chemisch-physikalisch (interferometrisch) notwendig.

Die Durchführung einer Alkoholbestimmung erfordert weitgehende biologische und toxikologische Einsicht in das Wesen der Alkoholvergiftung und der Alkoholwirkung; sie gehört deshalb in allen ihren Phasen, von der Materialentnahme ab bis zur Begutachtung des Resultates, in die Hände des Arztes.

Literaturverzeichnis.

Literatur zur Einleitung.

Zangger, Medizin und Recht. Zürich: Orell Füssli 1920. — *Zangger*, Die Bedeutung der physik. Chemie für die gerichtl. Medizin. Vierteljahrsschr. f. d. ge-

richtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen **43**, 3. Folge. 1912. — *Zanger*, Neue Aufgaben der Medizin für das Recht. Schweiz. med. Wochenschr. 1926, Nr. 28. — *Fischer*, Die physikalische Chemie in der gerichtl. Medizin usw. Dissert. Zürich 1925. — *Remund*, Die Bedeutung des forens. Alkoholnachweises. Schweiz. med. Wochenschr. 1926, Nr. 37. — *Schwarz*, Der Nachweis des Äethylalkohols. Schweiz. med. Wochenschr. 1926, Nr. 38. — *Simonin et Provent*, Des limites juridiques du diagnostic biochimique de l'alcoolisme aigu. Ann. de méd. lég. 1926, Nr. 7. — *Fog*, L'examen médical des chauffeurs en état d'ivresse. Ann. de méd. lég. 1926, S. 298. — *Strassmann, Georg*, Fälschlich angenommene Trunkenheit oder Alkoholvergiftung. Münch. med. Wochenschr. 1924, Nr. 23. — *Gaupp, Rob.*, Das Problem der Alkoholintoleranz. Internat. Zeitschr. geg. d. Alkoholismus **31**, Nr. 3, S. 111. 1923. — *Luhmann*, Über Amnesien, welche im Gefolge der Epilepsie, Hysterie, Kopfverletzungen, Alkohol-, Kohlenoxydvergiftungen und Strangulation auftreten; im besonderen hinsichtlich ihrer forensischen Bedeutung. Ärztl. Sachverst.-Zeit. **32**, Nr. 3, 4 und 5. 1926. — *Egloffstein*, Zeugenaussage und Trunk. Eine Untersuchung zur gerichtlichen Seelenkunde. Alkoholfrage **21**, H. 5, S. 277—282. 1925. — *Egloffstein*, Diebstahl und Trunk. Monatsschr. f. Kriminopsycholog. u. Strafrechtsreform. **16**, H. 1/3. 1925. — *Liszt, v.*, Lehrbuch des deutschen Strafrechts. Vereinig. wissenschaftl. Verleger 1921. — *Hafter, Ernst*, Lehrbuch des schweiz. Strafrechtes. Springer 1926. — *Mayer, Max Ernst*, Der allgemeine Teil des deutschen Strafrechts. Heidelberg: Carl Winter 1923. — *Schultze, Ernst*, Der Entwurf zu einem deutschen Strafgesetzbuch 1919 vom Standpunkt des Psychiaters. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. **66**, H. 2, S. 161. 1922. — *Herschmann, Heinrich*, Der Unzurechnungsfähigkeitsparagraph im neuen deutschen Strafgesetzbuch. Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol. **41**, H. 2/3, S. 109. 1922. — *Herschmann, Heinrich*, Die Alkoholfrage im deutschen und österreichischen Strafgesetzentwurf. Jahrb. f. Psychiatrie u. Neurol. **41**, H. 2/3, S. 147. 1922. — *Juliusburger*, Zum Entwurf eines allgemeinen deutschen Strafgesetzbuches. Bemerkungen zum § 17, § 335. Alkoholfrage **21**, H. 3. 1925. — *Juliusburger*, Die Stellung des amtlichen Entwurfs eines allgemeinen deutschen Strafgesetzbuches zu den Alkoholvergehen. Blätter f. Volksgesundheitspf. **25**, H. 6. 1925. — *Juliusburger*, Der Paragraph 51 in gegenwärtiger und zukünftiger Gestaltung. Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. **5**, 415. 1925. — *Kalmus, E.*, Soziale Fürsorge als Mittel zur Verbrechensverhütung. Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. **2**, H. 2, S. 117. 1923. — *Flaig*, Bedeutsame behördliche Maßnahmen mit Bezug auf den Alkohol. Alkoholfrage **21**, H. 3. 1925. — *Gaupp*, Der neue Entwurf eines allg. deutschen Strafgesetzbuches und die Alkoholvergehen. Alkoholfrage **21**, H. 2. 1925. — *Mezger*, Alkohol und Strafrecht. Alkoholfrage **21**, 325. 1925. — *Mezger*, Der deutsche Strafgesetzentwurf von 1919. Monatschr. f. Kriminopsychol. u. Strafrechtsreform. **13**, H. 1/4. 1922. — *Widmark*, Eine Mikromethode zur Bestimmung von Äethylalkohol im Blut. Biochem. Zeitschr. **131**, 473. 1922. — *Olow*, Über den Übergang des Äethylalkohols von der Mutter zur Frucht. Biochem. Zeitschr. **134**, 407. 1923. — *Bildstein, Wils V.*, Mikrobestimmung von Methylalkohol im Blute. Biochem. Zeitschr. **146**, H. 3/4, S. 361. 1924. (Widmarksche Methode mit einigen Abänderungen.) — *Schmal*, Mikroalkoholbestimmung und ihre Anwendung. Inaug.-Diss. 1924. — *Aoki*, a. a. O.

Literatur zum Kapitel „Die Destillation“.

Nicloux und *Bandner*, Zeitschr. f. analyt. Chem. **38**, 258. 1899. — *Stritar*, Zeitschr. f. physiolog. Chem. **50**, 22. 1906. — *Kionka* und *Hirsch*, Untersuchungen über den Alkohol I. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **103**, 282. 1924. — *Kionka*, Der Alkoholgehalt des menschlichen Blutes. Pharmakol. Beitr. z. Alkoholfrage

H. I. Jena: Gustav Fischer 1927. — *Ogier-Kohn-Abrest*, Chimie toxicol. chez Doin **1**, 416. 1924.

Literatur zum Kapitel „Die Untersuchung des Destillates“.

1. Interferometrie.

Loewe, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1910, S. 321 u. 329. — *Hirsch*, Dtsch. med. Wochenschr. 1914, Nr. 31; Zeitschr. f. physiol. Chem. **91**, 440. 1914. — *Kionka* und *Hirsch*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **103**, 282. 1924. — *Kionka*, Der Alkoholgehalt des menschlichen Blutes. Pharmakol. Beitr. z. Alkoholfrage 1927, H. I. — *Leason, H. A.*, The use of the interferometer for the analysis of solutions. J. Am. Chem. Soc. **37**, I, pag. 1181. 1915.

2. Qualitative Untersuchungen des Destillates.

Eichwald, Nachweis von Carbonylgruppen, in Abderhaldens Handbuch der biol. Arbeitsmethoden Abt. I, Teil 4, H. 2, S. 193. 1920. — *Eichwald*, Aliphatische und aromatische Ketone, ebenda S. 249. — *Emden-Schmitz*, Nachweis, Bestimmung und Isolierung von Aceton, Acetessigsäure und β -Oxybuttersäure. Abderhaldens Handbuch der biol. Arbeitsmethoden, Abt. IV, Teil 5, H. 2, S. 187. 1924 (Untersuchung des Harns). — *Pincussen*, Mikromethodik, S. 110. Thieme 1925.

3. Chemische Untersuchung des Destillates.

a) Bichromatmethoden und deren Modifikationen.

Ludger, Lallemand, Perrin et Duroy, Du rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme. Paris: Chamerot 1860 u. Ann. d'hyg. et de méd. lég. **15**, 232. — *Nicloux*, Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **48**, 841, 1126. 1896; **60**, 1034. 1906; **74**, 267. 1913. Recherches expt. sur l'élimination de l'alcool dans l'organisme. Paris 1900, chez Doin. Bull. de la soc. de chim. biol. **35**, 330. 1906. Zeitschr. f. physiolog. Chem. **43**, 476. 1904. Zeitschr. f. analyt. Chem. **38**, 257. 1899. — *Dupré*, Journ. Chem. soc. **20**, 493. 1867. — *Frankland* and *Frew*, Journ. Chem. soc. **59**, 93. 1891. — *Bordas et Raczkowski*, Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. **48**, 972. 1896. — *Kuriloff*, Chem. Berichte **30**, 742. 1897. — *Benedikt* and *Norris*, Journ. of the Americ. chem. soc. **20**, 293. 1898 u. Chem. Zentralbl. **1**, 1096. 1898. — *Atwater* and *Benedikt*, Washington bull. **69**. 1898. — *Thorpe* and *Holmes*, Journ. of the chem. soc. **85**, 1. 1904. — *Cotte*, Reports pharm. **9**, 438. — *Dox* and *Lamb*, Journ. of the Americ. chem. soc. **38**, 2561. 1916. — *Widmark*, Skandinav. Arch. f. Physiol. **33**, 85. 1916; **35**, 125. 1918. Zentralbl. f. analyt. Chem. **59**, 258. 1920. Biochem. Zeitschr. **131**, 473. 1922. — *Cannan* und *Sulzer*, Heart **11**, 148. 1924. — *Florence*, Apropos de la toxicologie de l'alcool. Ann. de méd. lég. 1922, S. 10 u. 18. — *Martini* et *Nourisson*, Ann. des falsifications et des fraudes 1925, Nr. 196.

b) Brombestimmungsmethode.

Burgarszky, Mathematische und naturw. Berichte aus Ungarn **23**, 35. 1905. — *Stoltz*, Die Brombestimmung des Alkohols in ihrer Anwendung auf toxikologische Untersuchungen. Inaug.-Diss. Gießen 1913.

c) Jodidmethode.

Prunier, Zeitschr. f. analyt. Chem. **35**, 218. 1896. — *Zeisel* und *Fanto*, Zeitschr. f. das landwirtschaftl. Versuchswesen in Österreich **5**, 729. 1902 u. Zeitschr. f. analyt. Chem. **42**, 549. 1903. — *Stritar*, Zeitschr. f. analyt. Chem. **42**, 579. 1903 u. Über die Bestimmung kleiner Mengen von Äthylalkohol. Zeitschr. f. physiolog. Chem. **50**, 22. 1906.

d) Kaliumpermanganatmethode.

Astruc et Radet, Ann. des fals. et des fraudes 1925. — *Barendrecht*, Genaue Bestimmung von Alkohol mittels Permanganats, auch in sehr verdünnten Lösungen. Zeitschr. f. analyt. Chem. **52**, 167. 1913.

Literatur zum Kapitel „Die praktisch wichtigsten Fehlerquellen“.**1. Endogene Fehlerquellen.**

Magnus-Levy, Diabetes mellitus. — *Umbre*, Intermediäre Stoffwechselstörungen. — *Brugsch*, Magerkeit und Abmagerung. (Alle 3 Arbeiten in Kraus und Brugsch, Spez. Pathol. u. Therapie innerer Krankheiten Bd. I. 1919.) — *Walter*, Alkoholbestimmungen im Gehirn chronisch Kranker und Kachektischer. Diss. Zürich 1926. — *Halpern und Landau*, Zeitschr. f. exp. Path. u. Therap. **3**, 466. 1906. — *Geelmuyden*, Über den Acetongehalt der Organe an Coma diabeticum Verstorbener nebst Beiträgen zur Theorie des Acetonstoffwechsels. Zeitschr. f. physiol. Chem. **41**, 128. 1904. — *Bokelmann und Bock*, Klin. Wochenschr. 1927, Nr. 12, S. 549.

2. Endogener Alkohol.

Ford, Über das normale Vorkommen von Alkohol im Blute. Journ. of the Elliot. soc. of nat. hist. **1**, 43. 1859. — *Rajewsky*, Über das Vorkommen von Alkohol im Organismus. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **11**, 122. 1875. — *Maignon*, Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme. Cpt. rend. des séances de l'acad. des sciences 1905, S. 1063. — *Gréhant*, a. a. O. — *Nicloux*, a. a. O. — *Landsberg*, Über den Alkoholgehalt tierischer Gewebe. Zeitschr. f. physiol. Chem. **41**, 505. 1904. — *Schweisheimer*, a. a. O. — *Mellanby*, Med. res. com. spec. rep. 1919, series Nr. 31. — *Cannan und Sulzer*, The estimation of alcohol in blood. Heart **11**, Nr. 2, S. 148. 1924. — *Aoki*, Modification of Widmarks micromethod for the determination of blood alcohol. Journ. of biol. chem. **5**, Nr. 3, S. 327. 1925. — *Heilner*, Münch. med. Wochenschr. 1924, Nr. 41, S. 1422. — *Kühn*, Der Alkoholgehalt des menschlichen Blutes im nüchternen Zustand, nach Kohlehydratzufuhr und nach Genuß geringer Alkoholmengen. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **103**, 295. 1924. — *Embden*, Über die Wege des Kohlehydratabbaus im Tierkörper. Klin. Wochenschr. 1922, Nr. 9, S. 401. — *Battelli und Stern*, Die Alkoholoxidase in den Tiergeweben. Biochem. Zeitschr. **28**, 145. 1910. — *Béchamps*, Sur la présence de l'alcool dans les tissus animaux, pendant la vie et après la mort dans le cas de putréfaction. Cpt. rend. **89**, 573. 1897. — *Gottschalk*, Der Acetaldehyd im intermediären Zellstoffwechsel. Klin. Wochenschr. 1924, Nr. 17, S. 713.

Literatur zum Kapitel „Interpretation“.

(Hier ist zugleich die allgemeine Literatur, soweit sie benutzt wurde, angeführt.)

Binz, Die Ausscheidung des Weingeistes durch Nieren und Lungen. Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakol. **6**, 287. 1871. — *Bodländer*, Die Ausscheidung aufgenommenen Weingeistes aus dem Körper. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **32**, 398. 1883. — *Heubach*, Quantitative Bestimmung des Alkohols im Harn. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **8**. — *Strassmann*, Untersuchungen über den Nährwert und die Ausscheidung des Alkohols. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **49**, 315. 1891. — *Völtz und Baudrexel*, Über die vom tierischen Organismus unter verschiedenen Bedingungen ausgeschiedenen Alkoholmengen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **138**, 85. 1911; **142**, 47. 1911; **145**, 210. 1912; **152**, 567. 1913. — *Völtz und Dietrich*, Die Beteiligung des Methylalkohols und des Äthylalkohols

am gesamten Stoffumsatz im tierischen Organismus. Biochem. Zeitschr. **40**, 15. 1912. — *Widmark*, Über die Konzentration des genossenen Alkohols im Blut und Harn unter verschiedenen Umständen. Skandinav. Arch. f. Physiol. **33**, 85. 1916 u. Chem. Zentralbl. **86**, 749. 1915. — *Thurm*, Die Alkoholausscheidung im Urin. Inaug.-Diss. Gießen 1916. — *Spechter*, Die Veränderlichkeit der Alkoholausscheidung im Urin. Inaug.-Diss. Gießen 1917. — *Schlichting*, Über die Grenzen der Alkoholausscheidung im Urin. Inaug.-Diss. Gießen 1917. — *Gabbe*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. **122**, 1917. — *Miles*, The comparative concentrations of alcohol in human blood and urine at intervals after ingestion. Journ. of pharmacol. a. exp. therapeut. **20**, 265. 1923. — *Biehler*, Blutkonzentration und Ausscheidung des Alkohols im Hochgebirge. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **107**, 20. 1925. — *Pfeifer*, Einfluß der Diurese auf den Alkoholgehalt des Blutes. Pharmakol. Beitr. z. Alkoholfrage. Jena: Fischer 1927. — *Gréhant*, C. R. soc. biol. **10**, III, 814, 1896. C. R. Soc. de biol. **55**, p. 225. 376, 802, 1903 und Rech. sur l'alcool éthylique usw. Journ. de Phys. et de Path. Gén. **9**, 978. 1907. — Lancet Jan. 1926 (Drunk or Sober?). — *Pringsheim*, Chem. Untersuchungen über das Wesen der Alkoholtoleranz. Biochem. Zeitschr. **12**, 143. 1908. — *Schweishheimer*, Der Alkoholgehalt des Blutes unter verschiedenen Bedingungen. Dtsch. Arch. f. klin. Med. **109**, 271. 1913. — *Handwerk*, Der Blutalkohol nach Genuß alkoholischer Getränke unter verschiedenen Resorptionsbedingungen. Pharmakol. Beitr. z. Alkoholfrage. Jena: Fischer 1927. — *Kostitch*, Du passage de l'alcool ingéré dans les principaux tissus et organes. Rev. internat. contre l'alcoolisme **30**, 153. 1922. — *Vollmering*, Die Verteilung des Alkohols im Organismus. Diss. Gießen 1912. — *Balthazard* et *Lambert*, Rech. toxic. sur l'alcoolisme aigu. Ann. de méd. lég. 1921, S. 83. — *Vielle dent*, Dosage de l'alcool dans le sang et diagnostic de l'ivresse. Ann. de méd. lég. 1926, S. 215, et discussion S. 295. — *Gelma* et *Simonin*, Au sujet de l'empoisonnement aigu par l'alcool. Ann. de méd. lég. 1926, S. 127. — *Nerio Rojas*, Diagnostic chimique de l'alcoolisme aigu. Rev. de crimin. psiqu. y med.-legal, Buenos-Aires **53**. 1922. — *Baumier*, Recherches cliniques et exp. sur la teneur en alcool du liquide céphalo-rachidien. Leurs applications cliniques et médico-légales. Thèse Paris 1921. — *Schumm* und *Fleischmann*, Untersuchungen über den Alkoholgehalt der Spinalflüssigkeit bei Alkoholischen und Deliranten. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. **46**, 275. 1913.