

Leistung abhängig machen müssen. Ein pathologischer Rauschzustand aber kann aus einer Blut-Alkoholbestimmung allein niemals erschlossen werden.

Literaturverzeichnis.

- ¹ Meyer, Adolf, Naturwiss. **1**, 106 (1935). — ² Graf, O., Arb.physiol. **6**, 169 (1933). — ³ Friedemann u. Elkeless, Dtsch. med. Wschr, **1931**, Nr 46; **1932**, Nr 24, 923. — ⁴ Jungmichel, Gottfried, Alkoholbestimmung im Blut. Berlin: Karl Heymanns Verlag 1933. — ⁵ Graf u. Flake, Arb.physiol. **6**, 141 (1932). — ⁶ Tuovinen, Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) **60**, 1 (1930). — ⁷ Jungmichel, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**, 153 (1933). — ⁸ Franzen, G., Arch. f. exper. Path. **134**, 129 (1928). — ⁹ Nemser, Hoppe-Seylers Z. **53**, 356 (1907) (zit. nach Tuovinen). — ¹⁰ Kionka u. Handwerk, Pharmakologische Beiträge zur Alkoholfrage. Jena: Gustav Fischer 1927. — ¹¹ Mayer, R. M., Vortrag auf der 24. Tagung der Dtsch. Ges. gerichtl. Med. 1935, dieses Heft S. 244. — ¹² New England J. Med. **201**, 724 (1929); Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **15**, H. 2 (1930). — ¹³ Gettler u. Freireich, Ref. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **19**, 232 (1932). — ¹⁴ Kriebs, R., Der Nachweis von Alkohol im Blut nach Widmark und seine Bedeutung für die gerichtliche Beurteilung von Verkehrsunfällen. Berlin: Verlag „Auf der Wacht“ 1934. — ¹⁵ Walter, F. K., Fortschr. Neur. **7**, H. 6, 213 (dort weitere Literatur). — ¹⁶ Nicloux, C. r. Soc. Biol. Paris **52**, 620 (1900). — ¹⁷ Linde, P., Arch. f. exper. Path. **167**, 285 (1932). — ¹⁸ S. auch Elbel, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **25**, 124 (1934). — ¹⁹ Jungmichel, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**, 153 (1933). — ²⁰ Gradinesco, Degan u. Palmhart, Bull. Soc. stiinte Cluj **7**, 542 (1934); Ref. Chem. Zbl. **1934** II, 2853. — ²¹ Dovall, Mc., J. of Pharmacol **25**, 289; Ref. Chem. Zbl. **2**, 743 (1925). — ²² Hiroslu Takahasu, Jap. Z. Ref. Ber. Physiol. **37**, 706 (1926).

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Göttingen.
Direktor: Professor Dr. B. Mueller.)

Alkoholresorption nach Nahrungsaufnahme¹.

Von

Dr. Herbert Elbel, und Gerhard Lieck,

Assistent.

Med. Praktikant.

(Mit 3 Textabbildungen.)

Die Beurteilung von alkoholischen Rauschzuständen erfolgt neben der Berücksichtigung des klinischen Befundes auf Grund des Alkoholgehaltes einer kürzere oder längere Zeit nach dem anlaßgebenden Ereignis entnommenen Blutprobe. Mit Hilfe der von Widmark angegebenen Werte r und β wird aus diesem bekannten Blutalkoholgehalt die Konzentration zu der in Frage stehenden Zeit sowie die gesamte

¹ Auszugsweise vorgetragen von Elbel auf der 24. Tagung der Dtsch. Ges. Gerichtl. Med. in München vom 4. bis 6. IX. 1935.

getrunkene Alkoholmenge berechnet. r und β sind Funktionen der Blutalkoholkurve. Sie haben also zur Voraussetzung, daß diese Kurve bei gleich großer Alkoholaufnahme den gleichen Verlauf hat. Das ist jedoch nicht der Fall; von den bisherigen Untersuchern (*Widmark*, *Jungmichel*, *Kriebs*) sind Schwankungen des β von 0,0011 bis 0,0040 und des r von 0,46 bis 0,90 festgestellt worden. Man war deshalb gezwungen, mit Mittelwerten von β und r zu arbeiten, und ein von *Widmark* selbst mitgeteilter praktischer Fall zeigt, wie unsicher die Berechnungen sein können: Der Autor hatte einen mittleren Wert von 52 g Alkoholaufnahme berechnet; die tatsächliche Aufnahme hatte jedoch 75 bis 80 g betragen. Dieser Wert ist höher, als er selbst mit den höchsten Zahlen für r und β hätte berechnet werden können. Dieser Fall allein beweist schon, daß die Schwankungen von r und β die oben angegebenen Grenzen noch übersteigen. Die Erklärung dafür ist nicht schwer zu finden: r und β sind aus Versuchen gewonnen worden, in denen die Alkoholaufnahme auf nüchternen Magen erfolgte, in der Praxis haben wir es jedoch zweifellos fast ohne Ausnahme mit Fällen zu tun, in denen dem Genuß des alkoholischen Getränkes Nahrungsaufnahme vorausgegangen ist.

Auf diesem Umstand wird man auch im Gerichtssaal gelegentlich aufmerksam gemacht, weil Richter und Verteidiger mit der alten Volkserfahrung vertraut sind, daß man nach einer Mahlzeit weniger betrunken wird als nach Alkoholgenuß auf nüchternen Magen.

Diese Tatsache hat verschiedentlich Anlaß gegeben, die physiologische Ursache einer solchen wechselnden Alkoholwirkung zu untersuchen. *Völtz* hat im Rahmen seiner umfangreichen Untersuchungen gemeinsam mit *Baudrezel* und *Dietrich* festgestellt, daß die in den ersten Stunden nach Alkoholaufnahme auf nüchternen Magen im Harn ausgeschiedene Alkoholmenge viel größer ist als nach Nahrungszufuhr. Die gesamte, in den Ausscheidungen wiedergefundene Alkoholmenge ist im Nüchternversuch größer, die Ausscheidung ist schneller beendet. *Mellanby* führt den Einfluß der Nahrung auf den Grad der Berauschung auf eine verlangsamte Resorption zurück. Es hat sich in seinen Tierversuchen gezeigt, daß besonders dem Fett eine solche resorptionsverlangsamende Wirkung zukommt. *Southgate* kommt — wie *Mellanby* in Tierversuchen — zu einem anderen Ergebnis: Weder Resorptionsverlangsamung noch Bindung oder Umwandlung des Alkohols im Darmkanal sind verantwortlich, auch sind es nicht allein die Fette, die das Eindringen des Alkohols in das Blut verhindern. Ebenso fand *Tuovinen*, daß Kohlehydrat und Eiweiß stärker wirken als Fette. So hatten z. B. 50 g Olivenöl keinen besonderen Einfluß. Am wirksamsten ist Mischkost.

Widmark hat sich mit dem Einfluß der Nahrungsaufnahme sehr eingehend beschäftigt. Zuerst stellte er fest, daß Aminosäuren den Blutalkoholgehalt während der Resorptionsperiode vermindern, er fand jedoch keine Erklärung für diese Erscheinung. Später vertritt er die Meinung, daß die niedrige Blutalkoholkonzentration nach Nahrungsaufnahme auf zwei Faktoren beruhe, erstens auf einer Resorptionsverlangsamung, zweitens auf einem Verschwinden von Alkohol in der Nahrung („spezifischer Effekt der Nahrungsbestandteile“). Dieser Effekt werde allein durch Eiweiß ausgeübt, und zwar durch die Aminosäuren.

Vorausgesetzt, daß ein bestimmter Blutalkoholgehalt einem bestimmten Trunkenheitsgrad entspricht (was ja nur beschränkt zutrifft; *Graf* hat kürzlich wieder darauf hingewiesen), ergeben sich für den praktischen Gerichtsmediziner über diese physiologischen Gesichtspunkte hinaus 2 Fragen, die für die Beurteilung eines Rauschzustandes auf Grund einer Blutalkoholkonzentration wesentlich sind:

1. Sind die aus Alkoholkurven nach Nahrungsaufnahme gewonnenen Werte β und r zur Berechnung von Konzentrationen und von absoluten getrunkenen Alkoholmengen brauchbar? Wenn nicht, kann dann

2. diese Berechnung mit Hilfe der aus Nüchternversuchen gewonnenen Werte β und r auch auf Grundlage einer Blutalkoholkonzentration erfolgen, die durch Alkoholgenuß nach Nahrungsaufnahme entstanden ist?

Jungmichel hat zu diesen Fragen bei seinen Untersuchungen über die Physiologie der Alkoholverbrennung bereits teilweise Stellung genommen. Er stellte fest, daß die geringere Berausung nach einer Mahlzeit darauf beruhe, daß der Wert r erhöht ist, und darauf, daß ein Teil des Alkohols in der Nahrung verschwindet. Die Alkoholumsetzung war in 3 von den 4 Versuchen *Jungmichels* vermehrt, im vierten Falle vermindert. In den ersten 3 Versuchen war die Nahrungsaufnahme nur gering, nämlich 2—3 Brötchen mit Butter, der Calorienwert war 400—725. Im vierten Versuch, in dem ein sehr hohes r und ein extrem niedriges β gefunden worden sind, betrug die Aufnahme 1100 Calorien, nämlich 2—3 Brote mit Butter und Wurst. *Jungmichel* hat daraus den Schluß gezogen, daß der Verlauf der Blutalkoholkurve von dem Caloriengehalt der Nahrung abhängig ist und daß die aus Alkoholkurven nach Nahrungsaufnahme gewonnenen Werte β und r zur Berechnung ungeeignet sind.

Wir haben an 8 Personen Versuche über den Verlauf der Blutalkoholkurve nach Nahrungsaufnahme angestellt. Die Normalwerte für r und β waren uns aus Nüchternversuchen bekannt. Die Alkoholgabe betrug 0,5 oder 0,75 g pro Kilogramm Körpergewicht, sie erfolgte stets etwa 15 Minuten nach Beendigung des Frühstückes. Die entsprechende Menge absoluten Alkohols wurde mit Leitungswasser auf 250 ccm aufgefüllt. Der Caloriengehalt der Nahrung wurde berechnet. Die Blutentnahmen erfolgten mit der Capillare aus dem Ohrläppchen, und zwar in der ersten Stunde alle 15 Minuten, im weiteren Verlaufe des Versuches in Abständen von 30 Minuten. Die Blutproben wurden sogleich nach dem *Widmark*-schen Verfahren verarbeitet, aus den gewonnenen Konzentrationskurven errechneten wir mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate c_0 , r , β , b_{60} und $\frac{b_{60}}{p}$. Auf eine Wiedergabe der erhaltenen Werte konnte verzichtet werden, weil die Versuche ergeben haben, daß die aus Kurven nach Mahlzeit berechneten Zahlen keineswegs mehr die ihnen von *Widmark* und den Nachuntersuchern beigegebene Bedeutung haben.

Der Verlauf der Blutalkoholkurven zeigte große Verschiedenheiten je nach der Menge der aufgenommenen Nahrung. Im ersten Versuch (Abb. 1) waren drei kleine Butterbrote mit Wurst (650 Calorien) verzehrt worden. Es fand sich in der Kurve eine weitgehende Übereinstimmung mit den Ergebnissen von *Jungmichel*, nämlich ein Ansteigen des Wertes für r von 0,68 (Nüchternwert) auf 0,71 und des Wertes für β von 0,0018 (Nüchternwert) auf 0,0026.

Abb. 2 stammt von 2 Versuchen, in denen die Nahrungsaufnahme etwas ausgiebiger gestaltet worden war. Vor allem ist hier zu erkennen, daß durch eine vorhergegangene Mahlzeit der Blutalkoholgehalt ganz wesentlich verändert wird. Erniedrigung für bestimmte Zeitpunkte um fast 200% fanden wir in mehreren Versuchen. Der Wert für β steigt in diesen 2 Versuchen (Abb. 2) nicht an wie bei dem ersten Versuch,

sondern er sinkt im Versuch 2 (Aufnahme von 1100 Calorien) von 0,0025 auf 0,0018, im Versuch 3 (Aufnahme von 1400 Calorien) sogar von 0,0018 auf 0,00066, dementsprechend ist die Verflachung im Verhältnis zur Nüchternkurve bei Versuch 3 auch stärker ausgeprägt. Der Unterschied im Kurvenverlauf bei den zwei

in Abb. 2 dargestellten Versuchen zeigt, daß die Blutalkoholkonzentration im selben Zeitpunkt nach Aufnahme einer gleich großen Alkoholmenge um eine Vielfaches niedriger sein kann, wenn der Alkoholaufnahme eine Mahlzeit vorausgegangen ist. Aus dem Sinken des β könnte man schließen,

daß die Alkoholumsetzung durch eine etwas reichlichere Nahrungsaufnahme vermindert wird, daß also der gegenteilige Erfolg einer geringen Nahrungsaufnahme eintritt. *Jungmichel* hat aus seinen ähnlich ausgefallenen Versuchen diesen Schluß auch gezogen. Er sagt: Zufuhr von wenigen *Calorien* vermehrt die Alkoholumsetzung, reichliche Calorienzufuhr vermindert sie.

Wir sind auf Grund weiterer Versuche zu einem etwas anderen Ergebnis gekommen: in den beiden Kurven der Abb. 2 zeigt der Blutalkoholgehalt durch längere Zeit die Tendenz, sich auf derselben Höhe zu halten. Diese Erscheinung wird als *Gréhantsches Plateau* bezeichnet. Sie beruht darauf, daß durch die Aufnahme großer Nahrungsmengen die Resorption des Alkohols aus dem Darm verzögert wird. Diffusion aus dem Blut in das Gewebe und Nachströmen aus dem Darm in das

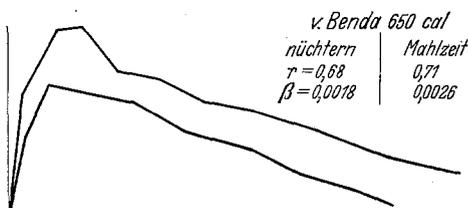


Abb. 1.

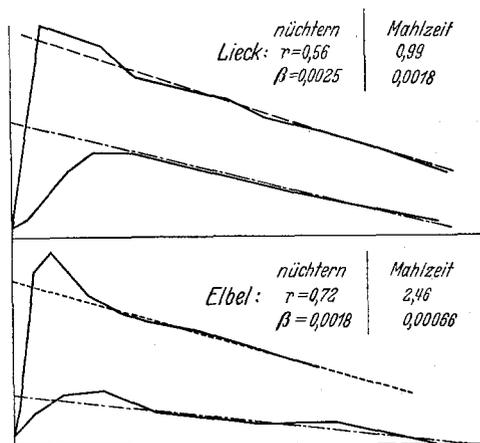


Abb. 2.

Blut halten sich annähernd das Gleichgewicht. Berechnet man sich daher z. B. aus einer der beiden unteren Kurven das β , so kommt man zu einem Wert, der in keiner Weise mehr das Maß der Alkoholverbrennungsfähigkeit des Gewebes ist. Aus dem Blute strömt zwar ebensoviel Alkohol ab, als im Gewebe verbrannt wird, aber der Verlust im Blute wird dauernd durch Nachresorption ergänzt. Ähnlich wie mit der Berechnung von β verhält es sich mit der von r , denn auch diese darf nur auf Grund derjenigen Blutalkoholwerte vorgenommen werden, die nach Abschluß der Resorption gewonnen sind. Da sich jedoch nach einer Mahlzeit die resorptive Phase um mehrere Stunden verlängert, sind Berechnungen aus Kurven nach Mahlzeit praktisch während deren ganzen Verlaufes undurchführbar.

Die Hauptursache für den veränderten Verlauf der Alkoholkurve nach Nahrungsaufnahme ist demnach eine Verzögerung der Resorption. Es liegt nahe, anzunehmen, daß für diese Resorptionsverzögerung weniger der Caloriengehalt der aufgenommenen Nahrung maßgebend ist, sondern auch deren absolute Menge und die durch die Art der Nahrung geschaffenen Verhältnisse im Verdauungsorgan.

Daß solche lokale Einflüsse — vorläufig unbekannter Art — auftreten, wurde uns ganz besonders in einem der Nüchternversuche wahrscheinlich. Die Versuchsperson erbrach sich hier in einem Zeitpunkte, in dem die Resorption schon als abgeschlossen erwartet werden durfte, also zur Zeit des steil abfallenden Teiles der Kurve. Es zeigte sich sofort nach dem Erbrechen ein neuerliches Ansteigen des Blutalkoholgehaltes, im Darm war also noch Alkohol vorhanden gewesen, der durch den Einfluß des Brechaktes — vielleicht auf nervösem Wege oder durch Gefäßirritation — nun zur raschen Resorption gelangt ist.

Über derartige Einflüsse suchten wir uns durch Versuche zu orientieren, in denen wir die aufgenommene Nahrung nach Menge und Verdaulichkeit veränderten. Einer dieser Versuche ist in Abb. 3 dargestellt. Die oberste Kurve entstammt hier dem Nüchternversuch. Beim Versuch 2 wurden 700 Calorien in Form von zwei kleinen Brötchen mit Wurst und einem halben Liter Milch eingenommen. Das Gewicht der Mahlzeit betrug nur 80 g. Es zeigte sich eine nur recht geringe Resorptionsverzögerung (Plateau in der zweiten Kurve auf Abb. 3), nach etwa $3\frac{1}{2}$ Stunden ist die Resorption abgeschlossen, der Verlauf der Kurve wird annähernd linear. Das aus den allerletzten Punkten dieser Kurve errechnete β entspricht dem Nüchternwert. Im nächsten Versuch (Abb. 3, dritte Kurve) wurde dieselbe Calorienmenge (700) in Form von Spargel gegessen, das Gewicht der Mahlzeit hat 1400 g betragen. Hier kommt die Resorption infolge der überaus großen Nahrungsmenge auch nach 5 Stunden noch nicht zum Abschluß. Schließlich aß die Person im vierten Versuch (Abb. 3, unterste Kurve) so viele

mit fetter Wurst und mit Leberkäse belegte Brote, als sie nur irgend unterbringen konnte. Die Mahlzeit hatte 1400 Calorien und wog etwa 450 g. Die Resorption des Alkohols ist bei dieser Beanspruchung des Verdauungsvorganges durch eine relativ große Menge schwer verdaulicher Nahrung äußerst gering. Es erfolgt auch nicht, wie beim zweiten und dritten Versuch, eine Nachresorption erheblichen Grades, sondern der größere Teil des aufgenommenen Alkohols tritt aus dem Darm überhaupt nicht in den Organismus ein, er entzieht sich der Bestimmung im Blute.

Die Einteilung des Nahrungseinflusses in zwei verschiedene Faktoren (*Widmark*), nämlich Verschwinden von Alkohol in der Nahrung und Resorptionsverzögerung, ist nach dem Ergebnis unserer Versuche also berechtigt, man darf jedoch wohl annehmen, daß das Verschwinden in der Nahrung weitgehend von der Resorptionsverzögerung abhängig ist. Diese ist zumindest der weitaus maßgebendere der 2 Faktoren.

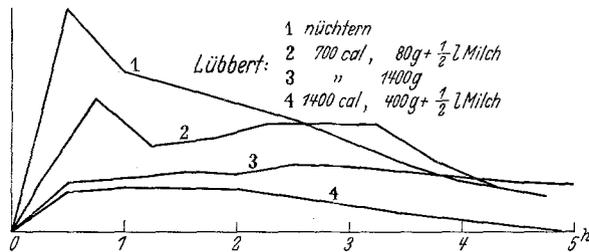


Abb. 3.

Versuch 2 und 3 (Abb. 3) beweisen, daß das Verschwinden von Alkohol und die Resorptionsverzögerung weniger mit dem Caloriengehalt als vielmehr mit der Menge der aufgenommenen Nahrung gleichlaufen. Aus Versuch 3 (Abb. 3) ergibt sich, daß die beiden Effekte nicht an die Aufnahme von Eiweiß gebunden sind, denn es ist hier nach Einnahme einer reinen Kohlehydratnahrung sowohl eine bedeutende Resorptionsverzögerung als auch ein großes Alkoholdefizit aufgetreten.

Zu dem gleichen Ergebnis ist schon *Tuovinen* gekommen, nur legte er ihm eine andere Bedeutung bei: Die Versuchspersonen hatten entweder 610 g Rindfleisch oder 1100 g Kartoffeln oder 136 g Butter erhalten. Jede der Mahlzeiten hat annähernd 1000 Calorien. Die Wirkung war ganz außerordentlich verschieden, bei den Kartoffeln am stärksten, bei der Butter sehr gering. *Tuovinen* hat daraus gefolgert, daß Fette im Verhältnis zu Kohlehydraten und Eiweiß wenig wirksam sind. Es ist jedoch mit Rücksicht auf die hier beschriebenen Versuche anzunehmen, daß der unterschiedliche Einfluß darauf beruht hat, daß die Nahrungsmenge so verschieden war, nämlich bei der Kohlehydratmahlzeit 1100 g und bei der Fettmahlzeit nur 136 g. Dementsprechend hatten auch 50 g Olivenöl fast gar keine Wirkung.

Schlussfolgerungen.

1. Nach einer Nahrungsaufnahme ist die Blutalkoholkonzentration wesentlich niedriger als nach Genuß einer gleich großen Alkoholmenge auf nüchternen Magen. Diese Wirkung beruht im wesentlichen auf einer Verzögerung der Resorption. Die Resorptionsverzögerung ist von der Menge und vielleicht von der Verdaulichkeit der Mahlzeit abhängig. Hinter der Nahrungsmenge tritt die Zusammensetzung der Nahrung aus Eiweiß, Kohlehydraten oder Fett und damit der relative Calorienreichtum an Bedeutung zurück.

2. Von einer bestimmten Blutalkoholkonzentration ausgehende Berechnungen mit Hilfe von r und β führen zu Fehlergebnissen, wenn dem Alkoholgenuß Nahrungsaufnahme vorausgegangen ist.

Aus Blutalkoholkonzentrationskurven von Versuchen mit vorhergehender Nahrungsaufnahme können die Werte β und r nicht berechnet werden.

Literaturverzeichnis.

Graf, Ärztl. Sachverst.ztg **41**, Nr 19 (1935). — *Gréhant*, C. r. Soc. Biol. Paris **1903**, 1264. — *Jungmichel*, Alkoholbestimmung im Blut. Berlin: Carl Heymanns Verlag 1933 — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **22**, 153 (1933). — *Kriebs*, Nachweis von Alkohol im Blut nach Widmark und seine Bedeutung für die gerichtliche Beurteilung von Verkehrsunfällen. Veröffentlichungen zur Alkoholfrage. Nr 7. Berlin: Verlag „Auf der Wacht“. — *Mellanby*, zit. nach *Widmark*, Biochem. Z. **270**, 297 (1934). — *Southgate*, Biochemic. J. **19**, 737 (1925). — *Tuovinen*, Skand. Arch. Physiol. (Berl. u. Lpz.) **60**, 1 (1930). — *Völtz*, *Baudrexel* u. *Dietrich*, Arch. f. Physiol. **145**, 210 (1912). — *Widmark*, Biochem. Z. **265**, 237 (1933); **267**, 135 (1933); **270**, 297 (1934) — Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin: Urban & Schwarzenberg 1932.

Über die Veränderlichkeit des Alkoholgehaltes von Leichenblut und nicht steril aufbewahrten Blutproben.

Von

Dr. Kurt Wagner,

Assistent am Institut für Gerichtliche und Soziale Medizin der Universität Berlin
(Direktor: Prof. *Müller-Hefß*).

Wie aus verschiedenen Veröffentlichungen der letzten Zeit zu entnehmen ist, hat das *Widmarksche* Verfahren zur Bestimmung von Alkohol im Blute bereits weitgehend Verwendung gefunden und kann mit Recht heute als die Methode der Wahl bezeichnet werden. Es sind hierbei nicht allein technische Vorteile, wie geringe Blutmenge, Exaktheit und Schnelligkeit in der Ausführung, die diese Methode von