

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Kiel
(Direktor: Prof. Dr. HALLERMANN)

Untersuchungen über die Relationen von Blutkuchen-Vollblut- (Serum-)Alkoholwerten

**Zugleich ein Beitrag zur Umrechnung
von Serum- auf Vollblut-Alkoholkonzentrationen***

Von

A. ILLCHMANN-CHRIST

I. Die Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation

Wenn auch die Feststellung des Blutalkoholgehaltes in der Regel im Vollblut oder Serum erfolgen kann, so ergibt sich doch immer wieder in forensischen Fällen gelegentlich die Notwendigkeit einer Bestimmung im Blutkuchen. Gegenüber dieser Methode bestehen jedoch gewisse Bedenken, die vor allem durch den wechselnden Serumgehalt der Coagula und damit durch die innerhalb bestimmter Grenzen notwendig gegebene Inhomogenität des Substrates begründet sind.

So hat vor allem TOCANTIS in seinen Untersuchungen über die Struktur des Säugetierblutkuchens gezeigt, daß dieser als „kristallinisches Gel“ von schwelldem, elastischem Typ, bestehend aus einem Maschenwerk von Fibrinnadeln und der zwischen diesen eingeschlossenen flüssigen Phase, aufzufassen ist und in seinen physikalischen Eigenschaften maßgeblich vom Gehalt intakter Thrombocyten, damit aber auch von der Geschwindigkeit der Zentrifugierung und von der Gerinnungsphase abhängt. Da die Anlagerung intakter Plättchen an das früher gebildete Fibrin meist vom Inneren der gerinnenden Masse aus erfolgt, bleibt dieses länger flüssig, während die Peripherie vorgeschrittene Gerinnung aufweist. Ferner besitzen plättchenreiche Blutkuchen, in denen die Fibrinnadeln dichter zusammengefügt sind, sich früher vereinigen und verkürzen, infolge der stärkeren Retraktion einen geringeren Serumgehalt als thrombopenische Coagula, in denen die flüssige Phase in den Zwischenräumen länger festgehalten wird. Neben der Wirksamkeit der agglutinierenden Thrombocyten, die sich an die Fibrinfäden anheften, mit dem Fibrin verbinden und so das allmähliche Zusammenziehen des Fibrinnetzes bewirken, besitzen jedoch nach den Untersuchungen von HIRSCHBOECK auch Erythrocytenzahl, Oberflächenkräfte sowie quantitative und qualitative Fibrinbeschaffenheit für die Blutkuchenretraktion und damit für den Serumgehalt erhebliche Bedeutung. So ist nicht nur der Blutkuchen bei Thrombocytosen, sondern auch bei Anämien und bei pathologischen oder physiologischen Zuständen, die mit quantitativen oder qualitativen Fibrinsteigerungen verbunden sind, wie in der postoperativen Phase oder während der Menstruation, infolge der Retraktionsverstärkung und -beschleunigung serumärmer als bei Thrombocytopenien, Erythramien oder Gerinnungsdefekten. Die Beurteilung eines Alkoholgehaltes im Blutkuchen und dessen Umrechnung auf Vollblut erscheint unter diesen Umständen daher von vornherein problematisch.

* Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Zürich, 1958.

Außerdem beruhen unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation bisher eigentlich lediglich auf einer Arbeit von KÜNKELE, der in insgesamt nur 15 Einzeluntersuchungen ein starkes Abfallen des Alkoholgehaltes mit wachsender Intensität des Auswaschprozesses feststellte, d. h. Mittelwerte des Blutkuchen-Vollblut-Alkoholverhältnisses fand, die zwischen 0,86 nach leichtem, 0,59 nach stärkerem Abwaschen des Blutkuchens gelegen waren, somit als von der Methode abhängige relative Größen erschienen. Dennoch betrachtete KÜNKELE den Mittelwert 0,74 als für die praktische Berechnung des Vollblutalkoholgehaltes in forensischen Fällen und auch als für die Beurteilung eines Rauschzustandes geeigneten Divisor, da sich das entsprechende Waschverfahren auch bei ungewollter Verlängerung als „ziemlich tolerant“ erwiesen hatte und es für praktische Bedürfnisse unerheblich sei, ob der Berechnung der Wert 0,80 oder 0,74 zugrunde gelegt werde.

Der von KÜNKELE gefundene Mittelwert muß jedoch im Hinblick auf die sehr kleine Zahl der Untersuchungen und die Inhomogenität des Untersuchungsmateriales von vornherein mit Vorsicht bewertet werden, ebenso wie die von ihm angegebene Schwankungsbreite, die lediglich die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wert seiner Meßreihe darstellt, zur statistischen Berechnung von Teilstreuungen ungeeignet erscheint und zu keiner sicheren Aussage über den generellen Beweiswert der Untersuchung berechtigt.

Eigene Untersuchungen

Die hier skizzierte Unsicherheit und die geringe Zahl der vorliegenden Untersuchungen einerseits, die praktische Bedeutung der Frage andererseits veranlaßten uns zu einer Prüfung dieser Verhältnisse auf breiterer Grundlage.

Dazu wurden bei 42 gesunden Studenten und Polizeibeamten zwischen 20 und 30 Jahren Alkoholtrinkversuche und bei jedem Probanden in verschiedenen Phasen des Versuches zur Erzielung verschiedener Blutalkoholkonzentrationen 4 Blutentnahmen durchgeführt, so daß insgesamt 168 Blutproben zur Verfügung standen, von denen jeweils der Alkoholgehalt im Vollblut, Serum, Blutkuchen und Sediment bestimmt wurde. Nach Feststellung des Mittelwertes auf Grund von 3 Einzeluntersuchungen jeder Blutprobe der verschiedenen Substrate wurden zunächst bei jedem einzelnen Blut das Verhältnis von Blutkuchen- zu Vollblut- bzw. von Vollblut- zu Blutkuchen-Alkoholgehalt, ferner von Blutkuchen- zu Serum-Alkoholkonzentration (nach der Widmarkschen Methode) sowie die Relation von Sediment- zu Vollblut-Alkoholgehalt (nach dem ADH-Verfahren), hierauf in den einzelnen Untersuchungsreihen der Mittelwert auf Grund der Division der Summen der arithmetischen Mittel der Einzelwerte jeder Blutprobe durch die Zahl der Untersuchungen der betreffenden Meßreihe berechnet, wobei gleichzeitig eine stufenweise Aufteilung des Materiales in Konzentrationsbereiche von 0,5 zu 0,5 g-%₀₀, bezogen auf den jeweiligen Vollblutalkoholgehalt, erfolgte. Weiter wurde das Sigma, also die mittlere Abweichung als Maß der Streuung der Einzelwerte um

den Mittelwert, auf der Grundlage aller Einzelwerte, sowohl in bezug auf die verschiedenen Konzentrationsbereiche, als auch auf das Gesamtmaterial (entsprechend

der Formel $\pm \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n-1}}$), und schließlich das σ_M , also der mittlere Fehler des

Mittelwertes (entsprechend $\pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$), in den einzelnen Meßreihen sowie die $3\sigma_M$ -Grenzen, also die Bereiche festgestellt, in denen die Mittelwerte mit 99,73%iger Wahrscheinlichkeit gelegen sind. Die Streuungen der Einzel-Mittelwerte der jeweiligen Relationen um den Gesamt-Mittelwert sind innerhalb des 1σ -, 2σ - und 3σ -Bereiches festgestellt und die jeweiligen Fehlerbreiten berechnet worden.

a) Die Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation. Insgesamt 161 Blutkuchen wurden in der Weise gewonnen und untersucht, daß die Blutprobe eine Nacht im Eischrank stehengelassen, am nächsten Morgen das Serum abgegossen, der Blutkuchen 5 min lang zentrifugiert, das restliche Serum abgesaugt und das Material teils aus den tieferen, teils aus den oberflächlichen Gebieten jedes einzelnen Coagulums gewonnen wurde, um etwaige systematische Fehler gegenüber zufallsbedingten Abweichungen möglichst auszuschalten und entsprechend der Normalverteilung streuende Ergebnisse zu erlangen. Es zeigte sich dabei, daß die 3 Einzelwerte jedes Blutkuchens in der Masse der Fälle innerhalb der für die Vollblutuntersuchung als zulässig vereinbarten maximalen Abweichung von $\pm 10\%$ bzw. von $\pm 5\%$ gelegen waren — so daß eine Normalverteilung angenommen werden konnte — und nur insgesamt 10 Blutkuchen Streuungen über $\pm 10\%$, nämlich bis zu maximal $\pm 23\%$, aufgewiesen hatten. Demgegenüber hatte die mittlere Streuung der Einzelwerte der untersuchten Vollblute die Grenze von $\pm 5\%$, in der Masse der Fälle, nämlich bei 148 Blutkuchen, den dreifachen mittleren Fehler von $\pm 3,5\%$ nicht überschritten. Es lagen somit für die Bestimmung der Relationen durchaus verwertbare Voraussetzungen vor.

Ergebnisse

In dem gesamten Kollektiv von je 161 Blutkuchen- und Vollblutuntersuchungen resultierten als Mittelwert der Relation ($M = 122,347:161$) der Quotient 0,759 (0,76) und ein Sigma ($\sigma = \sqrt{\frac{0,545419}{160}} = 0,058$) von $\pm 0,06$, so daß die mittlere Streuung (1σ -Bereich) zwischen 0,70 und 0,82 ($\pm 7,9\%$), die 2σ -Grenze zwischen 0,64 und 0,88 ($\pm 15,8\%$) und der 3σ -Bereich zwischen 0,59 und 0,93 ($\pm 22,6\%$) gelegen ist (Tabelle 1). Das σ_M wurde mit $\frac{0,058}{\sqrt{161}} = 0,005$ errechnet, so daß die 3σ -Grenze als Ausdruck des dreifachen mittleren Fehlers des Mittelwertes 0,74—0,77, entsprechend einer Fehlerbreite von $\pm 1,97\%$, beträgt; daraus ergibt sich, daß der Mittelwert 0,76 als statistisch repräsentativ betrachtet werden kann.

Bei einem Blutkuchenalkoholgehalt von $1,5 \text{ g-}^0_{100}$ würde sich also der Vollblutalkoholwert bei Verwendung des Mittelwertes 0,76 mit 2 g-^0_{100} , bei Heranziehung der oberen und unteren Grenzwerte der mittleren Streuung (0,82 und 0,70) mit $1,8 \text{ g-}^0_{100}$ und $2,1 \text{ g-}^0_{100}$ errechnen,

was einer Fehlerbreite von $\pm 7,7\%$ entspricht. Bei Berücksichtigung des zweifachen mittleren Fehlers ist bei Vollblutumrechnung die Schwankungsbreite zwischen 1,7 und 2,3 g- ‰ ($\pm 15\%$) und nach der 3σ -Regel sogar zwischen 1,6 und 2,5 g- ‰ ($\pm 22\%$) gelegen.

In den verschiedenen Konzentrationsbereichen bestehen analoge Verhältnisse mit Mittelwerten von $0,75 \pm 0,07$ (im Konzentrationsbereiche von 0,5—1,0 g- ‰), von $0,76 \pm 0,06$ (im Bereiche von 1,0 bis 1,5 g- ‰) und von $0,77 \pm 0,05$ (im Bereiche von 1,5—2,0 g- ‰), so daß also der stufenweise Anstieg der Vollblutalkoholkonzentration mit einer leichten Steigerung des Mittelwertes und einem geringen Absinken des Sigmas verbunden zu sein scheint. (Der Konzentrationsbereich bis zu 0,5 g- ‰ ist zwar in der Tabelle 1 mitangeführt, wegen des zu kleinen

Tabelle 1

Konzentrationsbereich in ‰	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	$3\sigma_M$ -Grenze
> 1,5	36	0,767	0,051	0,008	0,743—0,791
> 1,0—1,5	74	0,762	0,056	0,007	0,741—0,783
0,5—1,0	48	0,748	0,068	0,009	0,721—0,775
< 0,5	3	0,785	0,038	—	—
Gesamtmaterial	161	0,759	0,058	0,005	0,744—0,774 ($\pm 1,97\%$)

Konzentrationsbereich in ‰	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
> 1,5	0,716—0,818	0,665—0,869	0,614—0,920
> 1,0—1,5	0,706—0,818	0,650—0,874	0,594—0,930
0,5—1,0	0,680—0,816	0,612—0,884	0,544—0,952
< 0,5	0,747—0,823	0,709—0,861	0,671—0,899
Gesamtmaterial	0,701—0,817 ($\pm 7,9\%$)	0,643—0,875 ($\pm 15,8\%$)	0,585—0,933 ($\pm 22,6\%$)

Materialies aber für die statistische Auswertung von vornherein nicht berücksichtigt worden.) Bei Alkoholkonzentrationen über 1,5 g- ‰ würde also die Verwendung des Mittelwertes 0,76 anstatt 0,77, der hier eingesetzt werden müßte, nach Vollblutumrechnung eine Erhöhung des Blutalkoholgehaltes um 0,1 g- ‰ , d. h. z. B. bei einem Blutkuchenalkoholgehalt von 1,8 g- ‰ einen Vollblutalkoholwert von 2,4 g- ‰ anstatt von 2,3 g- ‰ , ergeben. Abgesehen aber davon, daß diese Differenzen praktisch ohne Bedeutung sind, können die Differenzen der Mittelwerte und mittleren Abweichungen in den einzelnen Konzentrationsbereichen nicht als statistisch signifikant angesehen werden, wie im übrigen schon aus der weitgehenden Überlagerung der einzelnen Mutungsbereiche ($3\sigma_M$ -Grenzen) in der Tabelle 1 zu ersehen ist. Möglicher-

weise handelt es sich dabei aber auch nur um einen Effekt der nach der Aufgliederung zu klein gewordenen Zahlen; immerhin dürfen die Beziehungen von Mittelwerten, mittleren Abweichungen und Konzentrationshöhen als auffallend registriert werden. Bemerkenswert erscheint auch die weitgehende Annäherung der Mittelwerte des relativ großen eigenen (0,76) und des kleinen Materiales von KÜNKELE (0,74) sowie die Übereinstimmung zwischen mittlerer Streuung der eigenen (0,70 bis 0,82) und Spannweite der Künkeleschen Meßreihen.

b) Die Vollblut-Blutkuchen-Alkoholrelation wurde im gleichen Material in analoger Weise festgestellt, wobei naturgemäß reziproke Verhältnisse resultierten.

Ergebnisse

Der Mittelwert des Gesamtmaterialies, mit dem der jeweilige Blutkuchenalkoholwert bei Umrechnung auf den Vollblutalkoholgehalt multipliziert werden muß, beträgt hier 1,32 ($M = 213,718:161$), desgleichen im Konzentrationsbereiche zwischen 1,0 und 1,5 g-%, während die Mittelwerte im Bereich zwischen 0,5 und 1,0 g-% mit 1,35, zwischen 1,5 und 2,0 g-% mit 1,31 festgestellt wurden, so daß hier mit steigender

Tabelle 2

Konzentrationsbereich in ‰	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	$3\sigma_M$ -Grenze
> 1,5	36	1,307	0,087	0,015	1,262—1,352
> 1,0—1,5	74	1,317	0,111	0,013	1,278—1,356
0,5—1,0	48	1,347	0,118	0,017	1,296—1,398
< 0,5	3	1,275	0,061	—	—
Gesamtmaterial	161	1,323	0,107	0,009	1,296—1,360 ($\pm 2,3\%$)

Konzentrationsbereich in ‰	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
> 1,5	1,220—1,394	1,133—1,481	1,046—1,568
> 1,0—1,5	1,206—1,428	1,095—1,539	0,984—1,650
0,5—1,0	1,229—1,465	1,111—1,583	0,993—1,701
< 0,5	1,214—1,335	1,153—1,397	1,092—1,458
Gesamtmaterial	1,216—1,430 ($\pm 8,3\%$)	1,109—1,537 ($\pm 16,7\%$)	1,002—1,644 ($\pm 24,2\%$)

Alkoholkonzentration ein leichtes Absinken des Mittelwertes verbunden ist (Tabelle 2). Das Sigma ist mit 0,107 ($\sigma = \sqrt{\frac{1,852716}{160}}$) in bezug auf das Gesamtmaterial, mit 0,09—0,12 in bezug auf die verschiedenen Konzentrationsbereiche, das σ_M mit 0,009 ($\frac{0,107}{\sqrt{161}}$) und der $3\sigma_M$ -Bereich

mit 1,30—1,36 (Fehlerbreite von $\pm 2,3\%$) errechnet worden. Die mittlere Streuung ist somit im Gesamtmaterial zwischen 1,22 und 1,43 ($\pm 8,3\%$), der zweifache mittlere quadratische Fehler zwischen 1,11 und 1,54 ($\pm 16,7\%$) und der 3σ -Bereich zwischen 1,00 und 1,64 ($\pm 24,2\%$) gelegen. Dabei entsprechen bei der Vollblutumrechnung die unteren Grenzwerte der einzelnen Streuungsbereiche der Vollblut-Blutkuchen-Alkoholrelation genau den jeweiligen oberen Grenzwerten der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation und umgekehrt.

c) Die Blutkuchen-Serum-Alkoholrelation. Diese wurde weniger aus Gründen des praktischen Erfordernisses als aus denen der Ergänzung und weiteren Kontrolle bestimmt. Dies um so mehr, als ROCHAT in einem allerdings nur kleinen Material von 23 Fällen unter Verwendung einer modifizierten Methode nach NICLOUX den Mittelwert dieser Relation mit 0,81 — bei Extremwerten von 0,77—0,85 — festgestellt hatte, so daß dieser Wert nicht unter dem hier festgestellten Mittelwert der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation, wie zu erwarten gewesen wäre, sondern darüber gelegen ist. Trotz dieser auffallend hohen Werte hatte ROCHAT die durch die Gerinnung und die Alkoholabsorption im Blutkuchen entstandenen Fehlermöglichkeiten als unbeachtlich bezeichnet.

Ergebnisse

Im eigenen Material von je 160 Blutkuchen- und Serumbestimmungen (Tabelle 3) wurden hingegen weitaus niedrigere Quotienten festgestellt, die erwartungsgemäß unter den Mittelwerten der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation lagen und für das Gesamtmaterial mit 0,65 ($M = 103,793:160$) für die verschiedenen Konzentrationsbereiche — wieder abgesehen von dem unter $0,5 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ — mit 0,64 und 0,66 errechnet wurden. Das Sigma, bezogen auf das Gesamtmaterial, betrug hier gleichfalls 0,06 ($\sigma = \sqrt{\frac{0,493204}{159}}$), bezogen auf die Konzentrationsbereiche 0,05 und 0,06, das σ_M 0,04 ($\frac{0,055}{\sqrt{160}}$) und der $3\sigma_M$ -Bereich 0,64—0,66, entsprechend einer Fehlerbreite von $\pm 1,5\%$, so daß auch hier der Mittelwert 0,65 mit Recht als statistisch signifikant betrachtet werden kann. Demgegenüber sind auch hier die geringen Differenzen der Mittelwerte und mittleren Abweichungen in den einzelnen Konzentrationsbereichen nicht statistisch signifikant, wie schon die fast völlige Übereinstimmung oder wenigstens weitgehende Überlagerung der verschiedenen Mutungs- und Streuungsbereiche zeigt. Letztere sind — je nach Berechnung der 1σ -, 2σ - und 3σ -Grenzen — zwischen 0,59 und 0,70 ($\pm 9,2\%$), 0,54 und 0,76 ($\pm 16,9\%$) sowie 0,48 und 0,81 ($\pm 26,2\%$) gelegen, so daß aus einem Blutkuchenalkoholwert von z. B. $1,5 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ bei Verwendung des Mittelwertes 0,65 ein wahrscheinlichster Serumalkoholgehalt von $2,3 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ (entsprechend einem Vollblutalkoholgehalt von $2 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ bei gleichem Blutkuchenalkoholgehalt von $1,5 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$) und bei Berück-

sichtigung der oberen und unteren Grenzwerte des einfachen, doppelten und dreifachen quadratischen mittleren Fehlers Serumalkoholgehalte resultieren, die zwischen 2,1 und 2,5 g-%₀₀ ($\pm 8,7\%$) — entsprechend einer mittleren Streuung von 1,8—2,1 g-%₀₀ im Vollblut —, zwischen 2,0 und 2,8 g-%₀₀ ($\pm 16,7\%$) — entsprechend einer Schwankungsbreite von 1,7—2,3 g-%₀₀ im Vollblut — und zwischen 1,9 und 3,1 g-%₀₀ ($\pm 24\%$) — entsprechend einer Schwankungsbreite von 1,6—2,5 g-%₀₀ im Vollblut — gelegen sind. Die Streuungen gehen also über die bei der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation errechneten noch hinaus — ein Hinweis darauf, daß hier die relative Inhomogenität zweier Substrate, nämlich des Blutkuchens und des Serums, wirksam geworden ist.

Tabelle 3

Konzentrationsbereich in ‰	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	$3\sigma_M$ -Grenze
> 1,5	36	0,641	0,055	0,009	0,614—0,668
> 1,0—1,5	73	0,641	0,053	0,006	0,623—0,659
0,5—1,0	48	0,663	0,058	0,008	0,639—0,687
< 0,5	3	0,672	0,053	—	—
Gesamtmaterial	160	0,648	0,055	0,004	0,636—0,660 ($\pm 1,5\%$)

Konzentrationsbereich in ‰	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
> 1,5	0,586—0,696	0,531—0,751	0,486—0,806
> 1,0—1,5	0,588—0,694	0,535—0,747	0,482—0,800
0,5—1,0	0,605—0,721	0,547—0,779	0,489—0,837
< 0,5	0,619—0,725	0,566—0,778	0,513—0,831
Gesamtmaterial	0,593—0,703 ($\pm 9,2\%$)	0,538—0,758 ($\pm 16,9\%$)	0,483—0,813 ($\pm 26,2\%$)

d) Die Sediment-Vollblut-Alkoholrelation. Um eine weitere Kontrolle der nach WIDMARK festgestellten Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation durch die ADH-Methode zu ermöglichen, wurden 113 Blutsedimente als den Blutkuchen annähernd vergleichbare Substrate untersucht, da Blutkuchen nicht pipettierbar und daher der fermentspezifischen Methode nicht zugänglich ist. Dazu wurden die in Natriumcitrat in jeweils gleichem Mischungsverhältnis (von 0,4 cm³ Blut und 1,6 cm³ physiologischer NaCl-Lösung) aufgenommenen Blute am nächsten Tage zentrifugiert, die überstehende Flüssigkeit abgesaugt und die Sedimente, ebenso wie die entsprechenden Vollblute, nach der ADH-Methode untersucht.

Ergebnisse

Dabei fanden sich in dem Gesamtmaterial von je 113 Sediment- und Vollblutuntersuchungen ein Mittelwert der Sediment-Vollblut-

Alkoholrelation von 0,69 ($M = 77,719:113$), in den einzelnen Konzentrationsbereichen Mittelwerte von 0,66—0,71, bei einem Sigma von 0,11 ($\sigma = \sqrt{\frac{1,420693}{112}}$), bezogen auf das Gesamtmaterial, von 0,10—0,13, bezogen auf die Konzentrationsbereiche. Der mittlere Fehler des Mittelwertes des Gesamtmaterialies wurde mit 0,011 ($\sigma_M = \frac{0,112}{\sqrt{113}}$) und der Mutungsbereich (dreifacher mittlerer Fehler des Mittelwertes) mit 0,65 bis 0,72, bezogen auf das Gesamtmaterial, errechnet, während die verschiedenen Streuungsbereiche unter Berücksichtigung der 1 σ -, 2 σ - und 3 σ -Grenzen zwischen 0,58 und 0,80 ($\pm 15,9\%$), 0,46 und 0,91 ($\pm 33\%$) und 0,35 und 1,02 ($\pm 49,3\%$) gelegen waren (Tabelle 4).

Tabelle 4

Konzentrationsbereich in ‰	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	3 σ_M -Grenze
> 1,5	35	0,656	0,097	0,016	0,608—0,704
> 1,0—1,5	52	0,708	0,107	0,014	0,666—0,750
0,5—1,0	24	0,697	0,130	0,026	0,619—0,775
< 0,5	2	0,573	0,065	—	—
Gesamtmaterial	113	0,687	0,112	0,011	0,654—0,720 ($\pm 5,8\%$)

Konzentrationsbereich in ‰	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
> 1,5	0,559—0,753	0,462—0,850	0,365—0,947
> 1,0—1,5	0,601—0,815	0,494—0,922	0,387—1,029
0,5—1,0	0,567—0,827	0,437—0,957	0,307—1,087
< 0,5	0,508—0,638	0,443—0,703	0,378—0,768
Gesamtmaterial	0,575—0,799 ($\pm 15,9\%$)	0,463—0,911 ($\pm 33\%$)	0,351—1,023 ($\pm 49,3\%$)

Dem entsprechen die Streuungen bzw. Fehlerbreiten bei Umrechnung der Sediment- auf Vollblutalkoholwerte. So würden sich beispielsweise bei einem Sedimentalkoholgehalt von 1,5 g-‰ ein mittlerer Vollblutalkoholwert von 2,2 g-‰ (entsprechend 2,0 g-‰ bei einem Blutkuchenalkoholgehalt von 1,5 g-‰), bei Berücksichtigung der oberen und unteren Grenzwerte des einfachen, doppelten und dreifachen mittleren quadratischen Fehlers aber Vollblutalkoholkonzentrationen errechnen, die zwischen 1,9 und 2,6 g-‰ ($\pm 15,6\%$), 1,6 und 3,3 g-‰ ($\pm 34,7\%$) sowie 1,5 und 4,3 g-‰ ($\pm 48\%$) gelegen sind, während die Vollblutalkoholwerte nach Untersuchung von Blutkuchen der gleichen Konzentration in den analogen Streuungsbereichen durch Konzentrationen zwischen 1,8 und 2,1 g-‰, 1,7 und 2,3 g-‰ sowie 1,6 und 2,5 g-‰ repräsentiert wurden.

Daraus ergibt sich einmal, daß die Sedimente in den vorliegenden Untersuchungen serumärmer sind als die Blutkuchen, da der mittlere Quotient der Sediment-Vollblut-Alkoholrelation unter dem der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation liegt; ein andermal, daß Sedimente (offenbar wegen des Zusatzes von flüssigem Natriumcitrat) einen noch stärker schwankenden Flüssigkeitsgehalt aufweisen und noch weniger homogene Substrate als Blutkuchen darstellen, wie hier übrigens schon aus dem relativ hohen Sigma bei relativ niedrigen Mittelwerten zu erkennen ist. Hier ergeben sich also bei der Vollblutumrechnung gegenüber den Blutkuchen der gleichen Blutproben noch weitaus größere Fehlerbreiten, die schon im Bereiche der einfachen mittleren Streuung die Grenzen des forensisch Zulässigen überschreiten. Sedimentalkoholuntersuchungen sind somit zur Berechnung des Vollblutalkoholgehaltes als unbrauchbar zu bezeichnen.

Epikrise

Die auf Grund der Untersuchung von je 161 Blutkuchen und Vollbluten nach der Widmarkschen Methode festgestellten Mittelwerte $0,76 \pm 0,06$ für die Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation bzw. von $1,32 \pm 0,11$ für die Vollblut-Blutkuchen-Alkoholrelation erscheinen als forensisch brauchbar, da die dreifachen mittleren Fehler der Mittelwerte ($3\sigma_M$ -Grenzen), von denen zahlenmäßig allein die Normalverteilung abhängig ist, in dem engen Bereich von $0,74-0,77$ (bzw. von $1,30-1,36$) liegen, also einer Fehlerbreite von etwa 4% entsprechen. Dieser Umstand erscheint im Hinblick auf die von TOCANTIS getroffene Feststellung des ungleichmäßigen Flüssigkeitsgehaltes auch innerhalb des gleichen Blutkuchens, aber auch im Hinblick auf die Untersuchungen HIRSCHBOECKS, wonach die Retraktionszeit und damit auch der Flüssigkeitsgehalt des Blutkuchens bei derselben Person selbst innerhalb eines Tages meßbar schwanken kann, zunächst erstaunlich. Man wird daher trotz des anscheinend eindeutigen Ausfalles der vorliegenden Untersuchungsreihen deren Ergebnisse noch mit einer gewissen Vorsicht beurteilen und vor allem die Frage aufwerfen müssen, ob nicht doch die Zahl von nur 3 Einzeluntersuchungen zur Gewinnung des Mittelwertes der einzelnen Blutkuchenalkoholkonzentrationen zu klein gewesen ist, um nach dem Prinzip der Berechnung einer Gaußschen Verteilung etwaige systematische Fehler gegenüber Zufälligkeiten weitgehend ausschalten zu können (SCHMIDT und MANZ). Wenn auch von den einzelnen Coagula das Material sowohl aus zentralen als auch aus peripheren Abschnitten gewonnen worden ist, so wird doch bei 3 Einzelwerten eine solche Irrtumsmöglichkeit, die unter Umständen zu einer Einengung des dreifachen mittleren Fehlers des Mittelwertes geführt haben konnte, nicht ganz auszuschließen sein, zumal auch dann eine gewisse Unsicherheit der Bestimmung des Sigmas in Rechnung zu stellen wäre.

Abgesehen von diesen Bedenken, ergeben sich aber auch hinsichtlich der möglichen Beziehung der Einzelwerte zum Mittelwert erhebliche Schwankungen, die im Bereich der mittleren Streuung (1σ -Grenze) bei rund 15% (0,70—0,82), im 2σ -Bereich bei 30% (0,64—0,88) und im 3σ -Bereich sogar bei etwa 44% (0,59—0,93) gelegen sind, bei der forensisch geforderten Zugrundelegung der 3σ -Regel, entsprechend einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,27%, also etwa um das Doppelte die als forensisch zulässig vereinbarte Abweichung von 20% (bei den höheren Konzentrationen) überschreiten. Dabei handelt es sich hier um Streuungen, die — unabhängig von der Normalverteilung — offensichtlich nicht so sehr durch die Inhomogenität innerhalb des einzelnen Substrates, sondern durch Unterschiede der verschiedenen Coagula bedingt sind und als unvermeidlich hingenommen werden müssen.

Diese Verhältnisse kommen noch deutlicher in der Blutkuchen-Serum-Alkoholrelation zum Ausdruck, deren Mittelwert $0,65 \pm 0,06$ in den vorliegenden Untersuchungen zwar nur eine Fehlerbreite von 3% aufweist, deren Einzelwertstreuungen um den Mittelwert aber 17% (1σ -Bereich), 33% (2σ -Bereich) und 48% (3σ -Bereich) betragen. Im übrigen bedeutet die Feststellung, daß der Mittelwert der Blutkuchen-Serum-Alkoholrelation eindeutig unter dem der Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation gelegen ist, eine weitere Bestätigung der schon lange bestehenden, durch GRÜNER experimentell verifizierten Auffassung, daß sich der Alkohol zwischen Blutkörperchen und Serum entsprechend dem jeweiligen Wassergehalte verteilt.

Am stärksten wirken sich jedoch dieser Umstand sowie die Größe der Streuungen und Berechnungsfehler — infolge des Natriumcitrat-zusatzes — bei der Untersuchung von Sedimenten aus, da hier bereits der dreifache mittlere Fehler des Mittelwertes der Sediment-Vollblut-Alkoholrelation rund 11%, der dreifache mittlere Fehler der Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert sogar 96—98% beträgt, womit die Unbrauchbarkeit der Sedimentuntersuchung eindeutig demonstriert wird.

Um bei der etwaigen Vollblutumrechnung von einem festgestellten Blutkuchenalkoholgehalt aus eine Irrtumsmöglichkeit, entsprechend einer Zufallsziffer von 0,27%, zuungunsten eines Beschuldigten im Verkehrsstraßprozeß praktisch auszuschließen, also den Vollblutalkoholwert möglichst niedrig zu halten, müßte somit durch den oberen Grenzwert des 3σ -Bereiches 0,9 dividiert bzw. mit dem unteren Grenzwert des 3σ -Bereiches der Vollblut-Blutkuchen-Alkoholrelation 1,0 multipliziert werden. Bei Zugrundelegung der mittleren Streuung aber müßte aus dem genannten Gesichtspunkt der Blutkuchenalkoholwert durch den oberen Grenzwert 0,82 dividiert (bzw. mit 1,22 multipliziert) werden, wenn die dann noch bestehende Irrtumswahrscheinlichkeit von 32% in Kauf genommen werden soll.

Trotz aller hier gebotenen Kritik wird man jedoch für die forensische Praxis den Mittelwert 0,76, besser 0,8, der Vollblutalkoholumrechnung aus Blutkuchenalkoholwerten zugrunde legen können, ohne dadurch eine ungerechtfertigt ungünstige Beurteilung eines Beschuldigten im Verkehrsstrafrecht herbeizuführen, da dieser Wert bei vergleichender Berücksichtigung der hier angewandten Untersuchungsmethodik und der tatsächlichen Gegebenheiten in der forensischen Praxis mit großer Wahrscheinlichkeit zu hoch gelegen ist. Dies schon deshalb, da es sich hier — trotz des vorausgegangenen Zentrifugierens des Blutkuchens — noch immer um ein relativ serumreiches Substrat handelte, während die in der Praxis zur Untersuchung gelangenden Blutkuchen in der Regel stärker ausgetrocknet, also serumärmer und damit auch gegebenenfalls alkoholärmer sind, so daß dort ein mehr oder weniger niedrigerer Wert (als der hier gefundene Mittelwert 0,76) als Divisor zur Anwendung gelangen müßte. Diese Auffassung entspricht auch den Ergebnissen KÜNKELES, wonach bei stärkerem Auswaschen von 4 Blutkuchen ein Mittelwert von 0,59 errechnet worden war. Trotz der hier bestehenden unvermeidlichen Inhomogenität des Substrates und den daraus resultierenden Fehlermöglichkeiten wird sich daher die Anwendung des Faktors 0,76 bzw. 0,8 zur Berechnung des Vollblutalkoholgehaltes kaum je in einer für den Beschuldigten im Verkehrsstrafprozeß nachteiligen Weise auswirken können.

II. Die Serum-Vollblut-Alkoholrelation

Obwohl die Berechnung des Vollblutalkoholwertes aus Serumalkoholkonzentrationen schon lange routinemäßig in forensischen Fällen erfolgt, ist die Zahl der publizierten systematischen Untersuchungen über die Serum- bzw. Plasma-Vollblut-Alkoholrelation und die hier beobachteten Schwankungen noch immer erstaunlich gering.

So hatte WIDMARK auf Grund der Untersuchung von 4 Hundebloten eine zwischen 1,10 und 1,21 gelegene Schwankung des Plasma-Vollblut-Alkoholverhältnisses, ELBEL auf Grund von 10 Untersuchungen eine Spannweite der Serum-Vollblut-Alkoholrelation von 1,05—1,25, KÜNKELE eine solche von 1,12—1,31, MILES von 1,10—1,30, FORNAY, HULPIEU und HARGER von 0,91—1,12 — bei einem Durchschnittswert von 0,99 — festgestellt, und ROCHAT fand einen um 10—20% höheren Alkoholgehalt im Serum im Vergleich zum Vollblut.

Zu der auch im zentrifugierten Serum infolge des wechselnden Wassergehaltes bestehenden Inkonzanz des Verhältnisses von Serum- zu Vollblutalkoholgehalt kommen aber noch weitere Fehlerquellen bei der Untersuchung von nichtzentrifugierten oder aufgeschüttelten Seren, deren Alkoholkonzentrationen nach den an 25 Bluten durchgeführten Untersuchungen von DENCKS um 16,9—18,3% (bei einem Mittelwert von 17,6%) höher als die der entsprechenden Vollblute lagen, so daß

hier als Reduktionsfaktoren anstatt 1,2 die Werte 1,16 und 1,18 verwendet werden mußten.

Obwohl nach diesen Feststellungen selbst bei energischem Aufschütteln nur wenige Blutkörperchen in das Serum übergehen und weder dadurch noch durch die übliche postalische Behandlung ein Blutkörperchengehalt des Serums, zu dem der Faktor 1,1 gehören würde, erreicht werden soll, hat DENCKS dennoch empfohlen, den Alkoholgehalt von geronnenem Blut nur aus dem zentrifugierten Serum zu gewinnen, da das „blutige“ Serum ein zu stark schwankendes Substrat darstelle. Auch ELBEL und SCHLEYER betonen, daß bei Einsetzen des Serumdivisors 1,2 die Untersuchung, streng genommen, nur im scharf zentrifugierten Serum durchgeführt werden dürfe, da sonst die Anwendung dieses Faktors einen zu niedrigen Blutalkoholgehalt ergeben könnte, daß die Unterschiede aber ohne praktische Bedeutung seien.

Eigene Untersuchungen

Um an einem größeren Material einen Einblick in die hier bestehenden Streuungen und Fehlermöglichkeiten zu gewinnen, wurden Untersuchungen an 16 und 131 Bluten, die gleichfalls aus Trinkversuchen stammten, angestellt. Dabei handelte es sich um Seren, die nach Absetzen der Blute im Kühlschränk, ohne Zentrifugieren, gewonnen worden waren. Im übrigen wurde auch hier in der schon geschilderten Weise verfahren.

Ergebnisse

a) **Die Serum-Vollblut-Alkoholrelation nach der Widmarkschen Methode.** In einem Gesamtmaterial von je 165 Vollbluten und Seren wurden ein Mittelwert der Relation von 1,17 ($M = 139,767:165$) bei einem Sigma von 0,06 ($\sigma = \sqrt{\frac{0,682214}{164}}$), in den verschiedenen Konzentrationsbereichen Mittelwerte von $1,13 \pm 0,07$ (bei Vollblutalkoholkonzentrationen zwischen 0,5 und 1,0 g- $^0/_{100}$), von $1,19 \pm 0,06$ (zwischen 1,0 und 1,5 g- $^0/_{100}$) und von $1,20 \pm 0,06$ (bei Konzentrationen zwischen 1,5 und 2,0 g- $^0/_{100}$) festgestellt; jedoch erwiesen sich auch hier diese Unterschiede nicht als statistisch different. Dagegen darf der Mittelwert 1,17 im Hinblick auf seinen engen Fehlerbereich von 1,16—1,19 (entsprechend $\pm 1,3\%$) als statistisch repräsentativ betrachtet werden ($\sigma_M = \frac{0,064}{\sqrt{165}} = 0,005$). Die mittlere Streuung ist zwischen 1,11 und 1,24 ($\pm 5,94$) gelegen, stimmt also weitgehend mit der schon von WIDMARK gefundenen Spannweite der oberen und unteren Werte (1,10—1,21) überein. Im 2σ -Bereich ist die Schwankungsbreite der Einzelwerte zwischen 1,05 und 1,30 ($\pm 11,1\%$) — ihre untere Begrenzung entspricht genau dem schon von ELBEL in seiner Meßreihe festgestellten unteren Wert — und bei Berücksichtigung des dreifachen mittleren Fehlers zwischen 0,98 und 1,37 ($\pm 16,2\%$) gelegen (Tabelle 5).

Daraus ergibt sich, daß bei einem Serumgehalt von 1,5 g- $^0/_{100}$ ein wahrscheinlichster Vollblutalkoholwert von 1,3 g- $^0/_{100}$, eine mittlere Streuung von 1,2—1,4 (1,35) g- $^0/_{100}$ — entsprechend einer Fehlerbreite

Tabelle 5

Konzentrationsbereich in ‰	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	$3\sigma_M$ -Grenze
> 1,5	38	1,199	0,059	0,009	1,172—1,226
> 1,0—1,5	75	1,189	0,063	0,007	1,168—1,210
0,5—1,0	49	1,131	0,074	0,010	1,101—1,161
< 0,5	3	1,169	0,041	1	—
Gesamtmaterial	165	1,174	0,064	0,005	1,159—1,189 ($\pm 1,3\%$)

Konzentrationsbereich in ‰	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
> 1,5	1,140—1,258	1,081—1,317	1,022—1,376
> 1,0—1,5	1,126—1,252	1,063—1,315	1,000—1,378
0,5—1,0	1,057—1,205	0,983—1,279	0,909—1,353
< 0,5	1,128—1,210	1,087—1,251	1,046—1,292
Gesamtmaterial	1,110—1,238 ($\pm 5,9\%$)	1,046—1,302 ($\pm 11,1\%$)	0,982—1,366 ($\pm 16,2\%$)

von $\pm 5,9\%$ —, bei Berechnung des zweifachen mittleren Fehlers eine Schwankungsbreite von gleichfalls 1,2 (1,15)—1,4 g-⁰/₁₀₀ ($\pm 9,8\%$ Fehlerbreite) und bei Berücksichtigung der 3 σ -Regel eine Streuung von 1,1 (1,09)—1,5 g-⁰/₁₀₀ ($\pm 15,3\%$ Fehlerbreite) resultieren.

Tabelle 6

	Zahl der Untersuchungen	Mittelwert	σ	σ_M	$3\sigma_M$ -Grenze
Gesamtmaterial	131	1,132	0,063	0,011	1,009—1,165 ($\pm 3,5\%$)

	Streuungen		
	1 σ -Bereich	2 σ -Bereich	3 σ -Bereich
Gesamtmaterial	1,069—1,195 ($\pm 5,3\%$)	1,006—1,258 ($\pm 11,5\%$)	0,943—1,321 ($\pm 16,8\%$)

b) Die Serum-Vollblut-Alkoholrelation nach der ADH-Methode. Diese repräsentiert sich in einem Gesamtmaterial von 131 Bluten mit einem Mittelwert von $1,13 \pm 0,06$ und einer $3\sigma_M$ -Grenze von 1,10—1,17 ($\pm 3,5\%$). Die mittlere Streuung ist hier also zwischen 1,07 und 1,19 ($\pm 5,3\%$), der zweifache mittlere Fehler zwischen 1,01 und 1,26 ($\pm 11,5\%$) und der 3 σ -Bereich zwischen 0,94 und 1,32 ($\pm 16,8\%$) gelegen (Tabelle 7).

Die einzelnen Streuungen und im besonderen die Fehlerbreiten stimmen also praktisch mit den mittels der Widmark-Methode fest-

gestellten überein, nur liegen die mit dem ADH-Verfahren gefundenen Werte durchwegs etwas niedriger. Bei Umrechnung einer Serumalkoholkonzentration auf Vollblut wirken sich jedoch diese Differenzen entweder gar nicht oder in einer (gegenüber der Widmark-Methode) geringfügigen Erhöhung der Vollblutwerte aus. So errechnet sich aus einem Serumalkoholgehalt von $1,5 \text{ g} \cdot 0/00$ bei Verwendung des Faktors 1,13 gleichfalls ein Vollblutwert von $1,3 \text{ g} \cdot 0/00$, bei Berücksichtigung der Grenzwerte der mittleren Streuung eine Schwankungsbreite von $1,26\text{—}1,4 \text{ g} \cdot 0/00$ ($\pm 5,3\%$) — entsprechend einer Schwankungsbreite von $1,2\text{—}1,35 \text{ g} \cdot 0/00$ nach der Widmarkschen Methode —, nach der 2σ -Regel eine solche von $1,10\text{—}1,48 \text{ g} \cdot 0/00$ ($\pm 10,9\%$) — entsprechend $1,15\text{—}1,4 \text{ g} \cdot 0/00$ nach der Widmarkschen Methode — und nach der 3σ -Regel eine Schwankungsbreite von $1,1\text{—}1,59 \text{ g} \cdot 0/00$ ($\pm 18,2\%$) — entsprechend $1,09\text{—}1,5 \text{ g} \cdot 0/00$ nach dem Widmark-Verfahren.

Epikrise

Wesentlich erscheint zunächst, daß auch hier die Mittelwerte der Serum-Vollblut-Alkoholrelation ($1,17 \pm 0,06$ nach dem Widmarkschen, $1,13 \pm 0,06$ nach dem ADH-Verfahren) im Hinblick auf den engen Bereich der dreifachen mittleren Fehlerbreiten der Mittelwerte von weniger als 3% nach der Widmarkschen, von etwa 7% nach der fermentspezifischen Methode als statistisch signifikant angesehen werden dürfen; daß ferner die mittleren Streuungen nach beiden Methoden nur wenig über 10% (11,8% nach der Widmarkschen, 10,6% nach der ADH-Methode) betragen, daß der zweifache quadratische mittlere Fehler der Streuung der arithmetischen Mittel der Einzelwerte um den Gesamtmittelwert der Meßreihen bei etwa 20% und der entsprechende dreifache mittlere Fehler bei über 30% gelegen ist. Bei Berücksichtigung der 2σ -Regel, also einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5%, wird somit die obere Grenze der forensisch zulässigen Fehlerbreite bei der Vollblutumrechnung aus Serumalkoholwerten bereits erreicht. Die Differenzen betragen hier $\pm 0,1 \text{ g} \cdot 0/00$, liegen also noch innerhalb der als unbedenklich zu bezeichnenden Schwankungen. Im 3σ -Bereich, entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,27%, wird jedoch die zulässige Fehlerbreite bereits um 10% überschritten, die Differenzen der durch Umrechnung gewonnenen Vollblutalkoholkonzentrationen betragen hier bereits $\pm 0,2 \text{ g} \cdot 0/00$. Die Differenzen zwischen Widmark- und ADH-Werten erklären sich im übrigen zwanglos daraus, daß das Widmark-Verfahren an „blutigem“, das ADH-Verfahren an reinem Serum arbeitet, so daß die Widmark-Werte, damit aber auch die Quotienten aus Serumalkoholgehalt: Vollblutalkoholgehalt etwas höher liegen.

Für die forensische Praxis läßt sich aus diesen Ergebnissen die Folgerung ableiten, daß die Anwendung des Serumdivisors 1,2 für die Vollblutumrechnung zwar in der Masse der Fälle berechtigt ist, da sich — wie schon ELBEL festgestellt hat — der hier etwa erwachsende kleine Fehler bei Verkehrsdelikten in der Regel zugunsten eines Beschuldigten auswirken wird, daß aber andererseits gegenüber einer allzu schematischen Verwendung dieses Faktors Zurückhaltung geboten erscheint; denn der obere Grenzwert des zweifachen mittleren Fehlers des Mittelwertes des Serumdivisors ist bereits bei 1,3 und der des dreifachen mittleren Fehlers nach dem Widmarkschen Verfahren sogar bei 1,37 gelegen, so daß in einer geringen Zahl von Fällen durch die Verwendung des Faktors 1,2 ein zu hoher Vollblutalkoholgehalt errechnet werden könnte.

Daraus ergibt sich aber erneut die Forderung, Bestimmungen der Blutalkoholkonzentrationen grundsätzlich im Vollblut und nicht im Serum durchzuführen. Zwar mag der Berechnungsfehler durch vorheriges Zentrifugieren des Serums vermindert werden, wie DENCKS betont hat (dessen in einer kleinen Meßreihe errechnete Reduktionsfaktoren 1,16 und 1,18 übrigens dicht neben dem eigenen Mittelwert 1,17 gelegen sind); doch stellt das Serum an sich offenbar bereits ein inhomogenes Substrat dar, worauf nicht zuletzt auch die Untersuchungen GRÜNERS, wonach selbst bei gleichen Personen zu verschiedenen Zeiten wechselnde Wasser- und damit Alkoholkonzentrationen im Serum auftreten können, hingewiesen haben. Alle diese Ergebnisse und Überlegungen dürften geeignet sein, den forensischen Gutachter auch bei der anscheinend so unproblematischen und als selbstverständlich geübten Serum-Vollblut-Alkoholrechnung zu der erforderlichen Kritik zu veranlassen.

Zusammenfassung

1. Die Feststellung der *Blutkuchen-Vollblut-Alkoholrelation* ergibt auf Grund der Untersuchung von je 161 Blutkuchen und Vollbluten einen Mittelwert von $0,76 \pm 0,06$ als Blutkuchendivisor (bzw. von $1,32 \pm 0,11$ als Blutkuchenmultiplikator). Dieser Wert darf als statistisch signifikant betrachtet werden, da sein dreifacher mittlerer Fehler nur etwa 4% beträgt. Demgegenüber liegen infolge der unvermeidlichen Inhomogenität des Substrates die Streuungen der Einzelwerte um den Mittelwert bei 15% (1σ), 30% (2σ) und 44% (bei Berücksichtigung der 3σ -Regel). Nach dieser müßte für die Vollblutalkoholrechnung der jeweilige Blutkuchenalkoholwert durch 0,9 dividiert werden; in praxi ist jedoch bei Verwendung des Divisors 0,8 keine ungerechtfertigt ungünstige Beurteilung eines Beschuldigten im Verkehrsstrafprozeß zu befürchten.

2. Die Berechnung des Vollblutalkoholgehaltes aus dem Sediment (bei Verwendung der ADH-Methode) ist auf Grund der enormen Streuung, die offenbar auf den jeweils verschiedenen Wassergehalt zurückgeht, für forensische Zwecke nicht brauchbar. Der Mittelwert der *Sediment-Vollblut-Alkoholrelation* wurde auf Grund von je 113 Sediment- und Vollblut-Alkoholuntersuchungen mit $0,69 \pm 0,11$ berechnet. Die Streuungen zeigten im 1σ -Bereich bereits eine Fehlerbreite von 30%, im 3σ -Bereich eine solche von nahezu 100%.

3. Bei Prüfung der *Blutkuchen-Serum-Alkoholrelation* auf Grund der Untersuchung von je 160 Blutkuchen und Seren fand sich ein Mittelwert von $0,65 \pm 0,06$, der — bei einem dreifachen mittleren Fehler von 3% — als statistisch repräsentativ erscheint. Hingegen zeigten die Streuungen der Einzelwerte Fehlerbreiten, die von 17% (1σ) bis 48% (3σ) reichten; hierin kommt die additive Wirkung zweier inhomogener Substrate zum Ausdruck. Die Untersuchungen bestätigen im übrigen die Auffassung, daß sich der Alkohol zwischen Blutkörperchen und Serum entsprechend dem Wassergehalt verteilt.

4. Ferner wurde auf Grund der Untersuchung von je 165 Seren und Vollbluten nach der Widmarkschen und von je 131 Seren und Vollbluten nach der ADH-Methode ein Beitrag zur Frage der *Serum-Vollblut-Alkoholrelation* geleistet. Dabei fanden sich Mittelwerte von $1,17 \pm 0,06$ bei einem $3\sigma_M$ von etwa 3% nach der Widmark-Methode, von $1,13 \pm 0,06$ bei einem $3\sigma_M$ von etwa 7% nach der ADH-Methode. Die durchwegs nach der ADH-Methode niedrigeren Werte erklären sich durch die Verschiedenheit der Substrate; sie betreffen im übrigen nur die zweite Stelle nach dem Komma, sind also forensisch bedeutungslos. Die Streuungen der Einzelwerte um den Mittelwert zeigten bei beiden Methoden Fehlerbreiten von 10% (1σ), 20% (2σ) und 30% (3σ), die Differenzen lagen im 2σ -Bereich also noch innerhalb der forensisch zulässigen Grenzen von $\pm 0,1$ g-%, während diese im 3σ -Bereich bereits um $\pm 5\%$ überschritten wurden. Vor einer allzu schematischen Anwendung des Serumdivisors 1,2 muß also gewarnt werden, da damit unter Umständen ein zu hoher Vollblut-Alkoholgehalt errechnet werden kann. Unter Berücksichtigung des dreifachen mittleren quadratischen Fehlers müßte der jeweilige Serum-Alkoholgehalt vielmehr durch 1,3 (bzw. genau 1,37) dividiert werden. In der Masse der Fälle wird allerdings durch Verwendung des Faktors 1,2 eher ein zu niedriger Blutalkoholgehalt errechnet.

Literatur

- DENCKS, H.: Blutalkoholbestimmung aus blutigem Serum. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **36**, 181 (1942). — ELBEL, H.: Untersuchungen zur Verwertbarkeit der Blutalkoholbestimmung. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **25**, 124 (1935). — ELBEL, H., u. F. SCHLEYER: Blutalkohol, 2. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme 1956. —

FORNEY, R. B., H. R. HULPIEU and R. N. HARGER: The levels alcohol in brain peripheral blood and heart blood ten minutes after oral administration. *J. Pharmacol. exp. Ther.* **98**, 8 (1950). — GRÜNER, O.: Die Verteilung des Alkoholes im Blut. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **46**, 744 (1958). — HIRSCHBOECK, J. S.: The effect of operation and illness on clot retraction; description of a new method. *J. Lab. clin. Med.* **33**, 346 (1948). — KÜNKELE, F.: Zur Blutalkoholbestimmung. (Über die Verteilung des Alkoholes in geronnenem Blut.) *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **26**, 241 (1936). — MILES, W. R.: The comparative concentration of alcohol in human blood and urine at intervals after investigation. *J. Pharmacol. Amer.* **20**, 265 (1943). — ROCHAT, J.: Le dosage de l'alcool éthylique sanguine. Une modification de la méthode de Nicloux. *Helv. chim. Acta* **29**, 819 (1946). — SCHMIDT, O., u. R. MANZ: Fehler und Streuung des Widmarkverfahrens beim Nachweis von Äthylalkohol. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **47**, 309 (1958). — TOCANTIS, L. M.: Platelets and the structure and physical properties of blood clots. *Amer. J. Physiol.* **114**, 709 (1955/56). — WIDMARK, E. M. P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin u. Wien: Urban & Schwarzenberg 1932.

Professor Dr. A. ILLCHMANN-CHRIST,
Institut für gerichtliche Medizin, Kiel, Hospitalstr. 42