

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Westfälischen Wilhelms-Universität  
Münster/Westf. (Direktor: Prof. Dr. A. PONSOLD)

## Alkoholbestimmung im Leichenblut

Von

G. ABELE und R. SCHOLZ

(Eingegangen am 24. November 1958)

Die Beurteilung der Ergebnisse von Alkoholbestimmungen im Leichenblut bereitet, vor allem bei unbekannter Blutbeschaffenheit zur Untersuchungszeit, immer wieder Schwierigkeiten. Dies gilt für Herzblut, aber auch für Blut aus anderen Entnahmestellen, wie bereits ELBEL und SCHLEYER, BÖHMER, WAGNER, WEINIG ausgeführt haben. Die Schwierigkeiten nehmen mit der Zeitspanne zwischen Tod und Alkoholbestimmung zu. Eine bessere Beurteilungsmöglichkeit besteht bei Paralleluntersuchungen nach dem Widmark- und dem ADH-Verfahren. Während jedoch nach SAAR bei frischen Bluten Differenzen bis zu 0,1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> und nach BONNICHSEN u. a. bis zu 0,2—0,3<sup>0</sup>/<sub>00</sub> gesehen werden, sind diese bei Leichenbluten durch Bildung von Fäulnisprodukten und Äthylalkohol (REDETZKI u. a., SCHWERD u. a.) größer. Auch bereitet die Abtrennung von Serum oder die Homogenisierung des Vollblutes Schwierigkeiten. Die von SCHMIDT und MANZ für die Untersuchung frischer Blute angegebene Genauigkeit kann deshalb meist nicht erreicht werden. Die Umrechnung auf Vollblut ist noch vorsichtiger als bei frischen Bluten (ILLCHMANN-CHRIST) vorzunehmen. Bei der Beurteilung von Herzblut ist zusätzlich auch mit dem Durchtritt von Alkohol aus dem Magen oder der Bauchhöhle in das Herz zu rechnen. Hierauf haben HUBER, SCHWEITZER sowie HEBOLD hingewiesen. Diese an Leichen experimentell gewonnene Erkenntnis wurde bisher kritisch beurteilt. Deshalb sei über eine Beobachtung anlässlich eines Verkehrsunfalles berichtet.

Ein 20jähriger Bundeswehrsoldat wurde am 9. 11. 57 gegen 20.20 Uhr angefahren und starb unmittelbar danach. Er hatte kurz vor dem Unfall beim Abendessen Alkohol getrunken. Durch Herzpunktion wurde 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Std nach dem Tod Blut entnommen. Es fand sich 0,19<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Äthylalkohol. Bei der Leichenöffnung (Protokoll-Nr. 216/57) fand sich eine Zertrümmerung des Schädels. Brust- und Bauchhöhle waren nicht eröffnet, die Organe nicht verletzt.

Es wurden Blut und Harn entnommen (60 Std nach dem Tod; Aufbewahrung der Leiche bei 0—4° C). Es fand sich im Herzblut 0,79<sup>0</sup>/<sub>00</sub> nach WIDMARK und 0,81<sup>0</sup>/<sub>00</sub> nach dem ADH-Verfahren, im Schenkelblut 0,14<sup>0</sup>/<sub>00</sub> und im Harn 0,16<sup>0</sup>/<sub>00</sub> nach WIDMARK und 0,04<sup>0</sup>/<sub>00</sub> nach dem ADH-Verfahren. Die Differenz von 0,6<sup>0</sup>/<sub>00</sub> im Herzblut bestätigt die Möglichkeit der Alkoholdiffusion aus dem Magen in das Herz nach dem Tod.

### Statistische Untersuchung

In den Jahren 1955—1958 wurden bei 227 Leichen Blut aus der Schädelhöhle, dem Herzen und den Schenkelblutadern sowie Harn entnommen und nach dem Widmark- oder ADH-Verfahren oder beiden Methoden untersucht\*. Für die einzelnen Gruppen wurden Mittelwert und Streuung sowie folgende Intervalle berechnet:

- $I_1$  enthält 68,26 % aller Differenzen ( $\sigma$ -Intervall),
- $I_2$  enthält 90,00 % aller Differenzen,
- $I_3$  enthält 99,00 % aller Differenzen,
- $I_4$  enthält 99,73 % aller Differenzen ( $3\sigma$ -Intervall).

Unter Berücksichtigung der Art der chemischen Untersuchungen und des Materials kann von der Voraussetzung, daß eine Normalverteilung vorliegt, ausgegangen werden.

### Die Differenzen zwischen Widmark- und ADH-Bestimmungen

Hierfür wurden 261 Untersuchungen herangezogen. Davon entfallen 158 auf Blutalkohol-, 103 auf Harnalkohol-Analysen. Die Werte wurden nach der Entnahmestelle und nach der Jahreszeit (Winter: November—

Februar; Sommer: März—Oktober) aufgeteilt (Tabelle 1). Die Alkoholkonzentrationen wiesen im Schädelblut einen Mittelwert von 1,55‰, im Herzblut von 1,51‰ und im Schenkelblut von 1,44‰ auf. Die Ergebnisse (Promille-Werte) sind aus Tabelle 2 und 3 zu entnehmen.

Tabelle 1

Jahreszeit	Entnahmestellen			
	Schädel	Herz	Schenkel	Gesamt
	Anzahl der Fälle			
Winter	20	5	34	59
Sommer	22	4	73	99
Gesamt	42	9	107	158

Die Differenzen, auf die sich die Werte beziehen, sind gebildet als Widmark-Wert minus ADH-Wert. Der Mittelwert der Differenzen gibt an, um wieviel der Widmark-Wert durchschnittlich von dem ADH-Wert abweicht. Bei negativem Mittelwert liegt der Widmark-Wert der betreffenden Gruppe im Mittel unter dem ADH-Wert. Die Streuung gibt an, wie weit die Differenzen der Einzelfälle sich vom Mittelwert der Differenzen entfernen können. Die Intervalle geben an, in welchem Bereich um den Mittelwert die angegebenen Prozentzahlen der einzelnen Differenzen liegen.

Beispielsweise liegen 99 % aller Differenzen um den Mittelwert der Differenzen aller Blute ( $-0,009\text{‰}$ ) zwischen den  $I_3$ -Grenzen  $-0,669\text{‰}$  und  $+0,651\text{‰}$ . Abweichungen zwischen ADH-Messungen und Widmark-Messungen von mehr als rund  $0,65\text{‰}$  sind also in weniger als 1 % der Untersuchungen zu erwarten. Die Mittelwerte der Differenzen

\* Die Anregung hierzu verdanken wir Herrn Prof. Dr. med. WALTER KRAULAND, Institut für Gerichtliche Medizin der Freien Universität, Berlin.

Tabelle 2

	Jahreszeit								
	Winter			Sommer			Gesamt		
	Entnahmestellen								
	Schädel	Herz	Schenkel	Schädel	Herz	Schenkel	Schädel	Herz	Schenkel
Mittelwert der Differenzen	-0,053	-0,006	-0,039	0,035	-0,023	0,004	-0,007	-0,013	-0,010
Streuung . . . . .	0,189	0,248	0,212	0,247	0,252	0,296	0,228	0,234	0,272
Untere I <sub>1</sub> -Grenze	-0,242	-0,254	-0,250	-0,213	-0,274	-0,292	-0,231	-0,247	-0,282
Obere I <sub>1</sub> -Grenze	0,136	0,242	0,173	0,282	0,229	0,300	0,216	0,221	0,262
Untere I <sub>2</sub> -Grenze	-0,365	-0,415	-0,387	-0,372	-0,437	-0,483	-0,375	-0,398	-0,457
Obere I <sub>2</sub> -Grenze	0,259	0,403	0,310	0,441	0,392	0,491	0,360	0,372	0,438
Untere I <sub>3</sub> -Grenze	-0,541	-0,646	-0,584	-0,602	-0,671	-0,759	-0,583	-0,616	-0,710
Obere I <sub>3</sub> -Grenze	0,435	0,634	0,507	0,672	0,626	0,766	0,568	0,589	0,691
Untere I <sub>4</sub> -Grenze	-0,621	-0,752	-0,674	-0,708	-0,778	-0,885	-0,677	-0,715	-0,826
Obere I <sub>4</sub> -Grenze	0,515	0,740	0,597	0,777	0,733	0,892	0,663	0,689	0,806

zwischen Widmark- und ADH-Messung liegen nahe bei Null. Sie sind teils positiv, teils negativ. Damit ergibt sich an Hand dieses Untersuchungsmateriales kein systematischer Unterschied zwischen Widmark- und ADH-Messungen. Der t-Test wurde nicht angewandt, da das

Tabelle 3

	Entnahmestellen		
	Schädel	Schenkel	Herz
	Jahreszeit		
	Winter	Sommer	Gesamt
Mittelwert der Differenzen . . . . .	-0,041	0,009	-0,009
Streuung . . . . .	0,204	0,282	0,256
Untere I <sub>1</sub> -Grenze . . . . .	-0,245	-0,273	-0,266
Obere I <sub>1</sub> -Grenze . . . . .	0,164	0,292	0,247
Untere I <sub>2</sub> -Grenze . . . . .	-0,377	-0,453	-0,431
Obere I <sub>2</sub> -Grenze . . . . .	0,295	0,472	0,413
Untere I <sub>3</sub> -Grenze . . . . .	-0,567	-0,717	-0,669
Obere I <sub>3</sub> -Grenze . . . . .	0,485	0,736	0,651
Untere I <sub>4</sub> -Grenze . . . . .	-0,654	-0,837	-0,778
Obere I <sub>4</sub> -Grenze . . . . .	0,572	0,856	0,760

Fehlen eines Unterschiedes offensichtlich ist. Eine Abhängigkeit der Differenzen zwischen Widmark- und ADH-Werten von der Zeitspanne zwischen Tod und Blutalkoholbestimmung war statistisch nicht zu ermitteln. Ein systematischer Unterschied in den Mittelwerten zwischen Sommer und Winter ist ebenfalls nicht gegeben. Der t-Test ergab für die Mittelwerte im Winter mit  $-0,041\text{‰}$  und im Sommer mit  $0,009\text{‰}$  eine Sicherung des Unterschiedes mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von etwas mehr als 70%. Der Unterschied ist damit nicht als gesichert zu betrachten.

Weiterhin wurden 40 im Winter, 63 im Sommer entnommene Harnе, somit insgesamt 103, nach dem Widmark- und ADH-Verfahren untersucht (Tabelle 4). Die Harnalkoholwerte wiesen einen Mittelwert von 2,05‰ auf.

Die Anwendung des t-Testes zur Prüfung der Differenz zwischen dem ADH-Wert und dem Widmark-Wert ergab keine Signifikanz.

Tabelle 4

	Untersuchungsmaterial Harn		
	Jahreszeit		
	Winter	Sommer	Gesamt
Mittelwert der Differenzen . . . . .	0,049	0,050	0,050
Streuung . . . . .	0,234	0,196	0,210
Untere I <sub>1</sub> -Grenze . . . . .	-0,185	-0,145	-0,161
Obere I <sub>1</sub> -Grenze . . . . .	0,284	0,246	0,260
Untere I <sub>2</sub> -Grenze . . . . .	-0,336	-0,272	-0,296
Obere I <sub>2</sub> -Grenze . . . . .	0,435	0,372	0,396
Untere I <sub>3</sub> -Grenze . . . . .	-0,554	-0,454	-0,492
Obere I <sub>3</sub> -Grenze . . . . .	0,653	0,554	0,592
Untere I <sub>4</sub> -Grenze . . . . .	-0,654	-0,537	-0,581
Obere I <sub>4</sub> -Grenze . . . . .	0,752	0,637	0,681

#### Die Differenzen zwischen verschiedenen Entnahmestellen

Die Alkoholbestimmungen erfolgten nach WIDMARK. Die Ergebnisse wurden nach der Jahreszeit und nach den zu vergleichenden Entnahmestellen aufgeteilt (Tabelle 5).

Die Differenzen wurden durch Subtraktion der Alkoholkonzentration im Blut aus der zweitgenannten Entnahmestelle von dem Meßwert

Tabelle 5

Jahreszeit	Entnahmestellen		
	Schädel-Herz	Schädel-Schenkel	Herz-Schenkel
	Anzahl der Fälle		
Winter . . . . .	20	24	21
Sommer . . . . .	28	33	30
Gesamt . . . . .	48	57	51

der erstgenannten gebildet. Für die Differenzen wurden Mittelwert, Streuung und Intervalle berechnet (Tabelle 6). Die Zahlen sind Promille-Werte. Der Mittelwert gibt an, um wieviel die Messungen der erstgenannten Entnahmestelle durchschnittlich über den Messungen der zweiten Entnahmestelle liegen. Bei nega-

tivem Mittelwert sind die Messungen der zweiten Entnahmestelle durchschnittlich höher als die der ersten. Für Streuung und Intervalle gilt das oben gesagte.

Die Mittelwerte der Differenzen zwischen Schädel und Schenkel, Schädel und Herz sowie Herz und Schenkel liegen sehr nahe bei Null.

Tabelle 6

	Jahreszeit								
	Winter			Sommer			Gesamt		
	Entnahmestellen								
	Schädel- Herz	Schädel- Schenkel	Herz- Schenkel	Schädel- Herz	Schädel- Schenkel	Herz- Schenkel	Schädel- Herz	Schädel- Schenkel	Herz- Schenkel
Mittelwert der Differenzen	0,026	0,063	0,072	0,092	0,034	-0,038	0,064	0,046	0,007
Streuung . . .	0,246	0,228	0,298	0,351	0,267	0,393	0,311	0,249	0,358
Untere I <sub>1</sub> -Grenze	-0,220	-0,165	-0,226	-0,260	-0,233	-0,431	-0,246	-0,203	-0,350
Obere I <sub>1</sub> -Grenze	0,271	0,290	0,370	0,443	0,300	0,355	0,375	0,295	0,365
Untere I <sub>2</sub> -Grenze	-0,379	-0,312	-0,418	-0,486	-0,405	-0,685	-0,447	-0,364	-0,581
Obere I <sub>2</sub> -Grenze	0,430	0,437	0,563	0,670	0,472	0,609	0,575	0,456	0,596
Untere I <sub>3</sub> -Grenze	-0,608	-0,524	-0,695	-0,813	-0,653	-1,051	-0,736	-0,596	-0,913
Obere I <sub>3</sub> -Grenze	0,659	0,649	0,840	0,997	0,720	0,975	0,864	0,688	0,928
Untere I <sub>4</sub> -Grenze	-0,712	-0,621	-0,822	-0,963	-0,766	-1,218	-0,864	-0,702	-1,065
Obere I <sub>4</sub> -Grenze	0,763	0,746	0,966	1,146	0,833	1,142	0,996	0,794	1,080

Zwischen Schädel und Schenkel sowie zwischen Schädel und Herz ist der Mittelwert der Differenzen etwa 0,05<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Die Blute aus der Schädelhöhle liefern im Mittel also einen um 0,05<sup>0</sup>/<sub>100</sub> höheren Wert als die Schenkel- oder Herzblute. Der Unterschied ist jedoch sehr gering und wegen der Streuung von etwa 0,3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> nicht gesichert. Zwischen Herz- und Schenkel-Blut ist der Mittelwert der Differenzen 0,007<sup>0</sup>/<sub>100</sub>; also praktisch Null. Herz- und Schenkelblut liefern damit im Mittel dieselben Ergebnisse.

Tabelle 7

Jahreszeit	Entnahmestellen		
	Schädel- Harn	Herz- Harn	Schenkel- Harn
	Anzahl der Fälle		
Winter	25	21	51
Sommer	34	32	90
Gesamt	59	53	141

Weiterhin wurden auch die Ergebnisse der Alkoholbestimmungen in Harnen denen der Blutalkoholwerte gegenübergestellt (Tabelle 7).

Die Differenzen wurden durch Subtraktionen des jeweiligen Harnwertes von dem Blutalkohol-Wert (Tabelle 8) gebildet. Für Mittelwerte, Streuung und Intervalle gilt das oben gesagte.

In allen Gruppen ist der Mittelwert der Differenzen negativ. Die Harnalkoholkonzentrationen liegen damit im Mittel in allen Vergleichsgruppen wesentlich höher. Gegenüber den Schädelbluten sind die Harn-Werte durchschnittlich um 0,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> höher, gegenüber den Schenkelbluten um 0,6<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und gegenüber den Herzbluten um 0,54<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Die durchschnittlichen Unterschiede sind zudem im Winter kleiner als im Sommer, bei Schädel-Harn 0,46<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und 0,55<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, bei Herz-Harn 0,47<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und 0,58<sup>0</sup>/<sub>100</sub> sowie bei Schenkel-Harn 0,55<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und 0,63<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Der t-Test ergab die Sicherheitswahrscheinlichkeit für den Vergleich von Schädel-

Tabelle 8

	Jahreszeit								
	Winter			Sommer			Gesamt		
	Entnahmestellen								
	Schädel-Harn	Herz-Harn	Schenkel-Harn	Schädel-Harn	Herz-Harn	Schenkel-Harn	Schädel-Harn	Herz-Harn	Schenkel-Harn
Mittelwert der Differenzen	-0,458	-0,469	-0,547	-0,548	-0,581	-0,632	-0,510	-0,536	-0,601
Streuung . . .	0,511	0,603	0,484	0,483	0,702	0,528	0,493	0,661	0,513
Untere I <sub>1</sub> -Grenze	-0,969	-1,071	-1,031	-1,031	-1,283	-1,160	-1,003	-1,197	-1,114
Obere I <sub>1</sub> -Grenze	0,054	0,134	-0,063	-0,065	0,121	-0,103	-0,017	0,125	-0,088
Untere I <sub>2</sub> -Grenze	-1,298	-1,460	-1,344	-1,343	-1,736	-1,501	-1,321	-1,624	-1,445
Obere I <sub>2</sub> -Grenze	0,383	0,523	0,250	0,247	0,574	0,237	0,301	0,550	0,242
Untere I <sub>3</sub> -Grenze	-1,774	-2,021	-1,794	-1,792	-2,390	-1,992	-1,779	-2,239	-1,922
Obere I <sub>3</sub> -Grenze	0,859	1,084	0,700	0,696	1,228	0,729	0,760	1,166	0,719
Untere I <sub>4</sub> -Grenze	-1,991	-2,277	-2,000	-1,998	-2,688	-2,217	-1,989	-2,519	-2,139
Obere I <sub>4</sub> -Grenze	1,076	1,340	0,906	0,902	1,526	0,953	0,969	1,447	0,937

blut und Harn mit 98%, von Schenkelblut und Harn mit 99,9% sowie von Herzblut und Harn mit 98%. In allen Fällen sind also die Unterschiede in den Mittelwerten der Differenzen statistisch gesichert. Die Streuungen sind bei den Vergleichen von Blut- und Harn-Werten höher als bei den Vergleichen der Blute untereinander. Dies gilt sowohl für Widmark- als auch für ADH-Bestimmungen.

Die Streuungen, die sich aus dieser statistischen Untersuchung ergeben, sind größer als erwartet. Die Untersuchungsergebnisse erlauben es jedoch, je nach dem Grad der geforderten Sicherheit die zugehörigen Intervalle der Promille-Werte bei unbekannter Blutbeschaffenheit zur Untersuchungszeit anzugeben. Die Entnahme von Blut an mehreren Stellen der Leiche hat sich für die Beurteilung als wesentliche Erleichterung erwiesen.

### Zusammenfassung

Die Bewertung von Alkoholbefunden aus Leichenblut und Harn wird diskutiert. Ein Anstieg der Herzblut-Alkoholkonzentration um 0,6‰ durch Diffusion wird beschrieben.

Die Ergebnisse der Widmark- und ADH-Untersuchungen werden verglichen, die Ergebnisse der Untersuchungen an Blut aus der Schädelhöhle, dem Herzen und der Schenkelblutader sowie Harn gegenübergestellt.

### Literatur

BÖHMER, K.: Blutabnahme beim Toten und ihre Auswertung auf Alkoholgehalt. *Med. Welt* 1936, 1527. — BONNICHSEN, R., u. G. LUNDGREN: Vergleich des ADH-Verfahrens mit dem Widmark-Verfahren zur Alkohol-Bestimmung in der forensischen Chemie. *Acta pharmacol. (Kbh.)* 1957, 256. — ELBEL, H., u.

F. SCHLEYER: Blutalkohol. Stuttgart: Georg Thieme 1956. — HEBOLD, G.: Postmortale Diffusion des Alkohols durch die Magenwand. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **46**, 619 (1958). — HUBER, O.: Über die Diffusion des Äthylalkohols in menschlichen Leichen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **37**, 128 (1943). — ILLCHMANN-CHRIST: Vortr. auf dem Kongr. der Dtsch. Ges. für Gerichtl. Med. in Zürich 1958. — REDETZKI, K., H. JOHANNSEMER u. G. DOTZAUER: Fäulnis und Äthylalkohol. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **41**, 424 (1952). — SAAR, H.: Widmark- und Fermentanalyse des Blutalkohols in der Praxis. Blutalkohol und Verkehrssicherheit. Würzburg: Laborant-Verlag 1956. — SCHMIDT, O., u. R. MANZ: Fehler und Streuungen des Widmark-Verfahrens beim Nachweis von Äthylalkohol. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **46**, 309 (1958). — SCHWEITZER, H.: Alkoholdiffusion in der Leiche. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **46**, 735 (1958). — SCHWERD, W., u. C. GARHAMMER: Über den Nachweis von niederen primären Alkoholen der aliphatischen Reihe und deren Bildung in faulendem Blut. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **42**, 75 (1953/54). — WAGNER, K.: Über die Veränderlichkeit des Alkoholgehaltes von Leichenblut und nicht steril aufbewahrten Blutproben. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **26**, 276 (1936). — WEINIG, E.: Der Alkoholspiegel im Leichenblut. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **26**, 293 (1936).

Priv.-Doz. Dr. med. G. ABELE, Münster i. Westf., v.-Esmarch-Str. 86