

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

Der Anstieg der Blutalkoholkonzentration nach dem Trinken von Schnaps (38—40 Vol.-%)

Von

G. ABELE und R. KROPP

Mit 7 Textabbildungen

(Eingegangen am 18. April 1958)

Die Blutalkoholkonzentration zur Tatzeit wird aus der für einen späteren Zeitpunkt ermittelten Blutalkoholkonzentration errechnet. Bei einer Tatzeit vor dem Erreichen des Blutalkoholkonzentrations-Maximums wird die Anstiegsgeschwindigkeit zur Berechnung benötigt.

Nach PONSOLD und JACOBSEN ist die Resorptionsgeschwindigkeit abhängig von der Menge und Konzentration des Alkohols. Nach ELBEL verzögert eine fraktionierte oder prolongierte Alkoholaufnahme und eine Magenfüllung die Resorption proportional der Menge und Verdaulichkeit der Nahrung. Bei Magenkranken beschreibt MANZ eine schnellere Resorption. WIDMARK erklärt das Verschwinden eines Teiles des Alkohols durch Bindung an die Nahrung. Das Defizit wird von GOLDBERG mit 30%, von RAUSCHKE bei einem Trinkbeginn 5 Std nach der letzten Mahlzeit mit 18% beziffert.

Eigene Untersuchungen

Versuchspersonen waren 95 Männer zwischen 21 und 30 Jahren. Diese hatten nach ihrer Gewohnheit gegessen. Es wurde Weinbrand, Doppelkorn oder Steinhäger (38—40 Vol.-%) getrunken. Die Trinkzeit war beliebig, um den Trinkgewohnheiten Raum zu lassen. Anfänglich wurde meist schneller als gegen Ende getrunken. 53 Personen tranken 30 min lang, 25 weniger als 20 min, 10 40—60 min und 3 60—100 min. Vier Versuchspersonen erbrachen, einmal zeigte sich Übelkeit.

Die Blutentnahmen erfolgten vor Trinkbeginn und in kurzer Zeitfolge, die Bestimmungen nach WIDMARK. Der Kurvenverlauf wurde 45 min über das Maximum hinaus beobachtet. Es konnten 91 Trinkversuche ausgewertet werden. Das durchschnittliche Gewicht der Versuchspersonen betrug 78 kg. Es wurden 45—150 g absoluten Alkohols (0,5—1,8 g/kg) getrunken. Entsprechend der Magenfüllung wurden 3 Gruppen gebildet. Die Gruppe 1 (33 Personen) hatte zuletzt 6 Std, die Gruppe 2 (20 Personen, davon 3 Magenkranke) zuletzt 3 Std, die

Gruppe 3 (38 Personen, davon 5 Magenkranke) innerhalb der letzten 3 Std vor Trinkbeginn reichlich gegessen.

Die Blutalkoholkurve ergab in 86 Fällen ein ausgeprägtes Maximum. Dieses wurde 30—180 min nach Trinkbeginn und 0—170 min nach Trinkende erreicht. Die häufigsten Anstiegszeiten lagen zwischen 65—110 min nach Trinkbeginn und 30—100 min nach Trinkende (Abb. 1). Bei sehr starker Magenfüllung zeigte sich 5mal ein Plateau bis zu 120 min. Die Maxima wurden mit zunehmender Anstiegszeit kleiner. Zur Berücksich-

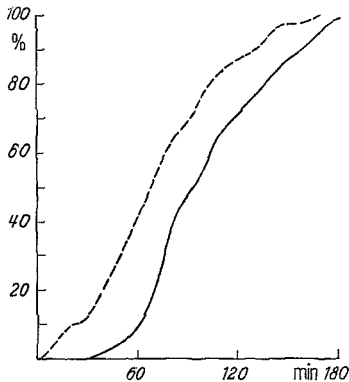


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der Zeitspanne vom Trink-Ende (---) und vom Trink-Beginn (—) bis zum Maximum

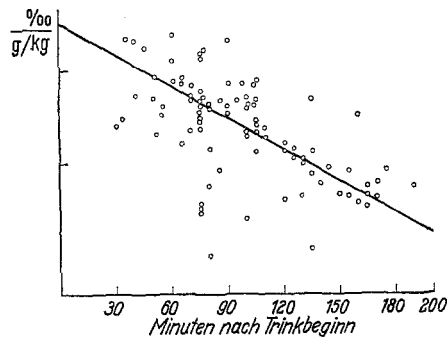


Abb. 2. Abhängigkeit des $\frac{\text{Maximum}}{\text{Dosis}}$ von der Zeitspanne bis zum Maximum

tigung der unterschiedlichen Trinkmengen und Körpergewichte wurde jeder Maximalwert durch die Dosis (g/kg) dividiert (Abb. 2). Die Senkung der Maxima mit zunehmender Zeitspanne legte den Ansatz einer linearen Korrelation¹ nahe. Die für das Kollektiv der Abb. 2 gebildete Ausgleichsgerade hat die Formel $y = (1,72 - 0,00543)x$, die Streuung $s = 0,227$; $s^2 = 0,015$. Der Anstieg $a = -0,00543$ ergibt sich aus der Einheit der Abszisse von 1 min, die als Zeiteinheit klein ist. Das Ergebnis ist eine mit zunehmender Zeitspanne abfallende Gerade. Die auf Trinkmenge und Körpergewicht standardisierten Maxima werden mit zunehmender Anstiegszeit kleiner.

¹ Eine Ausgleichsgerade setzt den Ansatz voraus: $y = ax + b$

$$a = \frac{S y_i x_i - \bar{y} \cdot S x_i}{S x_i^2 - \bar{x} \cdot S x_i}; \quad b = \bar{y} - a \bar{x}.$$

x_i = Zeitspanne bis zum Maximum, y_i = zugehörige Höhe des Maximums, \bar{x} und \bar{y} = Mittelwerte der x_i und y_i .

Die Streuung ist definiert: $s = \sqrt{\frac{S (Y_i - y_i)^2}{N - 1}}$

Y_i ist der zu x_i gehörende Ordinatenwert der Ausgleichsgeraden, N die Größe des Kollektivs.

Die Maxima steigen mit zunehmender Dosis an (Abb. 3). Eine lineare Korrelation¹ wird angesetzt. Die gebildete Ausgleichsgerade hat die Formel $y = (1,18 \pm 0,07) x$ und Streuung $s^2 = 0,088$; dabei stellt der Faktor 0,07 die Korrektur des Anstiegs a dar. Die Maxima werden in einem linearen Verhältnis mit zunehmender Dosis größer.

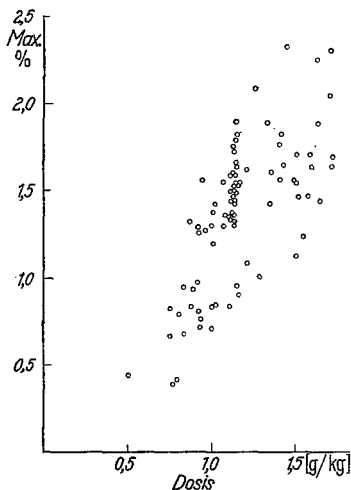


Abb. 3. Abhängigkeit der Maxima von der Dosis

Die Zeit bis zum Erreichen des Maximums zeigt bei verschiedener Magenfüllung charakteristische Un-

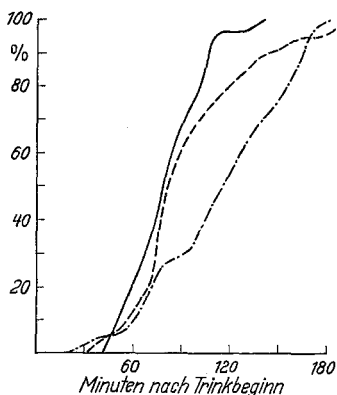


Abb. 4. Verteilungsfunktion der Zeitspannen bis zum Maximum, aufgeteilt nach der Magen-Füllung. Gruppe 1 —, Gruppe 2 ----, Gruppe 3 -.-.-

terschiede (Tabelle 1). Bei gleicher Dosis ist die Höhe der Maxima abhängig von der Magenfüllung. Die 3 Kurven laufen praktisch parallel (Abb. 4).

Für jede der 3 Gruppen wird eine lineare Korrelation für die Punktverteilung der Abhängigkeit der Maxima von der Dosis (Abb. 3) angesetzt. Die Ausgleichsgeraden haben die Gleichungen:

Gruppe 1: $y = (1,38 \pm 0,07) x$,

Gruppe 2: $y = (1,08 \pm 0,177) x$,

Gruppe 3: $y = (1,09 \pm 0,093) x$.

¹ Die Ausgleichsgerade geht durch den Koordinatenanfangspunkt, da ohne Alkoholgenuß kein Alkohol im Blut ist. Sie setzt den Ansatz voraus: $y = ax$.

$$a = \frac{S x_i y_i}{S (x_i^2)}; \quad x_i = \text{Dosis}, \quad y_i = \text{zugehöriges Maximum.}$$

Unter der Annahme, daß bei beliebig vielen Stichproben zu je N Versuchen das berechnete a sich normal verteilt, weicht in 99% aller Fälle der Wert a höchstens um

$\frac{st}{\sqrt{x_i^2}}$ von der gefundenen Größe ab. Dabei ist t eine Funktion von N (Tabelle in: A. LINDER, Statistische Methoden; Basel 1951).

Zwischen Gruppe 2 und 3 besteht kein Unterschied. Danach liegen auch bei 1 bis zu 3 Std zurückliegender Nahrungsaufnahme die Blutalkoholmaxima niedriger und später als bei leerem Magen (letzte Mahlzeit vor mehr als 6 Std). Die Differenz der Geraden 1 und 3 (Abb. 5) wird auf ihre statistische Sicherung¹ untersucht. Der mittlere Anstieg der Geraden 1 beträgt $M_1 = 1,38$ und der mittlere Fehler $m_1 = 0,027$. Die Werte für die Gerade 3 sind $M_3 = 1,09$ und $m_3 = 0,036$. Die Differenz zwischen M_1 und M_3 beträgt das 6,4fache des Ausdrucks $\sqrt{m_1^2 + m_3^2}$. Der Unterschied im Anstieg ist somit signifikant.

In den nach der Magenfüllung aufgegliederten Gruppen werden die durchschnittlichen Werte der Maxima und der Zeitspanne bis zum Erreichen von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{4}$ des Maximums errechnet (Tabelle 2). In den 3 Gruppen bestehen deutliche Unterschiede (Abb. 6 und 7).

Unter den Versuchspersonen der Gruppen 2 und 3 waren 8 magenkrank, 4 hatten eine Gastritis, 2 ein Ulcus ventriculi, 2 eine Magenoperation durchgemacht. Der durchschnittliche Anstieg der Blutalkoholkurve ist besonders steil und hoch. Er fällt mit der Kurve der nüchternen Versuchspersonen fast zusammen. Der Einfluß der Magenfüllung auf die Resorptionszeit wird somit weitgehend ausgeglichen.

¹ Bedingungen für Signifikanz: $M_1 - M_3 = 5 \sqrt{m_1^2 + m_3^2}$.

Bedingung für sachliche Verschiedenheit: $M_1 - M_3 = 2 \sqrt{m_1^2 + m_3^2}$.
 M = Mittelwert; m = mittlerer Fehler.

Tabelle 1. Zeitspanne bis zum Erreichen des Maximums (min)

Zahl der Versuchspersonen (%)		Gruppe			Gesamt
		1	2	3	
95	nach Trink-Beginn	110	160	170	170
	nach Trink-Ende	100	110	140	140
80	nach Trink-Beginn	100	120	155	140
	nach Trink-Ende	85	87	120	100

Zahl der Versuchspersonen nach Erreichen des Maximums (%)

Zeit		Gruppe			Gesamt
		1	2	3	
2 Std	nach Trink-Beginn	96	80	53	70
	nach Trink-Ende	100	95	79	80

Tabelle 2

Gruppe	Zeit bis zum Maximum (min)				Höhe (‰) des Maximums
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{4}$	
1	18,3	33,3	47,8	79,1	1,55
2	19,5	37,3	57,9	99,0	1,26
3	26,4	49,9	77,6	127,0	1,20
Magen- kranke	13,1	30,5	52,1	79,4	1,57
Gesamt	20,6	39,4	60,5	100,0	1,39

Zusammenfassung

Es wurden 91 auswertbare Trinkversuche entsprechend den Trinksitzen des einzelnen durchgeführt, um die Anstiegsgeschwindigkeit der Blutalkoholkonzentration nach der Gabe von Weinbrand, Doppelkorn und Steinhäger (39—40 Vol.-%) zu untersuchen. Entsprechend der Magenfüllung wurden 3 Gruppen gebildet, die Anstiegszeiten der Blutalkoholkonzentration mit deutlichen Unterschieden ermittelt.

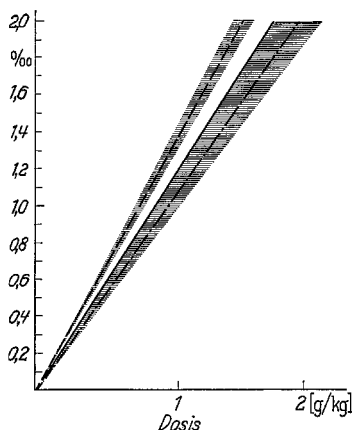


Abb. 5. Ausgleichsgeraden für die Punkte der Abb. 3: Gesamt —, Gruppe 1 ---, Gruppe 3 - - - -

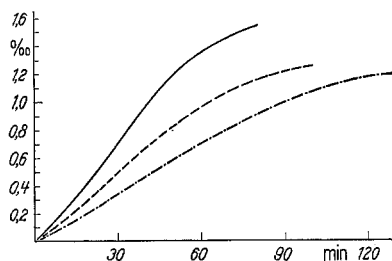


Abb. 6. Mittlere Anstiegsgeschwindigkeit der Blutalkoholkurve: Gruppe 1 —, Gruppe 2 ---, Gruppe 3 - - - -

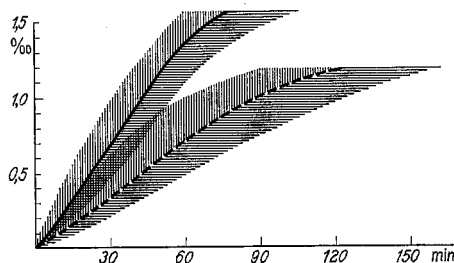


Abb. 7. Mittlere Anstiegsgeschwindigkeit der Blutalkoholkurve mit Einzeichnung der Streubreite (Schraffung): Gruppe 1 —, Gruppe 3 ---

Literatur

ELBEL, H.: Resorptionsgröße und Schwankung der Blutalkoholkurve. Dtsch. Gesundh.-Wes. **1951**, 551. — ELBEL, H., u. LIECK: Alkoholresorption nach Nahrungsaufnahme. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **1936**, 270. — GOLDBERG, L.: Quantitative studies on alcohol tolerance in man. Acta physiol. scand. **1943**, Suppl. 16. — JAKOBSEN, E.: The metabolism of ethyl alcohol. Nature (Lond.) **1952**, 645. — KROPP, R.: Die Resorptionsgeschwindigkeit des Alkohols bei der Gabe von Weinbrand, Doppelkorn und Steinhäger (38—40 Vol.-%). Inaug.-Diss. Münster 1957. — MANZ, R.: Blutalkohol und Magenkrankheiten. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **1943**, 208. — PONSOLD, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Stuttgart: Georg Thieme 1957. — RAUSCHKE, J.: Über die Blutalkoholkurve im Stadium der Resorption. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **1952**, 474. — WIDMARK, E. M. P.: Der Einfluß der Nahrungsbestandteile auf den Alkoholgehalt des Blutes. Biochem. Z. **267**, 135 (1933).

Priv.-Doz. Dr. med. Dipl.-Ing. GÖTZ ABELE,
Münster i. Westf., von Esmarchstr. 86