

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt a. M.
(Direktor: Prof. Dr. F. Wiethold)

Die Verteilung des Alkohols im Blut

Von

O. GRÜNER

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 28. September 1956)

Es ist seit langem bekannt, daß die Alkoholkonzentration im Plasma bzw. Serum höher liegt als im Vollblut. Im Durchschnitt nimmt man das Verhältnis von 1,2:1 an und „korrigiert“ dementsprechend den bei Untersuchungen von Plasma bzw. Serum ermittelten Alkoholwert. Dabei handelt es sich jedoch um einen Mittelwert, und das Verhältnis der Alkoholkonzentration $\frac{[\text{Serum}]}{[\text{Vollblut}]}$ — im folgenden als „*qu*“ bezeichnet — kann im Einzelfall Abweichungen hiervon aufweisen.

Nach WIDMARK betrug am Hundeblut die Schwankungsbreite 1,10—1,25, ELBEL beobachtete am Menschenblut Werte von 1,05—1,25 und KÜNKELE (ebenfalls am Menschenblut) solche von 1,12—1,31. MILES stellte fest, daß Plasma etwa 22% mehr Alkohol je Kubikzentimeter enthalte als Vollblut.

Es braucht nicht besonders betont zu werden, daß wegen der großen Schwankungsbreite des Faktors „*qu*“ die Berechnung der Vollblut-Alkoholkonzentration (BAK) aus der Serum-Alkoholkonzentration (SAK) zu ungenauen Ergebnissen führen muß, sofern man nicht in der Lage ist, die Schwankungen (nach Kenntnis ihrer Ursache) rechnerisch zu berücksichtigen. Wir haben deshalb versucht, uns Klarheit über die Gesetzmäßigkeiten zu verschaffen, nach denen sich der Alkohol im Blut verteilt. Zunächst schien es uns von Bedeutung zu wissen, ob „*qu*“ bei ein und demselben Individuum eine konstante Größe ist oder Schwankungen aufweist. Wir bestimmten deshalb bei 8 jugendlichen Versuchspersonen nach Gaben von etwa 1,2 g Alkohol je Kilogramm Körpergewicht (verdünnt mit $\frac{2}{3}$ Tee) in stündlich entnommenen Blutproben 4 Std lang den Alkoholgehalt des Gesamtblutes und des Serums.

Das alkoholische Getränk wurde innerhalb 20—30 min auf leeren Magen getrunken. Die Blutentnahmen erfolgten stets aus der Cubitalvene. Ein Teil des Blutes wurde mittels Natriumfluorids ungerinnbar gemacht — ein Teil der Gerinnung überlassen. Die Blutalkoholbestimmungen erfolgten in Vollblut und Serum nach WIDMARK.

Es zeigte sich, daß das Verhältnis der Alkoholkonzentrationen $\frac{[\text{Serum}]}{[\text{Vollblut}]}$ auch bei ein und derselben Person nicht konstant ist, sondern beträchtliche Schwankungen aufweist. Auf Grund folgender Über-

legungen vermuteten wir, daß die Schwankungen durch Wasserver-schiebungen im Blut bzw. zwischen Blut und Gewebe aufgetreten seien:

Unterstellt man, daß sich der Alkohol nur oder fast ausschließlich im Wasser löst, so müßte das Verhältnis der Wasserkonzentration $\frac{[\text{Serum}]}{[\text{Vollblut}]}$ (im folgenden als qu_w bezeichnet) die Alkoholkonzentration in beiden Phasen bestimmen (wobei freier Austausch des Alkohols vor-ausgesetzt wird). Das Verhältnis der Alkoholkonzentration $\frac{[\text{Serum}]}{[\text{Vollblut}]}$ = qu müßte dann mit qu_w (= Verhältnis der Wasserkonzentration in beiden Phasen) übereinstimmen.

Nun besagt eine Überschlagsrechnung folgendes: Bei einem Serum-wassergehalt von etwa 90% und einem Vollblut-Wassergehalt von etwa 78% (nach VIERORDT) ergibt sich für qu_w ungefähr 1,15; dieser Wert stimmt etwa mit den von WIDMARK und ELBEL angegebenen bzw. ihren Resultaten zu entnehmenden Mittelwerten für qu (1,16 bzw. 1,17) überein, was die Annahme stützt, daß sich der Alkohol im Blut praktisch nur nach dem Wassergehalt der einzelnen Phasen verteilt. Um diese Frage weiter zu klären, unternahmen wir zusammen mit ENGEL-KAPPE folgende in vitro-Versuche:

In drei Versuchsreihen bemühten wir uns von den drei Größen „Alkoholkonzentration im Vollblut“, „Plasmaanteil des Vollblutes“ und „Wasserkonzentration des Plasmas“ jeweils eine zu variieren, während die anderen nach Möglichkeit konstant gehalten wurden. Für sämtliche Blutproben einer Versuchsreihe wurde nur ein (Nüchtern)-Blut verwandt. Das Einmischen des Alkohols geschah folgendermaßen: Wir lösten Trockenserum in einer Alkohollösung und fügten von dieser Trockenserum-Alkohollösung den einzelnen Blutproben in wechselnder Menge soviel zu, wie vorher Plasma aus diesen Bluten entfernt worden war. Um Gewähr dafür zu haben, daß nicht ein unterschiedliches Verhältnis Trockenserumlösung zu Plasma die Ergebnisse beeinflusste, wurde zu den einzelnen Proben noch soviel *alkoholfreie* Trockenserumlösung zugegeben, daß innerhalb jeder Versuchsreihe ein konstantes Verhältnis Trockenserumlösung: Plasma herrschte. Es mußte auch noch darauf geachtet werden, daß selbst bei sorgfältigem Zentrifugieren des Blutes stets ein gewisser Teil Plasma in dem Blutkörperchenzentrifugat zurückblieb. Aus diesem Grunde wurde auch das Zentrifugat noch einmal der Hämatokritprobe¹ unterworfen und der dabei noch gefundene Anteil von Plasma beim Abmessen des Plasmas für die einzelnen Blutproben berücksichtigt.

Nach dem Ansetzen der Blutproben einer Versuchsreihe kamen dieselben für 24 Std in den Kühlschrank (damit sich der Alkohol gleichmäßig verteilen konnte).

Anschließend wurde zunächst eine Vollblutprobe entnommen, der Rest danach zentrifugiert und Plasma (bzw. Plasma-Serum-Mischung) abpipettiert. Die Bestimmung der Alkoholkonzentration im Vollblut und in der Serum-Plasmalösung erfolgte nach WIDMARK.

Versuchsreihe 1. Die Blutalkoholkonzentrationen sollten verändert, alle anderen angegebenen Größen konstant gehalten werden.

¹ Die Hämatokritbestimmungen wurden stets mittels Capillarröhrchen — wie von PONSOLD vorgeschlagen — vorgenommen; aus jeweils 3 oder mehr Messungen wurde der Mittelwert errechnet.

Dazu wurde folgendermaßen vorgegangen:

- a) Trennung von Blutkörperchen und Plasma; Hämatokritkontrolle des Zentrifugates.
- b) Abmessen der Trockenserumlösung, des Plasmas und der Blutkörperchen.
- c) Hämatokritkontrolle der angesetzten Blutproben.
- d) Stehenlassen der Blutproben zwecks ordentlicher Verteilung des Alkohols.
- e) Herstellen der Vollblut- und Plasma-Serumproben.
- f) Untersuchung nach WIDMARK.

Das Ergebnis der Untersuchung zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1

Blutalkoholkonzentration . .	1,26	1,14	1,00	0,84
Vol.-% Plasma (bzw. Serum)	52,1	52,5	52,3	52,8
<i>qu</i>	1,17	1,18	1,13	1,15

Aus Tabelle 1 ersieht man, daß bei den von uns gewählten Unterschieden der Blutalkoholkonzentrationen *qu* nur eine geringe Schwankungsbreite aufweist, die ohne weiteres durch die Fehlerbreite bei der WIDMARKSchen Alkoholbestimmung (vgl. BORGMANN) erklärt wird. Das spricht für eine Unabhängigkeit der Alkoholverteilung im Blut von der Höhe der Blutalkoholkonzentration, was auch aus den Versuchen ELBELS hervorgeht, der niedrige Werte für *qu* sowohl bei niedriger wie auch bei hoher Blutalkoholkonzentration fand (Blutalkoholkonzentration = 0,51⁰/₁₀₀ bzw. 2,46⁰/₁₀₀; *qu* = 1,16).

Versuchsreihe 2. Es sollte die Abhängigkeit des Quotienten *qu* vom Hämatokritwert, d. h. dem Volumenverhältnis von Plasma : Erythrocyten geprüft werden. Dazu wurde die Blutalkoholkonzentration nach Möglichkeit konstant gehalten und der Plasmaanteil des Vollblutes verändert.

Es wurde folgendermaßen vorgegangen:

- a) Trennung von Blutkörperchen und Plasma; Hämatokritkontrolle des Zentrifugates.
- b) Abmessen der Trockenserumlösung, des Plasmas und der Blutkörperchen. Die Blutproben sollten die folgenden Werte für das Plasma(Serum)volumen haben: 45, 50, 55 und 60%.
- c) Hämatokritkontrolle der angesetzten Blutproben.
- d) Stehenlassen der Blutproben zwecks ordentlicher Verteilung des Alkohols.
- e) Herstellung der Vollblut-Plasmaproben.
- f) Untersuchung der Proben nach WIDMARK.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse dieser Versuchsreihe.

Tabelle 2

Blutalkoholkonzentration . .	0,61	0,67	0,63	0,65
Vol.-% Plasma (Serum) . . .	40,4	45,7	53,8	63,7
<i>qu</i>	1,26	1,24	1,19	1,18

Zur Erklärung dieser Werte ist zunächst auf folgendes hinzuweisen: Die Tatsache, daß die Alkoholkonzentration im Vollblut ganz allgemein

unter der des Plasmas bzw. Serums liegt, spricht dafür, daß entweder das Plasma prozentual mehr des gleichen Alkohollösungsmittels (etwa des Wassers) enthält als das Gesamtblut, oder aber daß „das Lösungsmittel“ des Plasmas die Fähigkeit besitzt, mehr Alkohol zu lösen als „das Lösungsmittel“ für Alkohol im Gesamtblut. (Letzteres wäre dann möglich, wenn sich das „Lösungsmittel“ im Plasma oder das in den Blutkörperchen aus zwei oder mehr Komponenten zusammensetzte.) Auf jedem Fall ist damit zu rechnen, daß mit einer Vermehrung des Plasmaanteiles im Vollblut auch der prozentuale Anteil des Lösungsmittels im Vollblut steigen muß. Dies bedeutet, daß bei konstanter Alkoholkonzentration im Plasma und in den Blutkörperchen der Vollblutalkoholspiegel bei einer Vermehrung des Plasmavolumens ansteigen muß. Da aber der Quotient qu bei konstantem Plasma-Alkoholspiegel und bei steigendem Vollblut-Alkoholspiegel als Ausdruck des Konzentrationsverhältnisses $\frac{[\text{Plasma}]}{[\text{Vollblut}]}$ kleiner wird, muß er demzufolge mit steigendem Plasmaanteil des Vollblutes sinken.

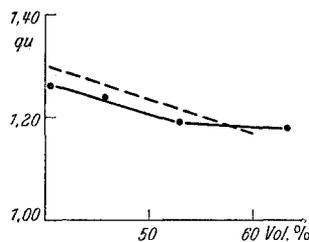


Abb. 1. qu bei verschiedenem Plasmavolumen

Abb. 1 stellt die Verhältnisse unter Zugrundelegung eines Plasma-Wassergehaltes von 90% (nach REIN u. a.), sowie eines spez. Gewichtes von 1,027 für Plasma (nach VIERORDT) und 1,105 für Erythrocyten (nach WELCKER, s. bei VIERORDT) dar (unterbrochene Linie). Die ausgezogene Linie ist nach den in Versuchsreihe 2 gewonnenen Resultaten gezeichnet. Man sieht — abgesehen von der offenbar auf anderen Wassergehalt zurückzuführenden Parallelverschiebung — eine einigermaßen gute Übereinstimmung und kann feststellen, daß das Ergebnis der Versuche mit den Erwartungen im Einklang steht.

Versuchsreihe 3. Es sollte geprüft werden, wie sich qu bei Verdünnung des Plasmas verhält. Dazu wurde die Blutalkoholkonzentration sowie das Plasmavolumen und der Wassergehalt der Erythrocyten nach Möglichkeit konstant gehalten und der Plasma- bzw. Serumwassergehalt verändert.

Es wurde folgendermaßen vorgegangen:

- a) Trennung von Blutkörperchen und Plasma; Hämatokritkontrolle des Zentrifugates.
- b) Abmessen der physiologischen NaCl-Lösung.
- c) Abmessen der Trockenserumlösung, des Plasmas und der Blutkörperchen.
- d) Stehenlassen der Blutproben zwecks ordentlicher Verteilung des Alkohols.
- e) Hämatokritkontrolle der angesetzten Blutproben.
- f) Herstellung von Vollblut- und Plasma-proben.
- g) Untersuchung der Proben nach WIDMARK.

Das Ergebnis der Versuchsreihe zeigt Tabelle 3 sowie Abb. 2.

Tabelle 3

Physiol. NaCl-Lösung in %	0	5	10	15	20
Blutalkoholkonzentration	0,95	1,04	1,09	1,02	1,16
Plasma(Serum)volumen einschl. NaCl-Lösung	43,4	47,0	41,9	42,0	42,9
<i>qu</i>	1,29	1,26	1,27	1,28	1,22

Die in Abb. 2 gestrichelte Linie ist unter der Voraussetzung errechnet, daß *nur* das Wasser im Blut als Lösungsmittel des Alkohols eine Rolle spielt. Dazu ist folgendes vor auszuschicken: In Versuchsreihe 3 wurde

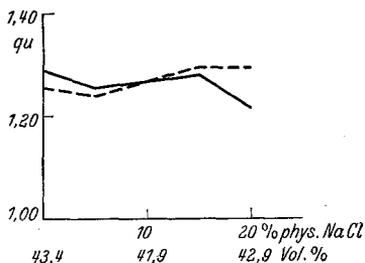


Abb. 2. *qu* bei verschiedenem Wassergehalt des Plasmas und Vollblutes

das Verhalten von *qu* bei verschiedenen *Wasserkonzentrationen* des Plasmas (Serums) und — bei konstantem Plasmavolumen im Vollblut hierdurch bedingt — *verschiedener Wasserkonzentration* des Vollblutes untersucht. Die Versuche erhellen also nicht nur eine eventuelle Abhängigkeit des Quotienten *qu* vom Wassergehalt der Blutbestandteile, sondern können darüber hinaus Aufschluß geben, ob praktisch *nur* Wasser als Lösungsmittel in Frage

kommt oder noch andere Lösungsmittel eine wesentliche Rolle spielen. Unter dieser Voraussetzung hätte die Kurve des Quotienten *qu* eine deutliche Abweichung von der theoretisch auf Grund der Annahme berechneten Kurve, daß *nur* Wasser als Lösungsmittel für Alkohol in Frage kommt, zeigen müssen.

Leider ließ sich bei den Versuchen das Plasmavolumen nicht in dem Maße konstant halten, wie wir es gewünscht hatten. Auf Grund der — durch Versuchsreihe 2 bewiesenen — Abhängigkeit des Quotienten *qu* vom Plasmavolumen des Vollblutes ließen sich die theoretischen Berechnungen trotzdem durchführen.

Folgende Werte wurden dabei zugrunde gelegt:

1. Die Hämatokritwerte ergaben sich aus den Versuchen.
2. Prozentualer Wassergehalt der Erythrocyten (nach REIN) 57%.
3. Spez. Gewicht der Erythrocyten (nach WELCKER, s. bei VIERORDT) 1,105.
4. Spez. Gewicht der Plasma-Serum-NaCl-Lösung wurde aus dem Verdünnungsgrad errechnet.
5. Wassergehalt der Plasma-Serum-NaCl-Lösung wurde berechnet aus dem Verhältnis Plasma zu physiol. NaCl-Lösung, aus dem Wasser-

gehalt des Plasmas (nach REIN = 90%), aus dem spez. Gewicht des Plasmas (nach VIERORDT = 1,027) und aus dem Wassergehalt der physiol. NaCl-Lösung sowie deren spez. Gewicht.

Die Abb. 2 zeigt, daß der Verlauf der aus den Experimenten ermittelten Kurve der theoretisch errechneten Kurve gleichgerichtet ist, jedoch besonders an Anfang und Ende eine Differenz aufweist. Der Unterschied beträgt maximal 0,07 (theoretisch 1,29 — gefunden 1,22); diese Abweichung fällt aber noch in den Bereich der Fehlergrenze der Widmark-Probe, so daß man auf Grund dieses Versuches sagen kann: Entweder ist Wasser das alleinige Lösungsmittel für den Blutalkohol, oder es sind möglicherweise noch andere Lösungsmittel für Alkohol im Blut vorhanden, doch in so geringen Mengen, daß ihr Einfluß auf den Quotienten qu innerhalb der Fehlerbreite der Widmark-Probe liegt.

Das Ergebnis der drei beschriebenen Versuchsreihen spricht also dafür, daß im Blut praktisch nur Wasser als Lösungsmittel für Alkohol in Frage kommt.

Unter dieser Voraussetzung müßte also bei beliebigen Blutproben der Quotient qu (= Verhältnis der Alkoholkonzentration $\frac{[\text{Plasma}]}{[\text{Vollblut}]}$) = qu_w (= Verhältnis der Wasserkonzentration $\frac{[\text{Plasma}]}{[\text{Vollblut}]}$) sein. Um dies zu überprüfen, ermittelten wir bei 10 dem Institut zur Untersuchung auf Alkohol übersandten Blutproben gesondert die Blutalkoholkonzentration und die Alkoholkonzentration des Plasmas sowie den Wassergehalt von Plasma und Vollblut. Es zeigte sich, daß die entsprechenden Quotienten qu und qu_w weitgehend übereinstimmten und nur in drei Fällen ein Meßfehler bei der Widmark-Probe von $\pm 0,04\%$ nicht ganz ausreichte, um die Differenzen zu erklären. Berücksichtigt man, daß nach den vom Bundesgesundheitsamt herausgegebenen Richtlinien für die Technik der Blutalkoholbestimmung nach WIDMARK für forensische Zwecke (vgl. BORGMANN) der Gesamtfehler bei der Widmark-Probe über 1% nicht mehr als $\pm 5\%$, bei Werten darunter aber bis $\pm 0,05\%$ (absolut) betragen darf (bezogen auf die Abweichung der Einzelbestimmung vom Mittelwert), so kann das Ergebnis gleichwohl als zufriedenstellend und der Erwartung entsprechend bezeichnet werden.

Trotzdem haben wir zur Sicherung unserer Ergebnisse — zusammen mit BAUMGARTEN — bei 10 Versuchspersonen nach Genuß einer 1 g Alkohol je Kilogramm Körpergewicht enthaltenden Branntweinmenge in jeweils fünf (in $\frac{1}{2}$ stündlichem Abstand nach Beginn des Trinkens entnommenen) Blutproben qu und qu_w ermittelt. Der Wassergehalt von Vollblut und Serum wurde durch Trocknen der Proben bis zur Gewichtskonstanz, die Alkoholkonzentration in Vollblut und Serum gesondert,

ermittelt. Wir konnten bei dieser Versuchsreihe mit etwas besseren Ergebnissen rechnen, da wir inzwischen eine auf dem WIDMARKSchen Prinzip basierende photometrische Methode zur Blutalkoholbestimmung ausgearbeitet hatten (GRÜNER), die das alte titrimetrische Alkoholbestimmungsverfahren im Blut an Genauigkeit übertrifft (HUBER). Es zeigte sich, daß praktisch völlige Übereinstimmung zwischen qu_w und qu bestand. Das durchschnittliche Verhältnis $\frac{qu_w}{qu}$ betrug bei 100 Einzelbestimmungen $0,99971 \pm 0,00312$.

Auf Grund dieser in Abb. 3 graphisch dargestellten Ergebnisse (Mittelwerte von 20 Trinkversuchen mit 100 Einzelbestimmungen; jede der 10 Versuchspersonen stellte sich zweimal zur Verfügung) können wir

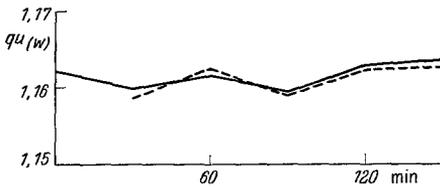


Abb. 3. ——— qu_w (Wasserkonzentrationsverhältnis Serum: Vollblut); - - - - qu (Alkoholkonzentrationsverhältnis Serum: Vollblut)

mit Sicherheit sagen, daß sich die Verteilung des Alkohols im Blut praktisch nur nach dem Wassergehalt des Blutes bzw. der einzelnen Blutbestandteile richtet.

Diese Feststellungen stehen im Einklang mit den von POLONOVSKI, LINDENBERG und

RABUSSIER bei Tierexperimenten an 4 Hunden gewonnenen Ergebnissen, nach denen sich keine Anhaltspunkte dafür finden ließen, daß im Blut „gebundenes Wasser“ (vgl. NICLOUX) vorhanden ist, das nicht als Lösungsmittel für den Alkohol dienen kann. Aus unseren Feststellungen ergeben sich folgende Konsequenzen:

Eine Umrechnung von der SAK auf die BAK ist nur dann mit einiger Sicherheit möglich, wenn der Wassergehalt des Serums und Vollblutes bekannt ist und berücksichtigt wird. Infolge der mit einer eventuellen Wassergehaltsbestimmung verbundenen Mehrarbeit wird man in praxi besser auf SAK-Bestimmungen (und rechnerische Ermittlung der BAK) verzichten. Bei Alkoholbestimmungen des Leichenblutes ist wegen dessen wechselhafter Zusammensetzung sorgsam darauf zu achten, daß wirklich „Vollblut“ untersucht wird. Unter Umständen müßten zur Kontrolle Wasserbestimmungen durchgeführt werden. Auf jeden Fall ermöglicht die Gleichung $qu_w = qu$ (s. oben) in Einzelfällen eine Überprüfung der gewonnenen Resultate.

Auf die Frage, wie weit durch Alkohol selbst oder osmotisch wirksame Substanzen (z. B. Lävulose) Wasserverschiebungen im Blut bzw. auch im Gesamtorganismus eintreten können, die u. U. zu Veränderungen der BAK bzw. SAK (und des Verhältnisses beider) führen, soll an anderer Stelle eingegangen werden.

Zusammenfassung

1. Es wird über verschiedene Versuchsreihen berichtet, die dafür sprechen, daß sich der Alkohol zwischen Blutkörperchen und Plasma bzw. Serum entsprechend dem jeweiligen Wassergehalt verteilt.

2. Bezeichnet man das Alkoholkonzentrationsverhältnis zwischen Serum und Vollblut als qu , das Wasserkonzentrationsverhältnis als qu_w , so gilt: $qu = qu_w$.

3. Auf die praktische Bedeutung der Untersuchungsergebnisse wird hingewiesen: Eine Berechnung der BAK aus der Serum-Alkoholkonzentration sollte (wegen der selbst bei der gleichen Person zu verschiedenen Zeiten wechselnden Wasserkonzentration) nach Möglichkeit unterbleiben. An „Fehlerquellen“ durch wechselnde Blutzusammensetzung bzw. unterschiedlichen Wassergehalt ist besonders bei der Untersuchung von Leichenblut zu denken.

Literatur

BAUMGARTEN, H.: Untersuchungen über den Verlauf der Blutalkoholkurve in der Resorptionsphase bei geistiger Arbeit. Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1956. — BORGMANN, W.: Blutalkohol bei Verkehrsstraftaten. Bielefeld: Kirschbaum-Verlag 1956. — ELBEL, H.: Untersuchungen zur Verwertbarkeit der Blutalkoholbestimmung nach WIDMARK. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **25**, 124 (1935). — ENGEL-KAPPE, R.: Untersuchungen über das Verhältnis der Alkoholkonzentration im Serum zu der im Vollblut. Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1954. — GRÜNER, O.: Ein photometrisches Verfahren zur Blutalkoholbestimmung. Slg. Vergift.fälle, Arch. Toxikol. **14**, 362 (1953). — Ein Beitrag zur photometrischen Blutalkoholbestimmung. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **44**, 771 (1956). — HUBER, W.: Untersuchungen über die Brauchbarkeit der photometrischen Blutalkoholbestimmung (nach WIDMARK-GRÜNER). Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1956. — KÜNKELE, F.: Zur Blutalkoholbestimmung. Über die Verteilung des Alkohols in geronnenem Blut. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 241 (1936). — MILES, W. R.: The comparative concentrations of alcohol in human blood and urine at intervals after ingestion. J. of Pharmacol. **20**, 265 (1922). — NICLOUX, M. M.: L'eau des tissus: Possibilité de mettre en évidence une eau imperméable à l'alcool éthylique; sa fixation par les proteides; sa mesure, ses variations. Bull. Soc. Chim. biol. Paris **16**, 822 (1934). POLONOVSKI, M., B. A. LINDENBERG et H. RABUSSIER: Sur la répartition de l'éthanol, in vivo et in vitro, entre les globules rouges et le plasma sanguin, chez le chien. C. r. Acad. Sci. Paris **232**, 1595 (1951). — PONSOLD, A.: Die Eindickung und Verdünnung des Blutes beim Tod durch Erstickung. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **28**, 154 (1937). — REIN, H.: Physiologie des Menschen. Berlin: Springer 1938. — VIERORDT, H.: Daten und Tabellen. Jena: Gustav Fischer 1893. — WIDMARK, E. M. P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin u. Wien: Urban & Schwarzenberg 1932.

Priv.-Doz. Dr. O. GRÜNER, Frankfurt a. M., Forsthausstr. 104,
Institut für gerichtliche und soziale Medizin