

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg
(Vorstand: Prof. Dr. BERTHOLD MUELLER).

Die Blutalkoholkurve nach zuckerhaltigen Getränken.

Von

HANS KLEIN.

Mit 6 Textabbildungen.

In einer früheren Untersuchung¹ wurde durch Rohrzucker [d (—) Fruktose d (+) Glucose] die Alkoholausscheidung quantitativ zu beeinflussen versucht. Die Konzentrationskurve des Alkohols im Blut konnte weitgehend verändert werden. Bereits in der resorptiven Phase ist bei gleichzeitiger Zucker- und Alkoholzufuhr die Konzentration geringer, in der postresorptiven Phase kann durch größere Zuckergaben der Alkoholgehalt erniedrigt werden. Die praktische Bedeutung dieser Untersuchungen erschien zunächst gering. Denn Alkohol und Zucker dürften kaum gleichzeitig, nach Alkoholgenuß nur selten größere Zuckermengen genommen werden. Da es zunächst überhaupt auf die Feststellung ankam, ob unter Zuckerzufuhr die Konzentration verändert wird, so wurden die Trinkzeiten kurz und die Zuckermengen verhältnismäßig groß gehalten. Vom praktischen Standpunkt aus erschien es deshalb angebracht, die Untersuchungen unter folgenden Gesichtspunkten fortzusetzen: 1. Die Trinkzeiten auszudehnen und festzustellen, ob bei längeren Trinkzeiten nach erreichtem Resorptionsgipfel der Blutalkoholgehalt erniedrigt werden kann; 2. festzustellen, wie die Alkoholkurve bei gesüßtem Alkohol, im Gegensatz zu ungesüßtem, etwa Weinbrand, verläuft und 3. ob Unterschiede auftreten bei gleich großen Alkoholmengen, wenn sie als Sekt, Wermut oder Weinbrand genommen werden.

Der Einfluß von Rohrzucker auf die Blutalkoholkurve nach langer Trinkzeit.

Versuch 1. Zeit 15. I. Beginn 15⁴⁵ Uhr. Versuchsperson R. S., 27 Jahre alt, 1,84 m, 80 kg, männlich, leptosom, guter Ernährungszustand, Alkoholgenuß selten. 45 min vor Versuchsbeginn wurde Kaffee getrunken und 2 Brote gegessen. Langsam getrunken, nur Wein, Gesamtalkoholmenge 120 g. Während des Versuches 4 Zigaretten. Nach 3 Std 50 min Ende der Trinkzeit. Nach 15 min Rohrzucker im Verhältnis 2:1 zur getrunkenen Alkoholmenge mit wenig Wasser aufgelöst. Ende des Versuches nach 6 Std und 20 min (Abb. 1, Kurve A). Zu Kurve A

¹ KLEIN, H.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 704 (1950). — Diese Untersuchungen wurden durchgeführt mit F. WISSER, A. BARTENBACH, H. W. BARTENBACH und R. STRÖHER, denen auch für die Bereitwilligkeit, als Versuchsperson sich zur Verfügung zu stellen, an dieser Stelle gedankt sei.

Abb. 1: Zu Beginn wurde sehr langsam, gegen Ende schneller getrunken. Nach dem Zucker sinkt die Blutalkoholkurve von $1,12\text{‰}$ innerhalb 90 min bis $0,59\text{‰}$. Der beträchtliche Abfall der Kurve kann nicht auf eine Resorptionshemmung zurückgeführt werden, da zu dem Zeitpunkt, als der Rohrzucker gegeben wurde, die Konzentration bereits — praktisch als maximaler Gipfel bei $120,0\text{ g}$ Alkohol — $1,12\text{‰}$ erreicht hatte. 90 min nach der Zuckerezufuhr setzt wieder ein geringer Anstieg der Konzentration ein. Dieser bereits in früheren Untersuchungen beobachtete Anstieg wird noch näher zu untersuchen sein.

Versuch 2. Zeit 13. 2. Beginn 14 Uhr. Versuchsperson wie in Versuch 1. Wein. Gesamtalkoholmenge 132 g . Sehr lange Trinkzeit. Nach 1 Std und 45 min

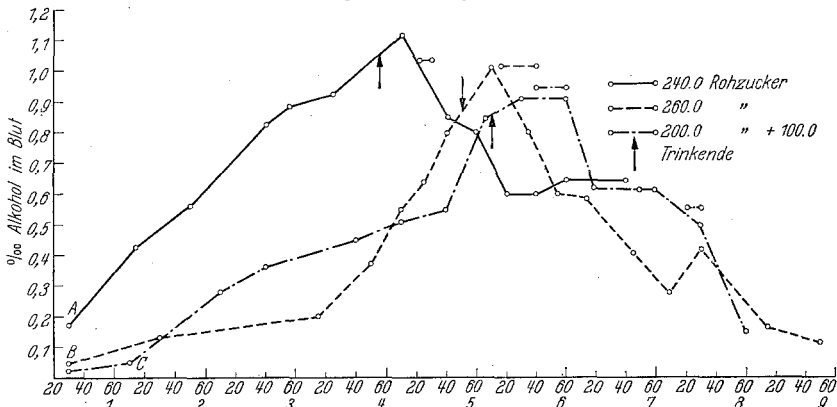


Abb. 1. Kurve A zu Versuch 1. Trinkzeit 3^{h} Std. Nach 4^{h} Uhr bei \circ — \circ $240,0$ Rohrzucker. Zwischen 4^{h} Uhr und 5^{h} Uhr Abfall von $1,12\text{‰}$ auf $0,7\text{‰}$. Kurve B zu Versuch 2. Trinkzeit 4^{h} Std. Nach 5^{h} Uhr bei \circ — \circ $240,0$ Rohrzucker. Zwischen 5^{h} Uhr und 6^{h} Uhr Abfall von $1,02\text{‰}$ auf $0,59\text{‰}$. Kurve C zu Versuch 3. Trinkzeit 5^{h} Std. Nach 5^{h} Uhr bei \circ — \circ $200,0$ und 7^{h} Uhr bei \circ — \circ $100,0$ Rohrzucker. Der Wiederanstieg, wie in Kurve B, bleibt aus.

wird etwas Kaffee getrunken und 2 Brote gegessen. Während des ganzen Versuches wird die Pulszahl kontrolliert. Es werden insgesamt 5 Zigaretten geraucht. Pulszahl steigt langsam und der Alkoholkonzentration entsprechend an. Nach 4 Std 50 min Ende der Trinkzeit. Die Blutalkoholkonzentration beträgt $1,02\text{‰}$. Nach 15 min wird Zucker im Verhältnis 2:1 gegeben. Die Einnahme des Zuckers beansprucht 25 min. Gesamtdauer des Versuches 7 Std. Zu Kurve B Abb. 1: Bei diesem Versuch kam es darauf an, den Wiederanstieg der Alkoholkurve festzustellen. Der Abfall der Blutalkoholkurve erscheint bedeutend.

Versuch 3. Zeit 25. 2. Beginn 14^{h} Uhr. Versuchsperson A. B., 29 Jahre, $1,74\text{ m}$, 60 kg , männlich, leptosom, Alkohol in mäßigen Mengen nur selten, aber gut vertragen. Wein. Gesamtalkoholgehalt der getrunkenen Weinmenge 102 g . Gesamtzeit des Versuches 8 Std und 30 min. Trinkzeit 5 Std 10 min. Zunächst sehr langsam getrunken, gegen Ende schneller, während des Versuches 3 Zigaretten und 1 Pfeife geraucht. 20 min nach Trinkzeitende wird Rohrzucker im Verhältnis 2:1 gegeben. Zeit für die Zuckeraufnahme insgesamt 30 min. 85 min nach der ersten Zuckergabe nochmals 100 g Zucker. Zu Abb. 1, C: Im Gegensatz zu Versuch 1 und 2 wird hier bei sonst gleichen Versuchsbedingungen 85 min nach der ersten Zuckergabe noch einmal Rohrzucker gegeben. Bemerkenswert ist ein deutlicher Abfall der Pulszahl an einzelnen Kurvenpunkten. Die bereits in Versuch 2 beobachteten Schwankungen der Pulszahl werden hier ebenfalls deutlich. Nach der 1. Zuckergabe fiel die Pulszahl innerhalb 20 min von $78/\text{min}$ auf $69/\text{min}$. Die

Haut wurde blaß. Gleichzeitig kam es zu einem geringen Schweißausbruch. Dann stieg der Puls innerhalb der nächsten 30 min bis über 120/min an. Während dieser Zeit trat eine rasche Ernüchterung ein, die nicht nur in diesem Versuch, sondern regelmäßig dann zu beobachten ist, wenn die erste deutlich abwärtsgerichtete Schwankung in der Blutalkoholkonzentration eingetreten ist. Nach der ersten Zuckergabe fällt der Alkoholgehalt von 0,91‰ auf 0,61‰ innerhalb 20 min, nach der zweiten Zuckergabe in annähernd gleicher Zeit von 0,5 auf 0,15‰.

Dieselbe Versuchsperson aus Versuch 3 hatte vorher in einem anderen, hier nicht näher angeführten Versuch, ebenfalls 102 g Alkohol langsam innerhalb 5 Std und 25 min getrunken. Die Alkoholkonzentration betrug 3 Std 15 min nach Beendigung der Trinkzeit noch 0,56 %. Bei den unter vollkommen gleichartigen Bedingungen durchgeführten Versuch 3 mit Rohrzucker, zusammen 300 g in Abstand von 1 Std und 20 min genommen, betrug die Konzentration nach 3 Std 15 min nur 0,09 %. Die subjektiven und objektiven Rauschsymptome verhielten sich annähernd der Alkoholkurve entsprechend. In Versuch 3 war ähnlich wie in einer Reihe anderer Versuche unter gleichartigen Bedingungen durchgeführter Versuche eine schnelle Ernüchterung eingetreten. Auch in diesen Versuchen wurde Zucker erst nach erreichtem Resorptionsgipfel gegeben. Eine Resorptionshemmung kommt deshalb nur für geringe Alkoholmengen in Betracht. Da aber die Unterschiede nicht auf die gesamte getrunkene Alkoholmenge, sondern auf einzelne Punkte der unter gleichartigen Bedingungen — lediglich mit Ausnahme der Zuckergaben — entstandenen Konzentrationskurven sich beziehen, so können diese durch Resorptionsverlust entstandenen Unterschiede hier unberücksichtigt bleiben.

Bereits bei den ersten Beobachtungen war aufgefallen, daß mehr oder weniger lange Zeit nach einer größeren Zuckergabe nach zunächst steilem Konzentrationsabfall wieder ein gewisser, wenn auch geringfügiger, Wiederanstieg in der Konzentrationskurve eintritt. Eine experimentell belegte Erklärung kann hierfür noch nicht gegeben werden.

Mit folgenden Möglichkeiten wäre zu rechnen: 1. Die Zuckerwirkung im intermediären Stoffwechsel könnte intensiv, aber nur kurzfristig sein; nach raschem Konzentrationsabfall im Blut kommt es zu einem Wiederanstieg, in dem ein neues Diffusionsgleichgewicht sich einstellt. 2. Die bei großen Zuckermengen beobachteten Symptome (Pulsabfall, Hautblässe, Schweißausbruch) können als vagotonische Reaktionen aufgefaßt werden; es ist damit zu rechnen, daß die zirkulierende Blutmenge geringer wird, etwa durch Milzspeicherung, später, bei wiederhergestelltem regulatorischem Gleichgewicht, käme es dann ebenfalls dadurch zu einem Konzentrationsanstieg, daß die Blutspeicher das Blut mit höherem Alkoholgehalt wieder abgeben. Selbst wenn unterstellt wird, daß bei großen Zuckergaben zeitweise größere Blutmengen infolge starker vagotonischer Reaktion aus der zirkulierenden Blutmenge in den Blutspeichern der Milz oder Leber abgeschlossen werden, so bleibt die Tatsache bestehen, daß die zugeführte Alkoholmenge unter Zuckereinfluß, wenn die Gesamtlänge der Kurve berücksichtigt wird, schneller abgebaut wird.

Die Blutalkoholkurve nach gesüßtem Alkohol.

Versuch 1. Versuchszeit 9. 8. 49, Beginn 10³⁰ Uhr. Versuchsperson H. W. B., 27 Jahre, 1,78 m, 70 kg, männlich, leptosom, guter Ernährungszustand, Alkoholgenuß selten in mäßigen Mengen. 70,0 g 96% Alkohol mit 200 cm³ Wasser verdünnt innerhalb 5 min getrunken. Versuchszeit 6 Std.

Versuch 2. Versuchszeit 12. 8. 49, Beginn 10³⁰ Uhr. Sonst wie Versuch 1. 70,0 g 96% Alkohol mit 200 cm³ Wasser verdünnt und 200,0 g Rohrzucker vermischte innerhalb von 3 min getrunken. Versuchszeit 6 Std (Abb. 2, A und B).

Während Kurve A in Abb. 2 dem üblichen Verlauf der Alkoholkurve entspricht, steigt Kurve B wesentlich flacher an. Die Kurve A steigt

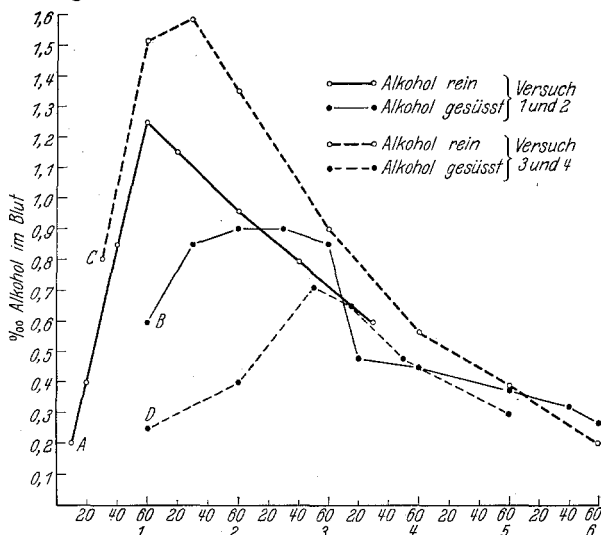


Abb. 2. Kurve A zu Versuch 1. 70,0 Alkohol, rein, in Wasser. Kurve B zu Versuch 2. Dieselbe Alkoholmenge, mit 200,0 Rohrzucker, bei derselben Versuchsperson. Kurve C und D zu Versuch 3 und 4. Derselbe Versuch bei einer anderen Versuchsperson.

bis 1,26‰. Der Gipfelpunkt der Kurve B wird mit 0,89‰ 90 min später als in Kurve 1 erreicht. Hier ist, im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen, bei denen Zucker nach dem Resorptionsgipfel gegeben wurde, nicht nur der langsamere Anstieg bemerkenswert. Zwischen 1 Std 30 min nach Trinkbeginn bis zu 2 Std 50 min bleibt die Kurve annähernd auf gleichem Niveau. Zwischen 2⁵⁰ Uhr und 3¹⁰ Uhr tritt dann ein Abfall von 0,87—0,48‰ ein. Dieser Abfall — innerhalb 20 min — ist zunächst auffallend. Der langsamere Anstieg der Kurve in den ersten 90 min kann auf der langsameren Resorption des Alkohols beruhen, das Plateau zwischen 90—170 min entspricht einem Niveau, wie es dann gefunden wird, wenn vor dem Alkoholgenuß eine größere Mahlzeit eingenommen wurde. Wieweit es zutrifft, daß während dieser Zeit die Resorption und der Alkoholabbau sich das Gleichgewicht halten, ist nicht zu erörtern. Wesentlicher ist hier der steile Abfall

am Plateauende von 8,7 zu 4,8⁰/₀₀. Auf die Bedingungen, die diesen steilen Abfall erklären, ist noch näher einzugehen. Hier ist nur — für die Zuckerwirkung und ihre Bedeutung bei der Alkoholausscheidung von Wichtigkeit — darauf hinzuweisen, daß nach 3 Std 40 min für längere Zeit ebenfalls wieder ein fast ausgeglichenes Niveau in der Konzentrationskurve erreicht ist.

Aus weiteren Versuchen ist bekannt, daß diese Wirkung noch lange anhält: Durch den starken Zuckergehalt entsteht ein doppeltes Niveau, wobei das zweite Niveau länger als das erste ist.

Versuch 3. Zeit 20. 8. 49. Beginn 8¹⁵ Uhr, Versuchsperson H. A., 26 Jahre alt, 1,73 m, 65 kg, männlich, leptosom, ausreichender Ernährungszustand, Alkoholgenuß selten. 65,0 g 96 % Alkohol mit 200 cm³ Wasser verdünnt innerhalb 10 min auf nüchternen Magen getrunken. Während des Versuches 3 Zigaretten. Versuchsdauer 6 Std (Abb. 2, C).

Versuch 4. Zeit 27. 8. 49. Beginn 8⁴⁵ Uhr. Versuchsperson wie Versuch 3. 65,0 g 96 % Alkohol in 200 cm³ Wasser mit 200 g Rohrzucker vermischt. Versuchsdauer 6 Std. Bei der Alkoholaufnahme infolge des hohen Zuckergehaltes stärkeres mit Mühe unterdrücktes Ekelgefühl. Nicht möglich, Alkoholmenge in der gleichen Zeit wie in Versuch 3 zu trinken, Trinkende erst nach 30 min. Nach 2 Std — nach Erreichung des Resorptionsgipfels bei einsetzendem Konzentrationsabfall — starke Pulsverlangsamung, Schweißausbruch, Ohrensausen (Abb. 2, D).

Der Unterschied zwischen Kurve A und B (Abb. 2) ist sowohl im ansteigenden wie im abfallenden Abschnitt erheblich. In Kurve C ist die Resorption bereits nach 85 min abgeschlossen, während sie in D erst nach 165 min ihren Gipfelpunkt erreicht. Ebenso ist der Unterschied in den Gipfelpunkten erheblich. Hier ist zu berücksichtigen, daß dieser auffallende Unterschied teilweise auf die längere Trinkzeit zurückgeht, die sich in Kurve D bemerkbar macht. Außerdem muß mit einer gewissen Resorptionshemmung gerechnet werden. In diesem Versuche war festzustellen, daß die üblichen Alkoholwirkungen zwar geringer waren, die Stimmungslage jedoch einen depressiven Charakter besaß, der deutlich zum Ausdruck kam in dem Augenblick, als bei abfallender Konzentration der Puls sich verlangsamte, Schweißausbruch und Ohrensausen auftraten. Außerdem war die Müdigkeit nach dem Versuch erheblich größer als mit ungesüßtem Alkohol. Eine weitere bemerkenswerte Tatsache aus diesem Versuch ergibt sich bei Berücksichtigung der Konzentration zwischen der 5. und 6. Std nach Trinkbeginn. Hier überschneidet kurz vor Versuchsende die Blutalkoholkonzentration die Kurve C die der Kurve D. Da der Versuch nicht länger fortgeführt wurde, so läßt sich keine abschließende Beurteilung geben. Nach den Erfahrungen, wie sie in Versuch 1 und 2 kurz angedeutet wurden, ergibt sich aber, daß auch hier, bei stark zuckerhaltigem Alkohol die Kurve treppenförmig abfällt, so daß zwischen den einzelnen Konzentrationsstufen ein längeres Plateau eingeschaltet ist.

Versuch 5. Zeit 17.9.49. Beginn 10¹⁵ Uhr, Versuchsperson T. K., 28 Jahre alt, 1,74 m, 75 kg, männlich, pyknischer Habitus, Alkohol fast regelmäßig und gelegentlich in größeren Mengen, stets gut vertragen, mäßiger Raucher. 240,0 Weinbrand mit 75,0 g Alkohol innerhalb 5 min getrunken. Bereits nach 30 min starke Wirkung. Höhepunkt der Alkoholwirkung nach 1 Std. Nach 90 min merkbare Ernüchterung, nach 2 Std Kopfschmerzen, Müdigkeit und Gleichgültigkeit, nach 5 Std noch nicht überwunden. Während des Versuches 5 Zigaretten.

Versuch 6. Zeit 27.9.49. Beginn 8³⁰ Uhr, Versuchsperson wie Versuch 5. 340 cm³ Kakaolikör mit 75,0 g Alkohol. Trinkzeit nach 25 min beendet (Gegensatz zu Versuch 5 mit 5 min). Abneigung gegen den stark zuckerhaltigen Likör nur schwer zu überwinden. Nach 1 Std nur geringe Alkoholwirkung.

Nach ungesüßtem Alkohol (Abb. 3, Kurve A) ist ein steiler Anstieg der Alkoholkurve bis zu 1,57 nach 1 Std festzustellen. Selbst wenn berücksichtigt wird, daß der stark gesüßte Likör nicht innerhalb 5, sondern innerhalb 25 min getrunken wurde, so ist der Wert von 0,52, der als Höchstwert nach 1½ Std erreicht wird, nicht allein aus dieser Zeitdifferenz zu erklären. Obwohl sicher mit einer Resorptionshemmung zu rechnen ist, so kann sie allein als ausschlaggebende Ursache des großen Kurvenunterschiedes nicht in Betracht kommen. Diese könnte sich höchstens darin ausdrücken, daß der Resorptionsgipfel später erreicht wird. Er liegt auch tatsächlich um 30 min hinter dem Gipfel der Kurve A (Abb. 3, A und B). Von diesem Punkt der Kurve ab ist ein gleichmäßiger Konzentrationsabfall festzustellen. Er kann sich nicht in der Weise bemerkbar machen wie er in den vorausgegangenen Versuchen erschien, da der Wert von 0,5 kaum überschritten wurde. Auch dem Fettgehalt im Kakaolikör kann weder für die Resorption noch für die Art der Alkoholverbrennung eine besondere Bedeutung zukommen. Der Likör enthielt insgesamt 22 g Kakao. Schon mengenmäßig dürfte, abgesehen von der Adsorption an den Kakao, kaum ein stärkerer Fettgehalt zu berücksichtigen sein. Bereits in früheren Untersuchungen wurde dem Fettgehalt nur eine geringe Beeinflussung der Blutalkoholkurve zugeschrieben, worauf bereits die Untersuchungen von TUOVINEN (1931) hinweisen. Sowohl subjektiv wie objektiv machten sich im gesamten Verlauf des Versuches 6 kaum Symptome einer Alkoholwirkung bemerkbar, obwohl der Versuch über 6 Std durchgeführt wurde und die gleiche Alkoholmenge von der gleichen Versuchsperson unter gleichen Bedingungen genommen wurde wie in Versuch 5, in dem bereits nach 30 min stärkere Rauschsymptome auftraten.

Versuch 7. Versuchszeit 3.9.49. Beginn 9⁵⁵ Uhr. Versuchsperson U. H., 22 Jahre, 1,87 m, 80 kg, männlich, leptosom. Alkoholgenuß selten, mäßige Mengen, gut vertragen. 80,0 g Alkohol in Form käuflichen Weinbrandes innerhalb von 15 min getrunken. Nach 75 min alle Zeichen starker alkoholischer Wirkung. Gipfel der Kurve bei 0,95‰ (Abb. 3, C). Nach 2 Std bei 0,64‰ erste Zeichen beginnender Ernüchterung.

Versuch 8. Versuchszeit 29. 9. 49. Beginn 8⁵⁵ Uhr. Versuchsperson wie in Versuch 7. 80,0 g Alkohol in Form von Kakaolikör innerhalb 25 min getrunken. Während der ganzen Versuchsdauer (Abb. 3, D) weder subjektiv noch objektiv deutliche Alkoholwirkung.

Zwischen der Blutalkoholkurve nach Weinbrand und nach Likör wird der Unterschied nach gesüßtem und ungesüßtem Alkohol deutlich. Zwischen den Gipfelpunkten (Abb. 3, A und B) besteht eine erhebliche Differenz. Bei A wird der Gipfel mit 0,95, bei B mit 0,47‰ erreicht. Hinsichtlich der Bedeutung einer verzögerten Resorption, wie sie früher, bei der Beobachtung ähnlicher Unterschiede in der Alkoholkurve

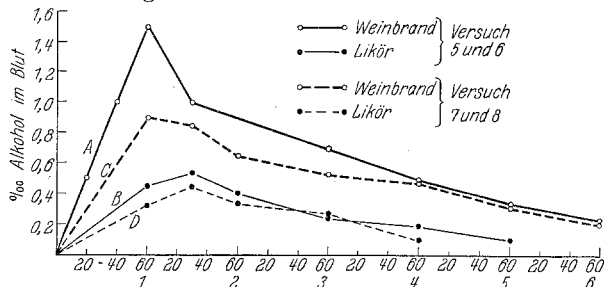


Abb. 3. Kurve A und B zu Versuch 5 und 6. In Kurve A 75,0 Alkohol als Weinbrand, in Kurve B als Likör bei derselben Versuchsperson. Kurve C und D zu Versuch 7 und 8. Derselbe Versuch bei einer anderen Versuchsperson.

festgestellt wurden, ergibt, sich wenn die letzten Kurven mit den vorausgegangenen verglichen werden, daß bei gleichartigen Versuchsbedingungen der Gipfel regelmäßig etwas später eintritt. Die Versuchsdauer ist auch hier so lange gehalten, daß über den gesamten Ablauf ein Überblick möglich ist. Wenn etwa die Werte verglichen werden (Abb. 3, A und B), wie sie 4 Std nach Versuchsbeginn erreicht sind, so ergibt sich, daß bei Kurve A noch eine Konzentration von 0,45, bei Kurve B nur noch eine Konzentration von 0,05 besteht. Da während des ganzen Versuches keine Nahrung mehr zugeführt und der Versuch nüchtern begonnen wurde, so müßte angenommen werden, daß annähernd die halbe Alkoholmenge wirkungslos blieb, weil sie, gebunden an die Kakao-Zuckerlösung, innerhalb 4 Std bei sonst leerem Magen-Darm nicht resorbiert wurde.

Die Blutalkoholkurve nach Sekt, Süßwein und Weißwein.

Versuch 1. Versuchszeit 19. 10. 49. Beginn 14¹⁰ Uhr. Versuchsperson A. W. B., 27 Jahre, 1,78 m, 70 kg, männlich, leptosom, guter Ernährungszustand, Alkoholgenuß selten und in mäßigen Mengen. 45,0 g Alkohol als Sekt innerhalb von 20 min getrunken. Nach 10 min starke alkoholische Wirkung mit Wärmegefühl, Erheiterung und Sprachbedürfnis, keine weiteren Symptome. Nach 2 Std vollkommen normaler Zustand, nach 5 Std leichtes Müdigkeitsgefühl. Versuchsdauer 5 Std.

Versuch 2. Versuchszeit 21. 10. 49. Beginn 9³⁰ Uhr. Versuchsperson wie in Versuch 1. 45,0 g Alkohol als Weißwein. Subjektiv stärkste Wirkung nach etwas

mehr als 1 Std. Alle Symptome etwas geringer als in Versuch 1. 2 Std nach Versuchsbeginn vollkommen nüchterner Zustand mit leichten Kopfschmerzen.

Versuch 3. Versuchszeit 24. 10. 49. Beginn 9³⁰ Uhr. 45,0 g Alkohol als Wermutwein. Versuchsdauer 5 Std. Trinkzeit wie in allen Versuchen 20 min (Abb. 4, Kurve A—C).

Es ist bemerkenswert, daß, obwohl der Alkoholgehalt gleich groß und die Versuchsbedingungen, soweit überhaupt gleichartige Bedingungen im Selbstversuch möglich sind, gleichartig waren, die Konzentrationskurven so erhebliche Unterschiede aufweisen. Beim Sekt wird innerhalb kürzerer Zeit der Höchstwert erreicht. Der Gipfelpunkt liegt etwas über 1,0‰. Trotzdem waren die Symptome der Alkoholwirkung

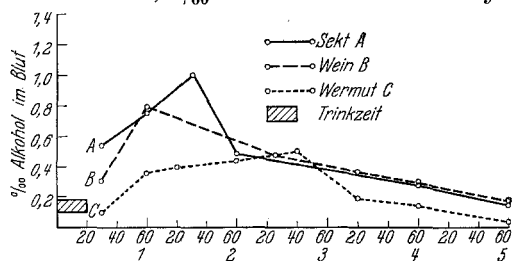


Abb. 4. Kurve A nach Sekt, B nach Weißwein, C nach Wermut bei gleichgroßer Alkoholmenge und derselben Versuchsperson nach jeweils 8tägiger Pause.

milder als bei dem später durchgeführten Weißweinversuch. Der rasche Anstieg der Alkoholkonzentration nach Sektgenuß entspricht nicht nur der allgemeinen Erfahrung, sondern scheint den resorptionsfördernden Einfluß, der verschiedentlich dem Kohlensäuregehalt im Sekt zugeschrieben wurde, zu bestätigen. Doch werden, wie

TUOVINEN (1931) angibt, auch gegenteilige Anschauungen geäußert. Beim Weißweinversuch entspricht die Kurve noch am ehesten dem aus früheren Untersuchungen bekannten Verlauf. Die geringe Differenz zwischen Sekt- und Weißweinversuch kann darauf beruhen, daß die Gipfelpunkte nicht exakt erfaßt wurden, was bei Einzelentnahmen, selbst wenn sie innerhalb kürzerer Zeitabstände durchgeführt werden, nicht immer möglich ist. Deshalb soll hier auf die Differenz zwischen den Gipfelpunkten kein besonderer Wert gelegt werden. Da der Zuckergehalt im Sekt nur geringfügig ist, so war auch eine stärkere Zuckerbeeinflussung nicht zu erwarten. Bei Wermut ist dies nicht der Fall. Die Kurve (Abb. 4, C) entspricht weitgehend den Kurven, wie sie bei gesüßtem Alkohol festgestellt wurden. Zunächst tritt nur ein langsamer Anstieg ein, der Gipfelpunkt wird spät erreicht, hier nach 2,35 Std (Abb. 4, C). Der Gipfelpunkt tritt also fast nach mehr als der doppelten Zeit ein, liegt aber mit 0,54‰ um die Hälfte tiefer als in Versuch 1 (Abb. 4, A), in dem der Gipfelpunkt um eine volle Stunde früher erreicht wird, die Konzentration aber schnell wieder abfällt. So wäre festzustellen, daß, je länger die Resorptionszeit ist, um so niedriger ist der Gipfelpunkt der Konzentrationskurve. Bei zuckerhaltigen Getränken ist er annähernd halb so hoch wie bei nicht-zuckerhaltigen mit gleichem Alkoholgehalt.

Die hier angeführten Versuche, aus einer größeren Untersuchungsreihe herausgegriffen, sind nur Einzelbeispiele aus mit erheblichen körperlichen und psychischen Anstrengungen verbundenen Selbstversuchen. Außerdem scheint bei allen Alkoholversuchen die individuelle Variation, nicht nur der Faktoren β und r , größer zu sein als zunächst, wenigstens nach den allgemein üblichen Angaben, angenommen werden könnte. Dies betrifft nicht nur die Resorptionszeit, auch den ersten und oft noch den zweiten Teil der postresorptiven Phase. So konnte in einzelnen Versuchen beobachtet werden, daß Plateaubildungen, die ELBEL (1949) in der Hauptsache wohl auf gestörte oder verzögerte Resorption zurückführt, auch dann auftreten können, wenn keine der üblichen Ursachen, die für ihre Entstehung verantwortlich gemacht werden, hierfür zu ermitteln waren. Dies konnte nicht nur bei zuckerhaltigen Getränken beobachtet werden.

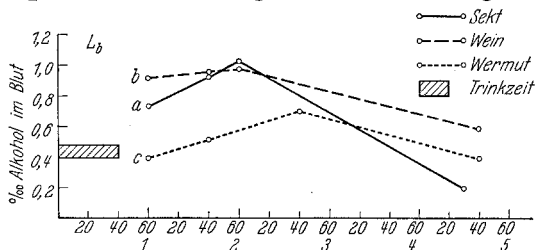


Abb. 5. Zu Versuch L_b , Sekt, Weißwein, Wermut bei gleicher Versuchsperson. Zwischen 1—240 Uhr kein Abfall bei Weißwein.

Versuch L_b . Versuchszeit a) 20.12.49, b) 4.1.49, c) 12.1.49, jeweils 15³⁰ Uhr. Versuchsperson L_b , 48 Jahre, 1,69 m, 62,0 kg, männlich, leptosom. Alkoholgenuß selten, gut vertragen. In a) Sekt, in b) Weißwein, in c) Wermut. In b) ein Plateau von fast 2 Std, anschließend langsamer linearer Abfall. Bei a) kein Plateau, sehr schnell abfallende Konzentration. In beiden Versuchen vor Trinkbeginn letzte Mahlzeit vor 3 Std. Keine Unterschiede in der Zusammensetzung der Mahlzeit. Bei c) ähnliche Kurve wie in Abb. 4, C.

Bei Trinkversuchen, in denen Alkohol mit mehr oder weniger großen Zuckermengen gesüßt wird, ist es ebenso wie bei handelsüblichen zuckerhaltigen Süßweinen verständlich, daß während und unmittelbar nach der Resorption nicht nur die Alkoholkonzentration im Blut größeren Schwankungen unterliegt. Diese sind in ihren einzelnen Entstehungsbedingungen schwieriger zu beurteilen als Alkoholkurven nach reinem Alkohol. Zwischen dem Experiment mit seinen weitgehend übersehbaren Bedingungen und der Beurteilung praktischer Einzelfälle mit ihren kaum beurteilbaren Einzelbedingungen bestehen große Unterschiede. Diese müssen immer berücksichtigt werden. Ob ein schnellerer Alkoholabbau unter Zuckereinfluss möglich ist, wurde bereits früher erörtert. Schon aus älteren Untersuchungen von H. BORNSTEIN und K. HOLM (1921) ist zu entnehmen, daß zwischen Dextrose- und Lävuloseverbrennung grundsätzliche Unterschiede bestehen. So werden peroral zugeführte linksdrehende Zucker nach 5—8 min verbrannt. Der Blutzucker ist dabei wenig oder nicht

erhöht. Nach peroraler Traubenzuckerzufuhr setzt die Verbrennung nach 30 oder oft erst nach 90 min ein. Der Blutzucker beginnt wenige Minuten nach Traubenzucker anzusteigen. Der Abbau des zugeführten Zuckers erfolgt, wenn die Blutzuckerkurve ihren höchsten Wert erreicht oder überschritten hat. Wie sich die Zuckerverbrennung auf die Alkoholkonzentration im Blut auswirkt, ist auch dann zu erkennen, wenn Invertzucker nicht peroral — um jede verzögerte Resorption auszuschließen — sondern intravenös nach erreichtem Resorptionsgipfel gegeben wird.

Versuch L_1 , S, G. Versuchszeit L_1 6. 2. 50, S 13. 1. 50, G 5. 1. 50. Trinkbeginn jeweils 14 Uhr, letzte Mahlzeit vor 6 Std bei jedem Versuch. Getränk: 750 cm³ Wein (Battenberger Schloßberg 1943). In G 60 min nach Trinkende unmittelbar nach Blutentnahme 30 cm³ Calorose 25% intravenös. Nach 90 min wiederum 20 cm³ Calorose 25% intravenös unmittelbar nach Entnahme. Konzentrationsabfall zwischen 60 und 90 min nach Trinkende von 1,4 auf 0,7. Versuchsperson 1,76 m, muskulär, männlich, Alkohol sonst gut vertragen. In S 60 min nach Trinkende 40 cm³ Calorose 35% intravenös. Versuchsperson 1,76 m, männlich, muskulär, guter Trinker, verträgt sehr viel. Während des ganzen Versuches bleibt die Blutzuckerkurve immer hoch. In L_1 keine Calorosebelastung. Versuchsperson 1,74 m, männlich, kräftig, gut genährt. Keine objektiven krankhaften Erscheinungen. Zwischen 90 min nach Trinkende und 120 min 2 Zigaretten. In allen Versuchen gleich lange Trinkzeit zu gleicher Tageszeit.

Der Abfall von 1,4:0,7%₀₀ innerhalb 30 min ist in 6 besonders deutlich. In S ist ein Sonderfall ausgewählt. Er zeigt, ähnlich wie in 6, zunächst eine zwar gleichbleibende, aber ungewöhnlich hochliegende Blutzuckerkurve, die während der Resorption des Alkohols kaum schwankt. Nach 40 cm³ 35%iger Calorose intravenös sinkt nicht, wie in 6, die Alkoholkurve plötzlich ab. Zwischen dem Blutalkoholwert 30 min nach Trinkbeginn, 30 min nach Trinkende, dem Gipfelwert und dem Wert 30 min nach Calorosezufuhr intravenös bestehen auffallenderweise keine erheblichen Schwankungen. Die Schwankungen sind hier überhaupt geringer als in Kurve 6, in der innerhalb kurzer Zeit, bei immer niedrigem Blutzucker, die Blutalkoholkonzentration innerhalb 30 min nach Calorosezufuhr um über 0,6%₀₀ absinkt. In Kurve S dagegen beginnt erst in dem Augenblick die Alkoholkonzentration im Blut schneller zu fallen, in dem auch die Blutzuckerkurve abzufallen beginnt. Der Versuch L_1 , der hier nicht eingehender berücksichtigt werden soll, zeigt unabhängig von der Ausgangslage des Blutzuckerspiegels größere Schwankungen der Alkohol- und Blutzuckerkurve. In Versuch S und G fällt während der Resorption die Blutzuckerkurve zunächst ab. Bevor der Resorptionsgipfel erreicht wird, ist ein regelmäßiger Wiederanstieg festzustellen. Erst wenn ein regelmäßiger Abfall der Alkoholkonzentration eingetreten ist, fällt die Blutzuckerkurve ebenfalls gleichmäßig ab. Dies ist in Versuch L_1 nicht der Fall. Hier wird der Resorptionsgipfel erst über 1 Std später als in Versuch S und G

erreicht. Die Resorptionszeit ist in L_1 über die doppelte Zeit von S und G verlängert und die Schwankungen in der Blutzuckerkurve entsprechen der verlängerten Resorptionszeit. Hier eröffnen sich für den intermediären Alkoholabbau und seine Beeinflussung neue Probleme.

Der treppenförmige Abfall, wie er in verschiedenen zuckerbeeinflussten Kurven zu beobachten ist, wird auch hier wieder deutlich. Die Stufen sind am geringsten, wenn Zucker gleichzeitig mit Alkohol gegeben wird, ebenso auch bei Likör; sie sind höher, wenn nach erreichtem Resorptionsgipfel ausreichende Zuckermengen peroral gegeben werden.

Eine verzögerte oder gestörte Resorption des Alkohols, die, wie in Versuch G , im abfallenden Abschnitt der Blutalkoholkurve einen plötzlichen Abfall innerhalb 30 min um die halbe Konzentrationshöhe verursacht, dürfte kaum in Betracht kommen. Hier tritt auch nach der Zuckergabe kein Wiederanstieg ein. Wieweit dies ein direkter Reaktionsablauf ist, wie GREMELS (1948), von einer anderen Fragestellung ausgehend, annimmt, kann noch nicht sicher entschieden werden. Hier wäre an die Beobachtung von BÜRGER (1921) zu erinnern, daß nach Lävulose, intravenös gegeben,

der respiratorische Quotient steigt und ein stärkerer Calorienverbrauch einsetzt. Der calorische Mehrverbrauch könnte in diesem Abschnitt der Alkoholkurve wenigstens teilweise durch Alkohol gedeckt werden, ähnlich wie bei schwerer Körperarbeit von HECKSTEDTEN und FEHLER (1942) ein beträchtlicher Alkoholabbau beobachtet wurde. Der spezifisch schnellere Abbau linksdrehender Zucker ist von HOLM (1923) später noch einmal, ausgehend von experimentellen Untersuchungen

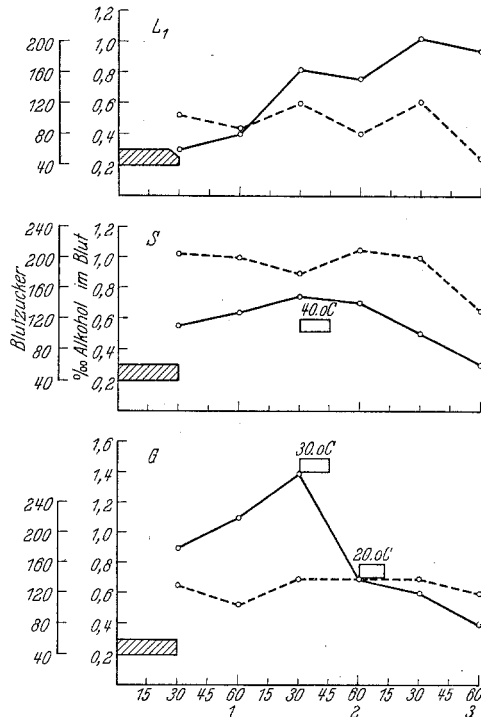


Abb. 6. Zu Versuch L_1 , S , G . L_1 Zwischen 1 und 2³⁰ Uhr, im Gegensatz zu S und G , verlangsamte Resorption, Resorptionszeiten der Blutzuckerkurve. Zwischen 1¹⁵ und 2 Uhr Säurereiz („Sodbrennen“) des Magens. S Blutzuckerspiegel nach Trinkende ungewöhnlich hochliegend und auf hohem Niveau bleibend. Keine sofortige Calorosewirkung wie in G . Bei 1³⁰ Uhr 30 cm³ Calorose intravenös. Abfall bis 2 Uhr von 1,4 auf 0,7‰.

beim Hund, auch beim Menschen nachgewiesen worden und wurde von WILDER und BOOTHBY (1923) bestätigt. Die Schwierigkeiten, Ergebnisse experimenteller Untersuchungen praktisch auszuwerten, können bei der Beurteilung der Blutalkoholkonzentration nicht hoch genug bewertet werden. Im praktischen Fall können einzelne Faktoren oft überhaupt nicht abgeschätzt werden. Schon die Möglichkeit, daß unter verschiedenartigen Einflüssen auch bei zuckerhaltigen Getränken — vor allem bei Getränken, bei denen eine leichte adstringierende Wirkung auf die Mund-, Magen- und Darmschleimhaut anzunehmen ist, wie etwa beim Wermut — mehr Alkohol als sonst üblich an die Schleimhaut fixiert und später nachresorbiert wird, kann nicht unberücksichtigt bleiben. Welche Unterschiede schon bei lockerer Fixation des Alkohols an die Mundschleimhaut während der Resorption und im ersten Abschnitt der postresorptiven Phase auftreten können, zeigte ELBEL (1949). Bereits in der Mundhöhle kann eine in der Konzentrationskurve deutlich bemerkbare Alkoholmenge fixiert worden. So eindeutig die experimentellen Ergebnisse auch sein mögen, so ist an die bekannte Forderung zu erinnern, nicht schematisch, sondern jeden Einzelfall so individuell wie möglich zu beurteilen. Wieweit aber allgemein als gültig angesehene nicht experimentell geprüfte Anschauungen irreführen können, ergibt sich aus der Beobachtung, daß zuckerhaltige oder gesüßte alkoholische Getränke tatsächlich weniger berauschend wirken.

Zusammenfassung.

1. Nach langen bis zu 6 Std ausgedehnten Trinkzeiten kann durch ein- oder mehrmalige große Zuckergaben die Blutalkoholkurve schneller abfallen.
2. Der durch diese Zuckerzufuhren bedingte Abfall erfolgt nicht linear, sondern unregelmäßig, gewöhnlich stufenförmig.
3. Da die Resorption abgeschlossen ist, so kann, selbst unter Berücksichtigung einer Resorptionshemmung bei zuckerhaltigen Getränken, der Abfall nicht nur auf einer Nicht-Resorption gewisser Alkoholmengen beruhen.
4. Die Möglichkeit, daß nach großen Zuckergaben bei peroraler Resorption ein starker Wechsel in der zirkulierenden Blutmenge eintritt, ist insofern zu berücksichtigen, als nach tiefem stufenförmigen Abfall ein geringer Wiederanstieg der Blutalkoholkurve erfolgt, sofern dieser nicht durch eine neue Zuckerzufuhr verhindert wird.
5. Die Blutalkoholkurve nach gesüßtem Alkohol läßt eine längere Resorptionszeit, gleichzeitig während der Resorption einen stärkeren Alkoholverlust erkennen.
6. Zwischen den stufenförmigen Konzentrationspunkten im post-resorptiven Abschnitt der Alkoholkurve sind bei gesüßtem Alkohol mehr oder weniger lange Plateaubildungen festzustellen.

7. Zwischen nichtgesüßtem Alkohol, etwa Weinbrand, und gesüßtem, etwa Likör, kann bei über mehrere Stunden durchgeführten Versuchen die Differenz zwischen der Alkoholkonzentration im Blut nicht ausschließlich als Resorptionsdifferenz aufgefaßt werden.

8. Nach Sekt, Weißwein und Süßwein ergeben sich in der Blutalkoholkonzentration größere Unterschiede, die einerseits auf die unterschiedliche Resorption des Sektes und des Süßweins, andererseits auf die bei verschiedenen natürlichen Getränken (Sekt, Wein, Wermut) verschiedene Diffusion zurückgehen.

9. Zwischen Alkoholkonzentration im Blut, Blutzucker und Alkoholabbau bestehen gegenseitige Beziehungen, die auf einen Zusammenhang zwischen Kohlenhydratabbau und Alkoholabbau schließen lassen.

10. Die allgemeine Ansicht, daß gesüßter Alkohol (Sekt, Likör, Süß- und Dessertweine) berauschender wirken, läßt sich im Alkoholversuch bei Benutzung gleich großer Alkoholmengen nicht bestätigen.

Literatur.

BARTENBACH, A.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blutalkoholgehalt und Rauschsymptomen bei niedrigen Blutalkoholwerten und ihre Beeinflussung durch Rohrzucker. Inaug.-Diss. Heidelberg 1949. — BARTENBACH, H. W.: Die Blutalkoholkurve nach gesüßten und ungesüßten alkoholischen Getränken. Inaug.-Diss. Heidelberg 1949. — BICKEL, A.: Biologische Wirkungen des Alkohols auf den Stoffwechsel. Leipzig 1936. — BORNSTEIN, H.: Biochem. Z. **190**, 209 (1927). — BÜRGER: Zit. HOLM: 1923. — ELBEL, H.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 538 (1949). — GREMELS, H.: Arch. exper. Path. u. Pharmacol. **205**, 57 (1928). — HECKSTEDTEN, W., u. W. FEHLER: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **36**, 311 (1936). — HOLM, K.: Z. exper. Med. **37**, 43 (1943). — KLEIN, H.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 704 (1949). — STRÖHER, R.: Weitere Untersuchungen zur Beeinflussung der Blutalkoholkurve durch Rohrzucker. Inaug.-Diss. Heidelberg 1949. — TUOVINEN, P. J.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **17**, 71 (1931). — WILDER and BOOTHBY: J. metabol. Res. **2**, 723 (1923). — WISSER, F.: Zur Beeinflussung der Blutalkoholkurve durch Mono- und Disaccharide. Inaug.-Diss. Heidelberg 1949.

Dozent Dr. HANS KLEIN, (17a) Heidelberg,
Institut für gerichtliche Medizin der Universität.