

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik  
der Universität Hamburg (Direktor: Prof. Dr. FRTZ).

## Die Verwendbarkeit von Goldbergs Auswertungsmethoden bei Alkoholbelasteten.

Von

G. DOTZAUER, K. JOHANNMEIER und H. REDETZKI (als Gast).

### Einführung.

Auf dem Kongreß „Alcohol and Traffic“ (Stockholm 1950) berichtete GOLDBERG über Ergebnisse von Alkoholbelastungsversuchen\*. Die Verwertbarkeit der von GOLDBERG in vereinfachenden, nur von der Alkoholdosis abhängigen, Formeln zusammengefaßten Ergebnisse, kontrollierten wir an 23 Alkoholbelastungen. Da anzunehmen ist, daß der Vortrag nicht im deutschen Schrifttum erscheint, wird referiert und das Ergebnis eigenen Untersuchungsbefunden gegenübergestellt.

Die Versuchspersonen GOLDBERGS setzten sich aus mäßigen und starken Trinkern zusammen; belastet wurde auf nüchternen Magen mit verschiedenen Alkoholmengen sowie -konzentrationen. Die Ergebnisse wurden entsprechend dem Ausfall der Versuche formelmäßig dargestellt. Bei den Faktoren: Resorptionsspitze,  $\beta$ ,  $r$  usw. wurde die Abhängigkeit von der Alkoholdosis herausgestellt.

Unsere Kontrollen setzten sich aus mäßigen Trinkern zusammen, angeboten wurde nur 40%iger Kognak. GOLDBERGS Formeln wurden demzufolge nur ausschnittsweise geprüft. Diskrepanzen sind erkennbar, die es nicht ratsam erscheinen lassen, diesen Formeln eine Allgemeingültigkeit zuzubilligen.

### Ergebnisse GOLDBERGS.

#### I. Resorptionszeit und -spitze.

##### a) Destillierte Getränke:

Bei nüchternem Magen beträgt die Resorptionszeit *mäßiger* Trinker im Durchschnitt 70—80 min mit einer Streuung zwischen 20 und 150 min ( $\sigma^{**} = \pm 30$  min).

Bei *schweren* Trinkern wurden im Durchschnitt 60 min und eine Variation zwischen 15 und 150 min ( $\sigma = \pm 33$  min) gesehen.

Das *Maximum* (46 Experimente) berechnete GOLDBERG bei *mäßigen* Trinkern nach der Formel:

$$y_{\%_{100}} = 0,13 + 1,16 x^{***}. \quad (1)$$

\* Dank der gütigen Vermittlung von Herrn Senator DANNER, der als einziger deutscher Teilnehmer dem Kongreß beiwohnte, erhielten wir Kenntnis von dem Bericht: Alcohol and Road Traffic, Kugelbergs Boktryckeri, Stockholm 1951.

\*\* Mittlere quadratische Abweichung bzw. Fehler.

\*\*\*  $x$  ist in allen Formeln GOLDBERGS: Gramm Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht.

Die Formel soll das eventuelle „overshooting“ erkennen lassen. Die Spitze liegt 15—20% oberhalb des gemessenen Kurvenverlaufes.

Bei *starken* Trinkern lag die Spitze höher, sie war eindeutiger und konnte 30—60% überschießen.

$$y_{0/100} = 0,72 + 0,90 x. \quad (2)$$

b) Wein und verdünnter Alkohol:

Das Maximum lag im Durchschnitt 25% niedriger als bei destillierten Getränken, eine Resorptionsspitze trat selten auf.

c) Bier:

Die Spitze war gegenüber destillierten Getränken auffallend niedriger.

59 Experimente ergaben die Formel:

$$y_{0/100} = 0,049 + 0,905 x. \quad (3)$$

Bei kleineren Biermengen konnte eine Resorptionsspitze mit einer Erhöhung um 5—10% vereinzelt gesehen werden.

### II. Konzentrationsabfall ( $\beta_{60}$ ).

a) Destillierte Getränke:

Bei 62 Personen betrug  $\beta_{60}$  im Durchschnitt: 0,140<sup>0</sup>/<sub>100</sub> mit einer Streuung zwischen 0,078—0,190<sup>0</sup>/<sub>100</sub> ( $\sigma = \pm 0,024$ <sup>0</sup>/<sub>100</sub>).

GOLDBERG stellte die Beziehungen auf, daß  $\beta$  mit der Menge des zugeführten Alkohols ansteigt.

$$y_{\beta} = 0,00151 + 0,00084 x. \quad (4)$$

Einen Unterschied zwischen mäßigen und starken Trinkern sah er nicht.

b) Wein und verdünnter Alkohol:

Gleiche Werte wie bei destillierten Getränken.

c) Bier:

$\beta$  ist grundsätzlich größer als bei destillierten Getränken und betrug je Stunde im Durchschnitt 0,151<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Der Abbau wuchs ebenfalls mit der Alkoholmenge und wurde nach 77 Experimenten dargestellt:

$$y_{\beta} = 0,00124 + 0,00146 x. \quad (5)$$

### III. Verteilungsfaktor $r$ .

a) Destillierte Getränke:

62 Versuchspersonen zeigten einen durchschnittlichen Wert von 0,721 mit einer Streuung zwischen 0,59—0,97. ( $\sigma = \pm 0,08$ ). Mit steigender Alkoholmenge fiel  $r$  laut folgender Formel ab:

$$y_r = 0,749 - 0,028 x. \quad (6)$$

b) Wein und verdünnter Alkohol:

Gleiche Werte wie oben.

c) Bier:

Typisch war der niedere Kurvenverlauf. Der Verteilungsfaktor stieg im Durchschnitt auf 0,89 an und variierte zwischen 0,66—1,20. Da der  $r$ -Faktor die Neigung zeigte mit steigenden Biermengen abzusinken, ergab sich die Formel:

$$y_r = 0,928 - 0,046 x. \quad (7)$$

Kein Unterschied zwischen mäßigen und starken Trinkern.

#### IV. Alkoholumsetzung pro Kilogramm und Stunde.

a) Destillierte Getränke:

Im Durchschnitt ermittelte GOLDBERG 100 mg Alkohol pro Kilogramm und Stunde mit einer Streuung zwischen 73—142 mg ( $\sigma = \pm 15,1$  mg).

Hier wurde die Abhängigkeit der Ausscheidung und des Abbaus von der Alkoholmenge durch folgende Formel (62 Experimente) dargestellt:

$$y_{\beta \cdot 60 \cdot r} = 69,3 + 31,6 x. \quad (8)$$

Mäßige und starke Trinker verhielten sich gleich.

b) Wein und verdünnter Alkohol:

Die Werte liegen mit den obengenannten in Übereinstimmung.

c) Bier:

Die Ausscheidung war größer als bei den vorgenannten Getränken. Im Durchschnitt 134 mg Alkohol pro Kilogramm und Stunde. Da  $\beta \cdot 60 \cdot r$  eindeutig mit der Alkoholmenge anstieg, entwickelte er folgende Formel:

$$y_{\beta \cdot 60 \cdot r} = 69,4 + 74,5 x. \quad (9)$$

#### Methoden und Material.

GOLDBERGS Werte beziehen sich auf Ergebnisse der Widmarkmethode, deshalb stellen wir ebenfalls Widmarkbefunde zum Vergleich. Wir nehmen Bezug auf die Formeln (1), (4), (6) und (8).

Bei 23 Versuchspersonen handelt es sich um *mäßige* Trinker, die früh morgens auf nüchternen Magen 40%igen Kognak tranken. Entnahmen im Abstand von 20 min über 2 Std hin, weitere 2 bzw. 3 Entnahmen im stündlichen Abstand, wurden bei allen Belastungen gleichsinnig durchgeführt. Die Versuchspersonen erhielten im Durchschnitt 1,08 g Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht, Streuung zwischen 0,99 bis 1,19 g.

#### Ergebnisse.

##### I. Resorptionszeit und -spitze.

Bei einer *Trinkzeit* von 10—25 min — Durchschnitt: 19,4 min ( $\sigma = \pm 18\%$ ) — boten 19 Personen einen Durchschnitt von 79 min mit einer Streuung von 25—120 min ( $\sigma = \pm 33,8\%$ ).

Vier Fälle mit einer *Trinkzeit* von 40 min zeigten eine Resorptionsphase von 70 min und eine Streuung zwischen 65—75 min ( $\sigma = \pm 5,8\%$ ).

Die eigenen Untersuchungen brauchten die Resorptionsspitze nicht abzugreifen. Das jeweilige Maximum hätte im Intervall zweier Entnahmen liegen können.

Die Verwertbarkeit der GOLDBERGSchen Formel für *mäßige* Trinker bei *destillierten* Getränken ( $y_{0/00} = 0,13 + 1,16x$ ) haben wir dadurch zu kontrollieren versucht, daß wir

1. den gemessenen Höchstwert,
2. eine konstruierte Spitze,
3. das  $c_0$  nach WIDMARK<sup>1</sup> berechneten.

Da sowohl Vollblut- als auch Serumbestimmungen durchgeführt wurden, geben wir beide Ergebnisse bekannt.

Auswertung nach GOLDBERG:

Das *Maximum* errechnet sich nach Formel (1):

23 Fälle\* — Durchschnitt: 1,37<sup>0/00</sup>; Streuung: 1,21—1,51<sup>0/00</sup>.

Eigene Befunde und Auswertung nach WIDMARK:

aa) Gemessener Höchstwert:

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	18	18
Durchschnitt . . . . .	1,09 <sup>0/00</sup>	1,26 <sup>0/00</sup>
Streuung . . . . .	0,81—1,39 <sup>0/00</sup>	0,84—1,64 <sup>0/00</sup>
$\sigma$ . . . . .	$\pm 16,7\%$	$\pm 18,4\%$

bb) Konstruierte Spitze:

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	18	18
Durchschnitt . . . . .	1,13 <sup>0/00</sup>	1,29 <sup>0/00</sup>
Streuung . . . . .	0,81—1,39 <sup>0/00</sup>	0,87—1,64 <sup>0/00</sup>
$\sigma$ . . . . .	$\pm 16,4\%$	$\pm 17,2\%$

cc) berechnet aus  $\frac{\sum t \cdot \sum tc - \sum c \cdot \sum t^2}{(\sum t)^2 - n \sum t^2}$ :

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	18	18
Durchschnitt . . . . .	1,24 <sup>0/00</sup>	1,43 <sup>0/00</sup>
Streuung . . . . .	0,94—1,47 <sup>0/00</sup>	1,07—1,74 <sup>0/00</sup>
$\sigma$ . . . . .	$\pm 11,5\%$	$\pm 13,7\%$

\* Die Belastung der Versuchspersonen gestattete die Auswertung nach GOLDBERG für jeden der 23 Fälle. Wenn wir sämtliche Fälle nach GOLDBERG berechnet haben und eine kleinere Zahl an Kontrollen gegenüberstellen, so ist das wegen der gleichsinnigen Belastung je Kilogramm Körpergewicht unserer Versuchsperson unbedeutend, andererseits zwangen uns vereinzelte Anlässe zu vorübergehenden Unterbrechungen der Entnahme (Erbrechen usw.), so daß das Material nicht bei allen 23 Personen nach den angegebenen Gesichtspunkten berechnet werden konnte.

*II. Konzentrationsabfall pro Minute.*

Auswertung nach GOLDBERG:

Nach Formel (4) errechnet sich für  $\beta_{60}$ :23 Versuchspersonen — Durchschnitt: 0,145<sup>0</sup>/<sub>00</sub>; Streuung: 0,140—0,151<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

Auswertung nach WIDMARK:

 $\beta$  berechnet nach  $\frac{\sum i \sum c - n \sum ic}{(\sum i)^2 - n \sum i^2}$ :

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	20	18
Durchschnitt . . . . .	0,161 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	0,165 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>
Streuung . . . . .	0,109—0,193 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	0,115—0,220 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>
$\sigma$ . . . . .	± 17,1 %	± 17,2 %

*III. Verteilungsfaktor r:*

Auswertung nach GOLDBERG:

Nach Formel (6) errechnet sich:

23 Versuchspersonen — Durchschnitt: 0,718; Streuung: 0,716—0,721.

Auswertung nach WIDMARK:

 $r$  berechnet sich aus  $\frac{A}{c_0 \cdot p}$ :

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	20	19
Durchschnitt . . . . .	0,860	0,743
Streuung . . . . .	0,60—1,06	0,62—1,00
$s$ . . . . .	± 12,4 %	± 13,7 %

*IV. Alkoholumsatzung pro Kilogramm Körpergewicht und Stunde.*

Auswertung nach GOLDBERG:

Die Formel (8) ergibt:

23 Versuchspersonen — Durchschnitt: 103,2 mg pro Kilogramm und Stunde; Streuung: 100,6—106,9 mg.

Auswertung nach WIDMARK:  $\beta \cdot r \cdot 60$ :

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	16	17
Durchschnitt . . . . .	130,8 mg	123,9 mg
Streuung . . . . .	91,9—193,2 mg	85,7—154,0 mg
$\sigma$ . . . . .	± 20,3 %	± 15,8 %

**Diskussion.**

Die in der Literatur niedergelegten Ansichten und Ergebnisse werden nicht referiert. Die Verwendbarkeit der GOLDBERGSchen Formeln für

die forensische Praxis an Hand eines gleichartigen Versuchsmaterials — mäßige Trinker, kurzfristiger Alkoholgenuß (40%iger Kognak) auf nüchternen Magen — stand zur Kontrolle. Da unsere Versuchspersonen nicht nur dasselbe Getränk erhielten, sondern nahezu mit der gleichen Menge Alkohol je Kilogramm Körpergewicht belastet wurden, können wir zur Frage der Dosisabhängigkeit der Faktoren: Resorptionsspitze,  $\beta$ ,  $r$  usw. Stellung nehmen. Nach GOLDBERG differieren die Ergebnisse entsprechend der Menge des zugeführten Alkohols. Wenn sich aus unseren Befunden zeigen sollte, daß die Durchschnittswerte mit den Formelergebnissen nicht übereinstimmen und die Streuung so erheblich ist, daß sie außerhalb des Bereiches der von GOLDBERG errechneten mengenabhängigen Streuung fällt, werden die Formeln GOLDBERGS für die forensische Praxis nach unserer Meinung keine Bereicherung darstellen.

Auch bei Aufnahme des Alkohols in den nüchternen Magen wird das Maximum nur schwer festzulegen sein. Die Resorptionsspitze wird erst dann erfaßt, wenn die Blutentnahmen in dichter Folge durchgeführt werden. Dies stößt auf Schwierigkeiten; wir mußten zur Darstellung unserer Werte je 9—10mal Blut entnehmen.

GOLDBERG gibt nicht an, in welchen Abständen und wie häufig er Untersuchungsmaterial je Belastung gewann.

Der Kurvenverlauf unserer Belastungen demonstrierte in keinem Fall ein „overshooting“.

Die Formel (1) stimmt in ihrem Durchschnittswert etwa mit dem über das Serum berechneten theoretischen  $c_0$  überein. Die Breite der Streuung von 1,07—1,74<sup>0</sup>/<sub>100</sub> zeigt jedoch, daß die entsprechende Formel nur grob orientierend angewendet werden kann. Die weiteren von uns dargestellten Ergebnisse liegen erheblich unter dem Durchschnittswert GOLDBERGS bzw. außerhalb seiner Streuung. Dies erklärt sich aus der Spielbreite physiologischer Reaktionen wie der Resorption, der Diffusion und dem zwischenzeitlichen Abbau des Blutalkohols bis zur Resorptionsspitze.

Die von uns nach der Formel GOLDBERGS berechneten  $\beta$ -Werte liegen unter denen nach WIDMARK. Die Streuungen lassen sich ebenfalls nicht gegeneinander abstimmen.

In diesem Zusammenhang sei auf die Differenzen früherer Untersuchungen zwischen WIDMARK und JUNGMICHEL<sup>2</sup> hingewiesen, außerdem auf die Ergebnisse bei der Hungerdystrophie von LAVES<sup>3</sup>, BECK und JOHANNSMEIERS<sup>4</sup> sowie MANZ<sup>5</sup>. Inwieweit gerade die Spätschäden nach der Hungerzeit 1945 sich jetzt noch über abnorme Diffusions- und Verteilungseffekte bemerkbar machen, sei erwogen. Die Ausführungen von MANZ<sup>5</sup> wie die der Kliniker<sup>6-9</sup> lassen eine dementsprechende Deutung zu. Da  $\beta$  die Resultante zahlreicher komplexer Vorgänge ist, scheint es gewagt zu sein, Schematisierungen vorzunehmen und eine Dosisabhängigkeit herauszustellen. Gerade die Streubreite der Ergebnisse verschiedener Versuchspersonen — wie auch die

einzelner Personen im kurzfristigen Wiederholungsfall bei gleicher Belastung! — sprechen gegen eine erkennbare Dosisabhängigkeit.

Die Darstellung des Verteilungsfaktors  $r$  unterliegt einer gewissen Schwierigkeit, da ein — zweiter! — hypothetischer Wert ( $c_0$ ) eingesetzt wird. Die Vollblutwerte liegen erheblich über dem Goldberg-Durchschnitt, während unsere Serumergebnisse nur um ein Geringes den formelmäßig dargestellten Durchschnitt übersteigen. Die Breite der Streuungen sei vermerkt.

Entsprechend den Ergebnissen bei  $\beta$  und  $r$  muß auch  $\beta \cdot r \cdot 60$  bei GOLDBERG unterhalb unserer Werte liegen.

Als weiterer Ausdruck der Variation wird die bei JUNGMICHEL<sup>2</sup> herausgestellte theoretische Berechnung des Zeitpunktes des völligen Verschwindens des Alkohols aus dem Körper bekanntgegeben ( $T = \frac{A}{p \cdot r \cdot \beta_0}$ ).

	Vollblut	Serum
Fälle . . . . .	16	17
Durchschnitt . . . .	8,36 Std	8,80 Std
Streuung . . . . .	5,54—11,45 Std	6,88—12,48 Std
$\sigma$ . . . . .	$\pm 20,8\%$	$\pm 17,4\%$

Die Berechnungen nach GOLDBERG zeigen Diskrepanzen gegenüber unseren Untersuchungsbefunden bzw. den Berechnungen nach WIDMARK auf. Eine Dosisabhängigkeit, wie sie GOLDBERG sieht, dürfte nicht bestehen. Wegen der Breite der Streuungen erscheint es zudem fraglich, ob eine Konzentrationsabhängigkeit unterstellt werden darf. Die Formeln können die komplexen physiologischen Reaktionen der Resorption, der Diffusion und des Konzentrationsabfalles nicht zufriedenstellend wiedergeben.

Da wir die Untersuchungen anlässlich der Erprobung der Fermentmethode für die Mikrobestimmung von Äthylalkohol durchführten<sup>10,11</sup>, dürfen wir auf die stets kontrollierte Genauigkeit der Widmark-Ergebnisse hinweisen.

#### Literatur.

- <sup>1</sup> WIDMARK, E. M. P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Wien u. Leipzig: Urban & Schwarzenberg 1932. — <sup>2</sup> JUNGMICHEL, G.: Alkoholbestimmung im Blut. Berlin: Carl Heymann 1933. — <sup>3</sup> LAVES, W.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 84 (1948/49). — <sup>4</sup> BECK, W., u. K. JOHANNSMELER: Dtsch. med. Wschr. **1950**, 256. — <sup>5</sup> MANZ, R.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 224 (1951). — <sup>6</sup> BANSI, H. W.: Med. Klin. **1947**, 397. — Dtsch. med. Wschr. **1948**, 548. — <sup>7</sup> BERNING, H.: Die Dystrophie. Stuttgart: Georg Thieme 1949. — <sup>8</sup> GRAFE, E.: Dtsch. med. Wschr. **1950**, 441. — <sup>9</sup> RATSCHOW, M., u. H. MARX: Dtsch. Gesundheitswesen **2**, 77 (1947). <sup>10</sup> BÜCHER, TH., u. H. REDETZKI: Klin. Wschr. **1951**, 615. — <sup>11</sup> DOTZAUER, G., H. REDETZKI, K. JOHANNSMELER u. TH. BÜCHER: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **41**, 15 (1952).

Doz. Dr. G. DOTZAUER, Hamburg 13, Harvestehuderweg 10.