

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt a. M.
(Direktor: Prof. Dr. F. WIETHOLD)

Untersuchungen über die Beeinflußbarkeit der Alkoholresorption durch psychische Faktoren*

Von

O. GRÜNER

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 19. März 1956)

Bei Alkoholversuchen beobachteten wir des öfteren, daß die Resorption verlangsamt vonstatten ging und bisweilen regelrechte Plateaubildung im Verlaufe der Blutalkoholkurve (BAK) auftrat, wenn die Versuchsperson (VP) den Alkohol mit Widerwillen trank und sich bei ihr Brechreiz, Übelkeit oder Würgereiz einstellten. Als Beispiel für zahlreiche derartige Beobachtungen mögen die Kurven der Abb. 1 dienen, die von der gleichen VP an verschiedenen Tagen gewonnen wurden. Zu dem ersten Versuch (BAK I) kam VP hochgradig indisponiert, abgespannt und übermüdet. Sie trank mit Widerwillen, klagte über beständigen Würgereiz und mußte schließlich mehrmals erbrechen. Bei dem Wiederholungsversuch (BAK II) bestand keine Inappetenz, und der Alkohol wurde gut vertragen. Die Alkoholmenge war bei beiden Versuchen die gleiche.

Bei Durchsicht der Literatur stellten wir fest, daß GRAF und FLAKE die gleiche Beobachtung bei einigen Selbstversuchen gemacht haben. In ihrem Versuchsprotokoll war zu den Zeiten, zu denen die BAK ein GRÉHANTSches Plateau aufwies, „Würgen“, „leichtes Erbrechen“ und „lang anhaltende Alkoholwirkung“ vermerkt. Als Ursache nehmen sie Resorptionsstockung an, die wahrscheinlich durch Reizung der Magen- und Dünndarmschleimhaut, vielleicht aber auch zentral bedingt, zustande käme.

Es schien uns lohnenswert, der Frage nach der Ursache des Plateaus nachzugehen und festzustellen, ob zentrale Einflüsse die Alkoholresorption beeinflussen können. Insbesondere ging es uns zunächst darum zu

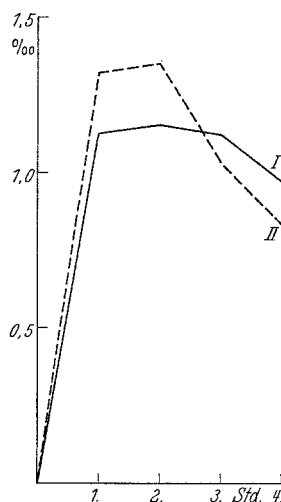


Abb. 1

* Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin Juli 1955 in Düsseldorf.

erfahren, ob Widerwillen gegen das Getränk die BAK zu verändern in der Lage sei. Die Schwierigkeit bestand darin, bei den VPn einmal Appetit, einmal Widerwillen beim Trinken des *gleichen* alkoholischen Getränkes zu erzielen, um auszuschließen, daß das jeweils gegebene Getränk selbst oder die Form seiner Darreichung Ursache etwa beobachteter Veränderungen der BAK seien. Damit schied von vornherein die Möglichkeit aus, Widerwillen z. B. durch ekelere-

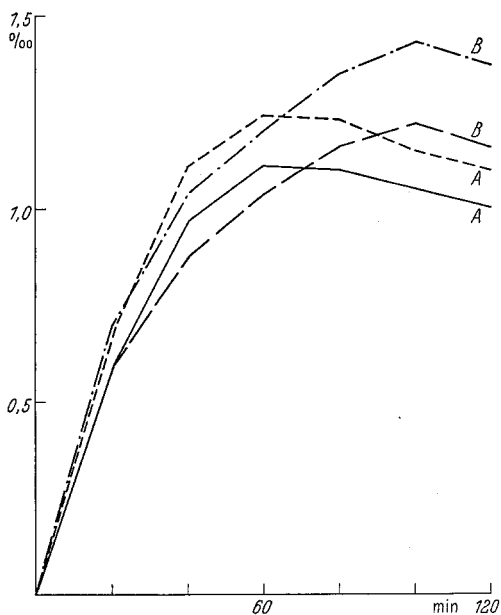


Abb. 2. Kurvenpaar A: Alkohol mit Appetit getrunken. — = Vollblut; - - - - = Serum. Kurvenpaar B: Alkohol mit Widerwillen getrunken. — = Vollblut; - - - - = Serum

regende Geschmackszusätze zu erzielen. Nachdem wir bei früheren Versuchen beobachtet hatten, daß reine Alkohol-Wasserlösungen im allgemeinen nur ungern, ja häufig unter großer Überwindung, und nur eisgekühlt mit Appetit getrunken worden waren, gaben wir zusammen mit BRANDS und VATER denselben VPn die gleichen Alkohol-Wasserlösungen in Doppelversuchen einmal gut gekühlt, einmal auf etwa 18—20° C erwärmt zu trinken. Es wurde genau notiert, ob die erwartete Einstellung zum Getränk (Appetit—Widerwillen) tatsächlich vorhanden war, was praktisch bei allen Versuchen zutraf.

Versuchsordnung: Mit 5 VPn wurden 10 Einzelversuche durchgeführt. Die VPn waren Männer im Alter von 21—27 Jahren (Durchschnittsalter 24 Jahre). Eine Auswahl hinsichtlich Alkoholgewöhnung, Konstitution, Körpergewicht, Beruf usw. wurde nicht getroffen. Die Alkohol-Wasserlösung enthielt 1 g Alkohol je Kilogramm Körpergewicht und die doppelte Gewichtsmenge Wassers. Das Getränk wurde auf leeren Magen gegeben. Die Trinkzeit betrug stets 20 min. Unmittelbar nach Beendigung des Trinkens wurde die erste Blutentnahme durchgeführt. Weitere Entnahmen folgten im Abstand von 20 min. Insgesamt wurden — abgesehen von der „Nüchternentnahme“ — 6 Blutproben entnommen. Die Alkoholbestimmung wurde jeweils im Vollblut und im Serum nach der vom Verfasser modifizierten Widmark-Methode durchgeführt. In der ersten Versuchsreihe (A) wurde das Getränk eisgekühlt gereicht, in der zweiten Versuchsreihe betrug die Temperatur der Alkohol-Wasserlösungen etwa 18—20° C (B).

Abb. 2 zeigt die aus den Mittelwerten aller Versuche gewonnenen BAK. Aus ihnen läßt sich ein eindeutiger Unterschied (der — wenn

auch in unterschiedlichem Ausmaß — bei *jedem* Doppelversuch in gleicher Weise vorhanden war) erkennen: Bei Versuchsreihe A (Alkohol mit Appetit getrunken) steigt die BAK schneller zum Maximum als bei Versuchsreihe B (Alkohol mit Widerwillen getrunken), bei der der Gipfel stets später erreicht wird, im Durchschnitt aber höher liegt. Es entstand die Frage, ob die Temperaturdifferenzen des Getränkes selbst den Unterschied der Kurvenverläufe bewirkt hätten. Wir gaben deshalb einer weiteren Reihe von VPn ein alkoholisches Getränk, das auch bei Zimmertemperatur mit Appetit getrunken wurde, nämlich spanischen Rotwein.

Die Versuche wurden genau so durchgeführt wie die beschriebenen der Versuchsreihe I, nur wurde an Stelle der Alkohol-Wasserlösung der Rotwein (wiederum 1 g Alkohol je Kilogramm Körpergewicht enthaltend) einmal eisgekühlt, einmal auf etwa 18—20° C temperiert gegeben. Das Alter der 5 männlichen VPn betrug 20—31 Jahre, das Durchschnittsalter wie bei Versuchsreihe I 24 Jahre.

Das Ergebnis der Versuche war folgendes: Der Verlauf der BAK, Anstieg, Erreichung des Gipfelwertes usw. differierten bei jedem Doppelversuch nur ganz unbedeutend. Nirgends sahen wir nach Genuß des „warmen“ Weines ein so verzögertes Ansteigen der BAK wie bei Versuchsreihe I B. Die Maxima wurden stets nach jeweils gleicher Zeit erreicht. Die Mittelwerte aller VPn (Tabelle 1) differieren in der ersten Stunde (nach 20, 40 und 60 min) praktisch überhaupt nicht, später nur ganz unbedeutend.

Wir glauben uns auf Grund dieser Versuche zu der Annahme berechtigt, daß die Einstellung zum Getränk bzw. beim Trinken einen Einfluß auf die Alkoholresorption ausübt und zentrale Faktoren den Verlauf der BAK beeinflussen können. Schon früher hatten wir bei psychotechnischen Versuchen den Eindruck gewonnen, als ob der Verlauf der BAK etwas größere Schwankungen zeigte, wenn sich die VP sehr stark auf ihre Aufgabe konzentrieren mußte, und in Fällen größter geistiger Anspannung der Alkohol häufig auch etwas schlechter vertragen wurde. Um zu prüfen, ob geistige Arbeit einen Einfluß auf die Resorption ausübt, ließen wir zusammen mit BAUMGARTEN in einer weiteren Versuchsreihe eine Anzahl von VPn die gleichen Alkoholmengen einmal bei geistiger Entspannung, d. h. bei zwangloser Unterhaltung, später während stärkster, mit Hilfe des KRAEPELINSchen Rechentestes bewirkter, Konzentration trinken.

Tabelle 1. *Mittelwerte der Blutalkoholkonzentrationen nach Genuß kalten und warmen Rotweins*

	Entnahmezeit nach Trinkbeginn					
	20 min	40 min	60 min	80 min	100 min	120 min
Rotwein warm ‰	0,50	0,74	0,91	0,95	0,92	0,88
Rotwein kalt ‰	0,50	0,75	0,91	0,92	0,86	0,82

Die Doppelversuche wurden entsprechend denen der Versuchsreihe I und II durchgeführt. Als alkoholisches Getränk diente Weinbrand, der in einer 1 g Alkohol je Kilogramm Körpergewicht enthaltenden Menge gegeben wurde. Die VPn bekamen das Getränk nach einem genauen Plan über $\frac{1}{2}$ Std verteilt gereicht. Die Blutentnahmen wurden nach jeweils 30 min, die letzte davon nach $2\frac{1}{2}$ Std durchgeführt. Die VPn waren Männer im Alter von 22–40 Jahren (Durchschnittsalter 30 Jahre).

Das Ergebnis dieser Doppelversuche war folgendes: Die Blutalkoholkonzentrationen bei Versuchsreihe B (bei geistiger Anspannung) lagen nach 30 min (2. Blutentnahme) fast durchweg tiefer als die Vergleichs-

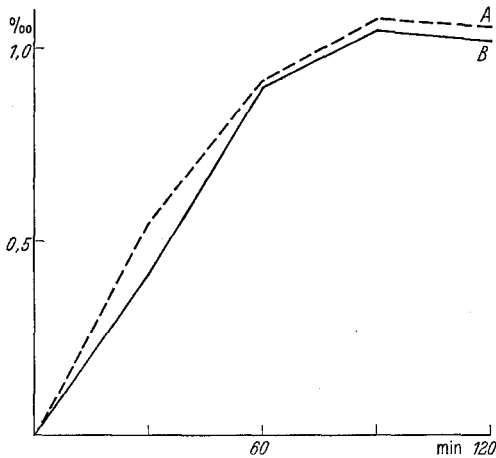


Abb. 3. Kurve A: Alkohol während geistiger Entspannung getrunken; Kurve B: Alkohol während geistiger Anspannung getrunken

werte, denen sie sich später, d. h. nach 1 Std näherten und dann etwa parallel liefen (vgl. Abb. 3). Der Unterschied nach $\frac{1}{2}$ Std ist zwar nicht sehr groß, im Hinblick auf die absolute Übereinstimmung der Mittelwerte bei unseren Rotweinversuchen und der weiteren Kurvenverläufe erscheinen sie aber doch beachtenswert. Wir dachten an die Möglichkeit einer durch psychische Reize eingeleiteten „vegetativen Gesamtumschaltung“ im Sinne HOFFS bzw. einer

Stresswirkung im SELYESchen Sinne, und es erschien uns wissenswert, ob sich durch Gaben adaptiver Hormone eine Beeinflussung der BAK erzielen ließe. Zur Prüfung dieser Frage führten wir die folgende Versuchsreihe durch:

5 VPn (Männer und eine Frau im Alter von 29–61 Jahren — Durchschnittsalter 38 Jahre —) bekamen dieselben Alkoholmengen in der gleichen Zeit unter sonst gleichen Bedingungen (jedoch ohne Rechentest) wie in Versuchsreihe III zu trinken. Bei den Wiederholungsversuchen wurde $\frac{1}{2}$ Std vor dem eigentlichen Versuchsbeginn (Nüchternentnahme) 25 mg Cortison („Hoechst“) gegeben.

Abb. 4 zeigt, daß eine Beeinträchtigung der BAK durch Cortison bei der von uns gewählten Versuchsanordnung nicht möglich war. „Normalwerte“ und „Cortisonwerte“ (Kurve I und II) differieren im Durchschnitt nur unbedeutend.

Es taucht die Frage auf, welche Ursachen für die unterschiedlichen Kurvenverläufe in der Resorptionsphase verantwortlich zu machen sind. Dabei ist zunächst auf folgendes hinzuweisen: Der Anstieg der BAK in der Resorptionsphase ist nicht nur abhängig von der Geschwindigkeit,

mit der Alkohol aus dem Magen-Darmkanal in das Blut einströmt, sondern wesentlich auch noch von der Verteilungsgeschwindigkeit des Alkohols im Körper. Hierauf hat schon WIDMARK aufmerksam gemacht.

Er fand während völliger Muskelruhe bei 2 VPn höhere Blutalkoholwerte als bei Bewegung und meinte, daß dies hauptsächlich auf eine bessere Diffusion, vielleicht allerdings auch auf eine schnellere Resorption bei der Bewegung zurückzuführen sei. Auffälligerweise stiegen die Kurven bei der Bewegung steiler an, und ihr Gipfel lag nicht nur tiefer, sondern wurde auch früher erreicht als bei den Kontrollversuchen.

Man kann sich leicht vorstellen, daß der Anstieg der BAK um so steiler ist, je mehr Alkohol in der Zeiteinheit resorbiert wird, und je langsamer andererseits die Diffusion vonstatten geht — und umgekehrt: um so flacher, je langsamer Alkohol aus dem Verdauungskanal in das Blut einströmt, und je weniger Zeit die Verteilung des Alkohols im Körper benötigt. Auf keinen Fall darf man aus dem Anstieg der BAK ohne weiteres auf die Geschwindigkeit der Alkohol-Resorption schließen, wie dies häufig getan wird. MELLANBY hat bereits darauf hingewiesen, daß dann, wenn der Einstrom des Alkohols in das Blut *sehr schnell* vonstatten geht, die Diffusion gelegentlich nicht Schritt halten könne: Es kommt zu einem außerordentlich steilen Anstieg der BAK und danach zu dem bekannten Diffusionssturz. Das gleiche kann theoretisch auch dann eintreten, wenn der Alkohol zwar in *normaler Geschwindigkeit* resorbiert wird, aber zunächst die Diffusion erschwert ist. Umgekehrt wird eine sehr schnelle Diffusion die Kurve flacher als gewöhnlich verlaufen lassen, und es ist denkbar, daß bei gleichzeitiger Resorptionsstockung oder -verlangsamung sich zeitweilig ein Plateau ausbilden kann (wobei selbstverständlich stets eine unveränderte Verbrennungs- und Ausscheidungsgeschwindigkeit angenommen wird). Die vielen zum Teil widerspruchsvollen Angaben über die Resorptionsgeschwindigkeit des Alkohols unter verschiedenen Bedingungen erklären sich unseres Erachtens zum großen Teil dadurch, daß die Verteilungsgeschwindigkeit des Alkohols im Körper nicht oder nicht genügend berücksichtigt wurde. NICLOUX hat bereits darauf hingewiesen, daß die Diffusionsgeschwindigkeit um so größer werde, je mehr Kontaktflächen zwischen Capillarwand und Zelle vorhanden, d. h. je reicher vascularisiert die Gewebe seien (s. auch WIDMARK). Unseres Erachtens hängt sie auch weitgehend mit dem Wasserhaushalt des Körpers zusammen, der seinerseits natürlich enge Beziehungen zum Blutkreislauf, zur Vascularisation der Gewebe usw. hat. Zu dieser Überzeugung sind wir gekommen, nachdem wir bei

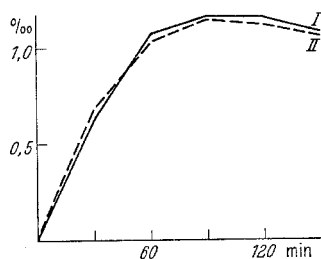


Abb. 4. BAK I: Nach Cortisongaben. BAK II: ohne Cortisongaben

fast allen unseren Alkoholversuchen gleichzeitig Hämoglobin-, Hämatokritwerte und Serumdichte, zum Teil auch den Blut- und Serum-Wassergehalt direkt, bestimmt haben, um einen Einblick in die Wasserverschiebungen des Körpers zu gewinnen. Auf Einzelheiten dieser Untersuchungen wird an anderer Stelle eingegangen werden. Es sei hier nur erwähnt, daß unserer Meinung nach Veränderungen des Wassergehalts andere Bedingungen für die Verteilung des Alkohols im Körper schaffen, die auch bei der Diffusion berücksichtigt werden müssen.

Als Beispiel hierfür kann die Feststellung MELLANBYs dienen, daß die „Resorption“ des Alkohols bei Hunden, die vor dem Versuch gedurstet hatten, langsamer als erwartet vonstatten ging, während eine vor dem Alkoholtrunk gereichte Wassergabe ein „Stimulans für die Resorption“ darstellte und jetzt die BAK steil emporstieg (wobei sich sogar eine für Diffusionssturz charakteristische Kuppe ausbildete). MELLANBY meinte, das Wasser habe normalerweise in der Intestinalschleimhaut vorhandene, die Resorption hindernde Substanzen weggespült, wodurch die Resorption verbessert worden sei. Auffälligerweise hatte aber vorherige Milchgabe den entgegengesetzten Effekt. Unseres Erachtens ist die Ursache für den langsameren Anstieg der BAK bei Dursthunden vor allem in einer außergewöhnlich schnellen Diffusion zu suchen. ENGELS hat auf die Bedeutung der Gewebe, insbesondere der Muskulatur und Haut, als Wasserdepots hingewiesen. Seine Feststellungen stehen im Einklang mit den Untersuchungsergebnissen von FALCK und SCHEFFER sowie von NOTHWANG und STRAUB. STRAUB beobachtete bei Dursthunden einen Wasserverlust der Muskulatur von 20%, während das Blut nur einen solchen von 2,45% aufwies. Es ist leicht vorstellbar, daß es in einem Organismus, dessen Gewebe an Wasser verarmt sind, infolge deren Wasseravidität zu einem schnelleren Abströmen zugeführter Flüssigkeit kommt als in einem Organismus, dessen Wasserbilanz ausgeglichen ist. Daß damit auch die Alkoholdiffusion schneller vonstatten geht, wenn die zugeführte Flüssigkeit Alkohol enthält und als dessen Vehikel dient, ist nach den Untersuchungen von NICLOUX, NICLOUX und GOSSELIN sowie LINDENBERG u. a. ohne weiteres anzunehmen. — So wäre es erklärlich, daß der Anstieg der BAK bei Dursthunden nicht, wie MELLANBY zunächst erwartet hatte, steil, sondern infolge schneller Diffusion verhältnismäßig flach war, und daß vorherige Gaben nicht unbeträchtlicher Wassermengen die Diffusion verzögerten, d. h. die BAK steiler ansteigen ließ, weil hierdurch schon eine gewisse Abschwächung des Gewebs-„Durstes“ eingetreten gewesen sein dürfte. Daß Milch anders wirkte, ist unseres Erachtens auf eine direkte Resorptionsverzögerung zurückzuführen (s. unten).

Diesem Beispiel ließen sich noch weitere anfügen, aus denen die Bedeutung der Diffusion für den Verlauf der BAK hervorgeht. Im Rahmen dieser Arbeit mag jedoch dies ein Beispiel genügen. Die meisten Untersuchungen über die Veränderlichkeit der BAK in der Resorptionsphase zielen auf die Unterschiede der eigentlichen Resorption unter verschiedenen Bedingungen ab. Auch hier lassen sich einzelne Faktoren feststellen, die den Übertritt des Alkohols in das Blut beschleunigen oder verlangsamen können. Die Schwierigkeit bei der Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse liegt aber darin, daß nicht in jedem Falle gleiche Voraussetzungen hinsichtlich der Diffusion angenommen werden können. Untersuchungen über die Frage einer eventuellen Beeinflussbarkeit der

Geschwindigkeit, mit der Alkohol in das Blut übertritt, haben im wesentlichen folgende verschiedenen Gesichtspunkte zu berücksichtigen: 1. Bedeutung des Ortes der Alkoholresorption, 2. Bedeutung der Magen-Darmmotilität, 3. Beeinflußbarkeit der eigentlichen „Resorption“ an einem bestimmten Ort (Mundhöhle, Magen, Duodenum usw.) durch verschiedene Faktoren (Konzentration und Beschaffenheit der Getränke bzw. Alkoholkonzentrationsdifferenz zwischen Blut und Intestinalinhalt, Durchblutungsgröße usw.), 4. Bedeutung einer eventuell eintretenden „Verdünnungssekretion“ (vgl. auch MANZ).

Nach den Untersuchungen von KAUTZSCH u. a. wird Alkohol in hohem Grade und in kurzer Zeit im Magen resorbiert. Auch NEMSER fand eine bedeutende Resorption im Magen, er wies aber darauf hin, daß die geringere Resorption im Duodenum nicht durch schlechtere Resorptionsverhältnisse, sondern durch die kleinere resorbierende Fläche zu erklären sei. Damit im Einklang stehen die Angaben von SCHWARZ, WALLACE u. a., während nach HANZLIK und COLLINS im Dünndarm praktisch ebensoviel wie im Magen, nach HIMWICH normalerweise die Hauptmenge resorbiert wird. MUEHLBERGER wies darauf hin, daß Personen nach Magenresektion gelegentlich angäben, schneller als vor der Operation die Alkoholwirkung zu verspüren, was durch die schnellere Resorption im Duodenum erklärt werden könne (vgl. hierzu GOETZE). In sehr eingehenden Untersuchungen haben sich HAGGARD, GREENBERG und LOLLI mit den Resorptionsverhältnissen beschäftigt und Untersuchungen über die Bedeutung der Konzentration der Getränke, des Resorptionsortes, des Einflusses von Nahrungsmitteln usw. angestellt, wobei sie nicht nur den Blutalkohol bestimmten, sondern auch die in den einzelnen Abschnitten des Verdauungstraktes verbliebenen Alkohollösungen auf ihre Konzentration untersuchten. Sie stellten fest, daß Alkohol im Magen kurze Zeit nach dem Trinken schnell, dann immer langsamer resorbiert wird, bis schließlich überhaupt keine Resorption mehr stattfindet. Dagegen verlaufe die Resorption im Darm schnell und vollständig. Sie schließen aus ihren Ergebnissen, daß normalerweise nach anfänglich schneller Resorption im Magen der Alkohol im Darm resorbiert werde, und weisen in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Magenmotorik und des Pylorusspiels hin. Sie fanden gelegentlich eine weitgehende Sistierung der Resorption, wenn bei dem Versuchstier ein Pylorospasmus aufgetreten war.

Diese Feststellungen scheinen uns von großer Wichtigkeit zu sein und nicht nur viele widersprechende Angaben über die Resorption zu erklären, sondern auch durch zahlreiche andere Untersuchungsergebnisse gestützt zu werden. Sie rücken die Magenfunktion in den Mittelpunkt der Betrachtungen, und es ist verständlich, daß die Einflüsse, die die Magenmotorik verändern können, unter Umständen auch die Resorption des Alkohols zu beeinflussen in der Lage sind. HAGGARD, GREENBERG und LOLLI wiesen selbst darauf hin, daß durch große Alkoholmengen oder hohe Konzentrationen gelegentlich ein Pylorospasmus mit der beschriebenen Folge (Resorptionsverlangsamung bis zum Stillstand) ausgelöst würde. Möglicherweise sind auf vorübergehende Sistierung der Pylorustätigkeit bzw. Veränderungen der Magenmotilität auch die unterschiedlichen Ergebnisse beim Studium der Resorption verschieden

konzentrierter alkoholischer Getränke zurückzuführen. Während nach HIMWICH Alkohol allgemein die Motilität mindert, führen nach HENNING u. a. 5%ige alkoholische Getränke, nach KAST (s. bei WALLACE) solche bis zu 10% eine Beschleunigung herbei. FRANZEN stellte fest, daß Alkohol in einer Konzentration von 5—7% — bezogen auf den gesamten Mageninhalt — den Entleerungsmechanismus des Magens hemme, während geringere Konzentrationen wirkungslos seien oder bis zu einem gewissen Grade die Entleerung förderten. Dagegen fand HANEBORG weder einen beschleunigenden noch einen hemmenden Effekt auf die motorischen Funktionen des Magens, er hielt aber eine indirekte Beeinflussung — bei gleichzeitiger Nahrungsaufnahme — für denkbar.

An die Möglichkeit einer Beeinflussung der Evakuierung des Alkohols im Magen muß man besonders dort denken, wo gleichzeitig mit dem Alkohol — oder auch vorher — besondere auf die Magenfunktion wirkende Substanzen gegeben werden. Dies trifft nicht nur allgemein dort zu, wo mit dem Alkohol Speisen genossen werden, sondern tritt bei einzelnen Substanzen besonders deutlich in Erscheinung. So finden wir nach HAGGARD, GREENBERG und LOLLI, TUOVINEN, RAUSCHKE u. a. bei Olivenölgaben eine Veränderung der Resorptionsgeschwindigkeit.

HAGGARD, GREENBERG und LOLLI nehmen in erster Linie eine den Durchtritt des Alkohols durch die Magenwand begünstigende Wirkung als Ursache des steilen Anstiegs der BAK an, während RAUSCHKE auch an die Möglichkeit einer durch Klaffen des Pylorus bewirkten schnelleren Passage in das Duodenum denkt. Interessanterweise fand TUOVINEN eine von 50 g Olivenöl ausgehende (geringe) *senkende* Wirkung auf die BAK. Er bemerkte aber, daß das Öl den VPn *sehr zuwider* war (S. 19). Dies könnte unseres Erachtens bei Berücksichtigung unserer Versuchsergebnisse am ehesten als eine indirekte Bestätigung der RAUSCHKESchen Ansicht angesehen werden.

Auch Milchgaben haben einen deutlichen Einfluß auf den Verlauf der BAK in der Resorptionsphase (HAGGARD, GREENBERG und LOLLI, MELLANBY). MELLANBY bezeichnet Milch als das wirkungsvollste Nahrungsmittel, um die Alkoholresorption zu vermindern. Wir vermuten, daß auch Milch die Evakuierung des Alkohols im Magen verzögert. Nach PAWLOW ist die Magenarbeit nach Milchgenuß zwar kleiner als bei der Verdauung einer calorisch gleichwertigen Fleischmenge, aber größer als bei calorisch gleicher Brotmenge (vgl. RÖSCH). KRZYWANIEK fand eine deutliche Verlangsamung der Magenentleerung, wenn er Kontrastmittel mit Milch statt mit Wasser gab.

In einer Verzögerung der Evakuierung bzw. einem vorübergehenden Pylorusverschluß sehen wir auch eine wesentliche Ursache für den verzögerten Anstieg der BAK bei unseren Versuchen über den Einfluß der Appetenz auf die BAK. Es ist bekannt, daß es bei Nauseaerscheinungen zu einem Pylorusverschluß kommt (KLEE, CATEL u. a.), der für längere Zeit den Übertritt des betreffenden Nahrungs- oder Genußmittels (bzw.

auch Giftes) in den Darm verhindert und von einer Sistierung der peristaltischen Wellen sowie einer Erschlaffung des Fundusteils begleitet sein kann (HESSE). HATCHER und WEISS erblicken hierin einen speziellen Giftschutzmechanismus des Organismus, und auch HAGGARD, GREENBERG und LOLLI sprechen von einer durch den Verschluß bewirkten „protectiv function“, die den Zweck habe, die toxischen Alkoholkwirkungen zu begrenzen. Sie weisen besonders darauf hin, daß der Pylorospasmus von Erbrechen gefolgt sein könne.

Wir nehmen an, daß auch bei unseren Versuchen der beobachtete, zum Teil hochgradige Widerwillen gegen das Getränk mit entsprechenden nauseaähnlichen Erscheinungen (Versuchsreihe I) zu einer Beeinflussung der Magenmotilität geführt hat bzw. von ihr begleitet war, wie wir dies nach den mitgeteilten Beobachtungen von HAGGARD u. a. unterstellen dürfen, wenn ausgesprochene Übelkeit, Brechreiz oder Erbrechen beim Trinken auftreten. Allerdings ist auch noch folgendes in Betracht zu ziehen: Durch PAWLOW kennt man die psychische Beeinflußbarkeit der Magensekretion. Der „Appetitsaft“ ist ebenso bekannt wie das Ausbleiben der Sekretion bei entsprechenden psychischen Voraussetzungen. Es wäre daher denkbar, daß bei unseren Versuchen durch verschieden starke Sekretion eine unterschiedliche Verdünnung der Alkohollösungen im Magen eingetreten ist, und zwar so, daß der mit Appetit getrunkene Alkohol bald weniger konzentriert war als der mit Widerwillen aufgenommene. Entgegen den Feststellungen von BERGGREN und GOLDBERG, MELLANBY, MILES u. a. wäre dadurch nach den Untersuchungsergebnissen von HAGGARD, GREENBERG und LOLLI, TUOVINEN, KAUTZSCH u. a. eine schnellere Resorption zu erwarten. Andererseits müßte auch an eine jetzt mittelbar eintretende Beeinflussung der Magenmotilität (vgl. auch KLEE, ORTNER u. a.) gedacht werden (s. oben). — Der steilere Anstieg der BAK gegen Ende des Versuches könnte darauf zurückgeführt werden, daß jetzt der Alkohol (nach Lösung des Spasmus) in größerer Menge aus dem Duodenum in die Blutbahn einströmte.

Ob die bei Versuchsreihe II unter geistiger Anstrengung beobachtete vorübergehende Senkung der BAK durch verlangsamte Resorption im eigentlichen Sinne oder auch durch Motilitätsänderungen des Magens eingetreten ist, vermögen wir nicht zu entscheiden. Möglicherweise haben beide Faktoren — und eventuell noch andere — eine Rolle gespielt. Es ist daran zu denken, daß nach BERGGREN und GOLDBERG bei der Resorption unter anderem die Blutzirkulation in der Magenmucosa die Resorptionsquote beeinflußt und bei unseren Versuchen möglicherweise die Blutversorgung des Magens infolge nutritiver, vom Gehirn ausgehender Reize verhältnismäßig gering war. Daneben könnte auch durch psychische Beeinflussung die Magenmotilität herabgesetzt worden sein (vgl. CATEL).

Praktisch wichtig erscheinen uns die bei unseren Resorptionsversuchen festgestellten Differenzen der BAK zu den verschiedenen Versuchszeiten (Tabelle 2; vgl. auch die Feststellungen RAUSCHKES). Aus ihnen geht hervor, daß nach Genuß von Rotwein — unabhängig von der Temperatur des Getränks — bei der von uns gegebenen Menge (etwa 500—850 cm³) nach 20 min etwa 50—55 %, nach 40 min etwa 80 % und nach 60 min zwischen 95 und 98 % des BAK-Gipfelwertes erreicht waren, wobei der höchste Anstiegswert innerhalb 20 min 0,58‰ erreicht

Tabelle 2

I. Rotwein (warm)

20 min nach Trinkbeginn (II. Entnahme = 0,50‰) sind 52,7 % des Gipfels erreicht
 40 min nach Trinkbeginn (III. Entnahme = 0,74‰) sind 77,9 % des Gipfels erreicht
 60 min nach Trinkbeginn (IV. Entnahme = 0,91‰) sind 95,8 % des Gipfels erreicht

Der Gipfel lag bei der V. Entnahme = 0,95‰

II. Rotwein (kalt)

20 min nach Trinkbeginn (II. Entnahme = 0,50‰) sind 54,4 % des Gipfels erreicht
 40 min nach Trinkbeginn (III. Entnahme = 0,75‰) sind 81,6 % des Gipfels erreicht
 60 min nach Trinkbeginn (IV. Entnahme = 0,91‰) sind 98,9 % des Gipfels erreicht

Der Gipfel lag auch hier bei der V. Entnahme = 0,92‰

III. Alkohol + Wasser (gutschmeckend)

20 min nach Trinkbeginn (II. Entnahme = 0,58‰) sind 52,2 % des Gipfels erreicht
 40 min nach Trinkbeginn (III. Entnahme = 0,97‰) sind 87,3 % des Gipfels erreicht

Der Gipfel lag bei der IV. Entnahme = 1,11‰

IV. Alkohol + Wasser (schlechtsschmeckend)

20 min nach Trinkbeginn (II. Entnahme = 0,59‰) sind 48,3 % des Gipfels erreicht
 40 min nach Trinkbeginn (III. Entnahme = 0,88‰) sind 72,0 % des Gipfels erreicht
 60 min nach Trinkbeginn (IV. Entnahme = 1,04‰) sind 85,2 % des Gipfels erreicht
 80 min nach Trinkbeginn (V. Entnahme = 1,16‰) sind 95,1 % des Gipfels erreicht

Der Gipfel lag hier bei der VI. Entnahme = 1,22‰

(bei einem Durchschnitt von etwa 0,50‰) betrug. Demgegenüber konnte bei den gutschmeckenden Alkohol-Wasserlösungen (kleinere Flüssigkeitsmengen, höhere Alkoholkonzentration) ein noch schnellerer Anstieg bis zu einem Höchstwert von 0,92‰ innerhalb von 20 min (bei einer mittleren Konzentration von 0,58‰) beobachtet werden.

Hervorgehoben zu werden verdient noch, daß bei unseren Versuchen der Versuchsreihe I im Durchschnitt bei Pyknikern ein steilerer Anstieg der BAK als bei Asthenikern und Athletikern festzustellen war, daß aber die — bei Pyknikern höheren — Gipfelwerte nach der gleichen Zeit (bei dem von uns gewählten Entnahmezweischenraum) erreicht wurden.

Zusammenfassung

1. Nach den mitgeteilten Versuchen kann eine Beeinflussung der Alkoholresorptionskurve durch psychische Faktoren angenommen werden.

2. Widerwillen beim Trinken verlangsamte — bei der von uns gewählten Versuchsanordnung — den Anstieg der BAK. Der Gipfelwert wurde später als bei den Kontrollversuchen (bei denen dieselben Alkoholmengen mit Appetit getrunken worden waren) erreicht, lag aber höher als bei diesen.

3. Starke (mit Hilfe des KRAEPELINSchen Rechentestes bewirkte) geistige Anspannung ließ ebenfalls eine — wenn auch geringe und nur vorübergehende — senkende Wirkung auf die BAK erkennen.

4. Temperaturunterschiede des Getränkes (0—18° C) ergaben bei Rotweingenuß keine Unterschiede im Verlauf der BAK.

5. Bei der Beurteilung von Unterschieden der BAK in der Resorptionsphase muß neben verschieden schnellem Einstrom von Alkohol in die Blutbahn besonders an Veränderungen der Alkoholdiffusion gedacht werden. Diese ist unseres Erachtens weitgehend abhängig von dem Wasserhaushalt des Organismus. Der Alkoholeinstrom in das Blut wird seinerseits von zahlreichen Faktoren beeinflußt, von denen der Magenmotilität (Tonus, Peristaltik, Pylorusspiel u. a.) offenbar eine besondere Bedeutung beizumessen ist.

6. Vergleiche der Anstiegsgeschwindigkeit der BAK zeigten, daß 20 min nach Trinkbeginn etwa 50—55—60 % des Gipfelwertes erreicht wurden und in einem Falle der Anstieg in dieser Zeit sogar 0,92^{0/00} betrug. Bei Pyknikern stieg die BAK nach Gaben von Alkohol-Wasserlösungen im Durchschnitt schneller an als bei Asthenikern und Athletikern, erreichte das — höhere — Maximum aber etwa zur gleichen Zeit wie bei diesen.

Literatur

BAUMGARTEN, H.: Untersuchungen über den Verlauf der Blutalkoholkurve in der Resorptionsphase bei geistiger Arbeit. Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1956. — BERGGREN, S. M., u. L. GOLDBERG: The absorption of ethyl alcohol from the gastro-intestinal tract as a diffusion process. *Acta physiol. scand.* (Stockh.) **1**, 246 (1940). — BRANDS, W.: Untersuchungen über Blutveränderungen während der Resorption von Alkohol. Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1955. — CATEL, W.: Normale und pathologische Physiologie der Bewegungsvorgänge im gesamten Verdauungskanal. Leipzig: Georg Thieme 1936/37. — ENGELS, W.: Die Bedeutung der Gewebe als Wasserdepots. *Arch. exper. Path. u. Pharmakol.* **51**, 346 (1904). — FALCK, C. PH., u. T. SCHEFFER: Untersuchungen über den Wassergehalt der Organe durstender und nichtdurstender Hunde. *Arch. physiol. Heilk.* **13**, 508 (1854). — FRANZEN, G.: Untersuchungen über Alkohol. VII. Mitt. Alkoholwirkungen auf die Magenverdauung. *Arch. exper. Path. u. Pharmakol.* **134**, 129 (1928). — GOETZE, O.: Die Motilität und Sekretion des operierten Magens. In *Handbuch der normalen*

und pathologischen Physiologie, Bd. III. Berlin: Springer 1927. — GRAF, O., u. E. FLAKE: Zur Frage des Verlaufs der Alkoholblutkonzentration nach Alkoholgaben. *Arb.physiol.* **6**, 141 (1933). — GRÉHANT, N.: Recherches sur l'alcoolisme aigu; dosage de l'alcool dans le sang et dans les tissus. *C. r. Acad. Sci. Paris* **129**, 746 (1899). — Dosage de l'alcool dans le sang après l'ingestion dans l'estomac d'un volume mesuré de ce liquide: courbe complète. *C. r. Soc. Biol. Paris* **55**, 1264 (1903). GRÜNER, O.: Ein photometrisches Verfahren zur Blutalkoholbestimmung. *Arch. Toxikol.* **14**, 362 (1953). — Ein Beitrag zur photometrischen Blutalkoholbestimmung. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **44**, 771 (1956). — HAGGARD, H. W., L. A. GREENBERG and G. LOLLI: The absorption of Alcohol with special reference to its influence on the concentration of alcohol appearing in blood. *Quart. J. Alcohol* **1**, 684 (1941). — HANEBOG, A. O.: The effects of alcohol upon digestion in the stomach. *Acta med. scand. (Stockh.) Suppl.* **1** (1921). — HANZLIK, P. J., u. R. J. COLLINS: Quantitative studies on the gastrointestinal absorption of drugs. III. The absorption of alcohol. *J. of Pharmacol.* **5**, 185 (1913). — HATCHER u. WEISS: Zit. nach W. CATEL, Normale und pathologische Physiologie der Bewegungsvorgänge im gesamten Verdauungskanal. Leipzig: Georg Thieme 1936/37. — HENNING, N., H. KINZELMEIER u. L. DAMLING: Fortlaufende Registrierung verschiedener Magenfunktionen beim Menschen unter dem Einfluß von sekretions- und motilitätsfördernden Substanzen. *Z. exper. Med.* **118**, 177 (1952). — HESSE, H. O.: Zit. nach PH. KLEE: Der Brechakt. In *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*. Berlin: Springer 1927. — HIMWICH, H. E.: The physiological action of alcohol. In: *Alcohol and man*. New York 1932. — HOFF, F.: Vegetatives Nervensystem und innere Sekretion. In *Lehrbuch der pathologischen Physiologie v. L. HEILMEYER*. Jena: Gustav Fischer 1945. — Klinische Physiologie und Pathologie. Stuttgart: Georg Thieme 1953. — KAUTZSCH, M.: Über die Resorption einiger Alkohole von verschiedenem Siedepunkt im Magen. Inaug.-Diss. Halle 1898. — KLEE, PH.: Der Brechakt. In *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, Bd. III. Berlin: Springer 1927. — Die Magenbewegungen. In *Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie*, Bd. III. Berlin: Springer 1927. — KRZYWANIEK, F. W.: Vergleichende Untersuchungen über die Mechanik der Verdauung. 1. Mitt. Einleitung. Untersuchung am Hund. *Arch. f. Physiol.* **215**, 481 (1927). — LINDENBERG, A.: Détermination du coefficient de partage de l'alcool éthylique entre l'huile et l'eau. *C. r. Soc. Biol. Paris* **112**, 301 (1933). — MANZ, R.: Blutalkohol und Magenkrankheiten. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **38**, 208 (1944). — MELLANBY, E.: Alcohol: Its absorption into and disappearance from the blood under different conditions. *Brit. Med. Research Committee. Spec. Report. Ser.* **31**, 1, 1919. — MILES, W. R.: The comparative concentrations of alcohol in human blood and urine at intervals after ingestion. *J. of Pharmacol.* **20**, 265 (1922). — Psychological effects of alcohol in man. In: *Alcohol and man*. New York 1932. — MUEHLBERGER, C. W.: Alcohol and traffic accident. Traffic Institute, Northwestern University. — NEMSER, M. H.: Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Organismus. XIV. Mitt. Über das Verhalten des Alkohols im Verdauungstraktus. *Z. physiol. Chem.* **53**, 356 (1907). — NICLOUX, M.: Considérations générales sur la fixation d'une substance étrangère à l'organisme par les tissus. Cas particuliers du chloroforme et de l'alcool éthylique, ce dernier du point de vue théorique. *C. r. Soc. Biol. Paris* **112**, 1096 (1933). — Recherches sur l'alcool éthylique. Hypothèse sur la répartition de l'alcool dans les tissus de l'organisme: l'eau, facteur prépondérant. *Bull. Soc. Chim. biol. Paris* **16**, 330 (1934). — NICLOUX, M., et G. GOSSELIN: Dialyse de l'alcool en solution diluée à travers une membrane le séparant de liquides biologiques, sang, serum, lait etc. *C. r. Soc. Biol. Paris* **112**, 1100 (1933). — Répartition de l'alcool dans les tissus

du poisson, plongé dans un milieu alcoolisé. C. r. Soc. Biol. Paris **112**, 1102 (1933). — Recherches sur l'alcool éthylique. Diffusion de l'alcool éthylique. Bull. Soc. Chim. biol. Paris **16**, 338 (1934). — NOTHWANG, F.: Die Folgen der Wasserentziehung. Inaug.-Diss. Marburg 1891. — ORTNER, A.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Magenentleerung und ihrer Beziehung zur Verdünnungsekretion des Magens. Arch. f. Physiol. **168**, 124 (1917). — RAUSCHKE, J.: Über die Blutalkoholkurve im Stadium der Resorption. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **41**, 474 (1952). — RÖSCH, H.: Über die Magenverdauung von Milch und Pegninmilch. Arch. f. Verdgskrkh. **48**, 180 (1930). — SCHWARZ, F.: Der Alkoholnachweis in der forensischen Praxis unter besonderer Berücksichtigung der Technik. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **10**, 377 (1927). — SELYE, H.: Einführung in die Lehre vom Adaptationssyndrom. Stuttgart: Georg Thieme 1953. — STRAUB, W.: Über den Einfluß der Wasserentziehung auf den Stoffwechsel. Z. Biol. **38**, 537 (1899). — TUOVINEN, P.: Über den Einfluß des Alkohols auf die Arbeitsfähigkeit und über seine Aufsaugung ins Blut. Internat. Z. Alkoholism. **35**, 23 (1927). — Über den Alkoholgehalt des Blutes unter verschiedenen Bedingungen. Scand. Arch. f. Physiol. **60**, 1 (1930). — VATER, R.: Untersuchungen über den Verlauf der Blutalkoholkurve in der Resorptionsphase nach Genuß gut- und schlechtschmeckender Getränke. Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1955. — WAL-LACE, G. B.: The pharmacological actions of alcohol. In: Alcohol and man. New York 1932. — WIDMARK, E. M. P.: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin u. Wien 1932.

Dr. med. O. GRÜNER, Frankfurt a. M.-Süd 10, Forsthausstr. 104,
Institut für gerichtliche und soziale Medizin