

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

Zur Frage der Verdunstung von Alkohol in ordnungsgemäß verschlossenen Blutproben

Von
V. SACHS

(Eingegangen am 10. Dezember 1958)

In einer früheren Mitteilung (V. KARGER u. SACHS) war darauf hingewiesen worden, daß Alkoholverluste in luftdicht verschlossenen Blutproben nicht durch Verdunstung in einen großen Luftraum über einer kleinen Blutmenge erklärt werden können. Weiterhin war der Vermutung Ausdruck gegeben worden, daß die gelegentlich bei Kontrolluntersuchungen zu späteren Zeitpunkten tatsächlich zu beobachtenden Konzentrationsabfälle dadurch entstehen, daß die Aufbewahrungsgefäße bei der ersten Untersuchung zu lange offengelassen werden.

Um dieser Vermutung Beweiskraft zu geben, haben wir den nachfolgend beschriebenen, einfachen und jederzeit nachprüfbaren Versuch durchgeführt.

Fünf gereinigte und sterilisierte, 20—25 ml fassende Glasfläschchen wurden mit alkoholhaltigem Fluoridblut verschiedener Konzentrationen zu einem Fünftel bis zu einem Siebentel gefüllt, so daß also über jeder Probe ein großer Luftraum stand. Aus den sodann durch Gummistopfen luftdicht verschlossenen Gefäßen wurden, ohne die Fläschchen wieder zu öffnen, mittels gereinigter und steriler Glasspritzen in wechselnden Zeitabständen Proben zur Alkoholbestimmung entnommen. Die danach unter Vermeidung jeglichen Verdunstungsverlustes nach außen erhaltenen Probeentnahmen wurden in den Serien des laufenden forensischen Eingangs nach WIDMARK in Dreifachbestimmung mituntersucht.

Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse sprechen für sich und zeigen auch ohne Berechnung von Mittelwerten und Streuungen, daß keine nennenswerten Verdunstungsverluste aufgetreten sind.

Tabelle 1. *Untersuchungsergebnis in Promille von 5 Blutalkoholproben in verschiedenen Zeitabständen*

Untersuchung	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Summen
Sofort	0,91	1,26	1,78	2,16	2,66	8,77
Nach 8 Tagen	0,89	1,26	1,79	2,27	2,60	8,81
Nach 14 Tagen	0,86	1,27	1,80	2,11	2,62	8,66
Nach 23 Tagen	0,98	1,35	1,81	2,29	2,43	8,86
Summen	3,64	5,14	7,18	8,83	10,31	35,10

Um aber allen Einwänden, z. B. daß die Schwankungen in den Proben 2, 4 und 5 doch nicht unerheblich sind, begegnen zu können,

haben wir die Ergebnisse der Tabelle 1 einer doppelten Streuungszzerlegung unterzogen. Die Methode der doppelten Streuungszzerlegung darf in der gegebenen „zufälligen“ Versuchsanordnung bedenkenfrei angewendet werden, da die Bestimmungen stets zu gleicher Zeit an den gleichen Proben vorgenommen wurden. Sie hat gegenüber der einfachen Varianzanalyse den Vorteil, daß die Vergleichsstreuung, an welcher die Varianz der zu untersuchenden Reihen gemessen wird, sehr klein gemacht werden kann. Dadurch läßt sich mit einer relativ kleinen Untersuchungszahl eine ebenso zuverlässige Aussage machen als bei einfacher Streuungszzerlegung mit einem viel größeren „völlig zufällig“ angeordneten Material.

Das Ergebnis der doppelten Varianzanalyse ist in Tabelle 2 wiedergegeben, wobei wir dem von FISHER empfohlenen Schema gefolgt sind. In diesem Schema stellen die Durchschnittsquadrate die charakteristischen und erschöpfenden Streuungsmaße dar. Die Gesamtstreuung aller 20 Bestimmungsergebnisse ist in diejenige zerlegt worden, die durch die Unterschiede der Werte einer Zeile zu denen der anderen Zeilen, und in diejenige, die durch die Unterschiede aller Werte einer Spalte zu denen der anderen Spalten bewirkt wird. Der verbleibende Rest mißt die Wechselwirkung zwischen Zeilen und Spalten. Das erkennt man daran, daß die Summe der Abweichungsquadrate des Restes dann Null würde, wenn die Ursachen, die für die Differenzen zwischen den Zeilen maßgeblich sind, innerhalb jeder der 5 Blutproben gleichmäßig wirksam wären. Bei graphischer Darstellung müßten dann die aus den Werten jeder Zeile gebildeten Kurven einander parallel laufen.

Tabelle 2. *Doppelte Streuungszzerlegung der Ergebnisse der Tabelle 1*

Art der Streuung	Summe der Abweichungsquadrate	Freiheitsgrade	Durchschnittsquadrate
Zwischen den Zeilen . .	0,00434	3	0,00145
Zwischen den Spalten .	7,27115	4	1,81779
Rest	0,04501	12	0,00375
Gesamtstreuung	7,3205	19

In unserem Versuch wird man eine eigentliche Wechselwirkung zwischen dem Alkoholgehalt der Proben (Spalten) und den Bestimmungsergebnissen an verschiedenen Tagen (Zeilen) nicht zu erwarten haben. Wenn dennoch eine Reststreuung vorhanden ist, so kann dies nur bedeuten, daß sie die gleiche Größenordnung wie der Versuchsfehler hat, der letztlich von der Streuung der Alkoholbestimmungsmethode abhängig ist.

Insofern können wir sie mit Hilfe der *F*-Verteilung zur Prüfung, ob von Zeile zu Zeile zwischen den Ergebnissen jeder Probe signifikante

Unterschiede vorhanden sind, heranziehen. Überschreitet nämlich der Quotient F , der aus dem Durchschnittsquadrat der Streuung zwischen den Zeilen durch das des Restes gebildet wird, mit einer beliebig klein zu machenden Irrtumswahrscheinlichkeit β einen bestimmten Wert $F\beta$, so bestehen zwischen den in zeitlichen Abständen gewonnenen Ergebnissen jeder Probe tatsächliche, nicht nur zufällige Unterschiede.

In unserem Fall ist der Quotient $F = \frac{0,00145}{0,00375} = 0,387$. Bei $f_1 = 3$ und $f_2 = 12$ Freiheitsgraden bleibt er weit unter der schwachen Schranke $F\beta_{0,05} = 3,49$ und selbstverständlich noch weiter unter der sehr viel schärferen Schranke $F\beta_{0,001} = 10,8$. Das ergibt sich im übrigen auch daraus, daß der Versuchsfehler (Reststreuung) fast dreimal größer ist als die Streuung der Ergebnisse innerhalb einer jeden Probe von Zeile zu Zeile.

Bei „völlig zufälliger“ Anordnung des Versuches hätte die Gesamtstreuung nur in die zwischen den Zeilen und in die innerhalb der Zeilen zerlegt werden können. Die Streuung innerhalb der Zeilen wäre dadurch, daß die Varianz von Probe zu Probe in diesen Wert mit eingeht, wesentlich größer geworden. In unserem Falle hätte ihr Durchschnittsquadrat 0,45726 betragen, wäre also etwa 120mal größer gewesen als das des Restes bei der doppelten Varianzanalyse. Daraus ergibt sich, daß der Versuchsumfang bei „völlig zufälliger“ Anordnung etwa 120mal größer hätte sein müssen, um zu der gleichen Aussage zu gelangen.

Dieser einfache und keineswegs umfangreiche Versuch zeigt doch überzeugend, daß dann keine außerhalb der methodischen Streuung liegenden Konzentrationsabfälle (oder -anstiege) bei wiederholter Untersuchung des gleichen alkoholhaltigen Blutes auftreten, wenn die Probenentnahme zur Bestimmung des Alkoholgehaltes ohne Öffnung des Aufbewahrungsgefäßes erfolgt. Damit wird aber auch unsere Vermutung erhärtet, daß Alkoholverluste, die gelegentlich bei Kontrolluntersuchungen einer Probe zu einem späteren Zeitpunkt beobachtet werden, auf ein zu langes Offenlassen der Auffanggefäße bei der früheren Untersuchung und nicht etwa auf eine Verdunstung in einen großen Luftraum über einer kleinen Blutmenge zurückzuführen sind.

Literatur

FISHER, R.: The design of experiments. Edinburgh and London: Oliver & Boyd 1949. — KARGER, J. v., u. V. SACHS: Über die Ursachen des Konzentrationsabfalles in ordnungsgemäß verschlossenen und aufbewahrten alkoholhaltigen Blutproben. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **47**, 614 (1958). — KEMPTHORNE, O.: The design and analysis of experiments. New York: John Wiley & Sons 1952. — WAERDEN, B. L. VAN DER: Mathematische Statistik. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957.

Dr. V. SACHS, Zentralinstitut für das Blutspendewesen Hamburg,
A. K. Eilbek, Friedrichsbergerstr. 60