

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Greifswald. — Direktor: Prof. Dr. Hey.)

Zur Physiologie der Alkoholverbrennung nach Bier und nach Mahlzeiten.

Von

Dr. Gottfried Jungmichel,

Assistenzarzt am Institut.

Mit 3 Textabbildungen.

Bei unseren Untersuchungen über die Technik und forensische Bedeutung der *Widmarkschen*¹ Methodik zur Bestimmung des Alkoholgehaltes im Blut, die an anderer Stelle* zusammenfassend veröffentlicht sind, wurden die Werte von *Widmark* nachgeprüft und für die hiesige Bevölkerung festgelegt.

	Männer			
	r	β	b_{90} in g	$\frac{b_{90}}{p}$ in mg
Hiesige Werte.				
Höchstwert . .	0,85	0,17	8,68	126,7
Mittelwert . .	0,76 ($\pm 0,054$)	(0,123 ($\pm 0,018$))	6,67 ($\pm 1,09$)	92,8 \pm 14,6
Niedrigstwert .	0,64	0,09	4,25	68,5
Widmarksche Werte.				
Höchstwert . .	0,85	0,22	11,1	142
Mittelwert . .	0,68	0,15	7,3 ($\pm 1,75$)	98 \pm 17,1
Niedrigstwert .	0,51	0,08	4,1	Nicht angegeben

Diese gesamten Werte wurden auf Grund umfangreicher Versuche an insgesamt 60 Versuchspersonen gewonnen. Zur Berechnung verschiedener Werte fanden jedoch nur die 24 Versuche Verwendung, die an 14 männlichen Personen in mehrfachen Versuchen gefunden waren. Die Versuche fanden morgens bei völlig leerem Magen statt. Am Tage vorher durfte kein Alkohol getrunken sein. Die Anordnung dieser Versuche war so, daß den Versuchspersonen 0,5 g reiner Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht in 100 ccm Aq. dest. gelöst und mit 50 ccm Leitungswasser nachgespült gegeben wurde. Hiermit sollte vor allem auch irgendwelche Beeinflussung des Geschmackes (*Pawlow*) und auch

* Eine ausführliche Darstellung der gesamten Ergebnisse ist als Monographie: „Alkoholbestimmung im Blut. Methodik und forensische Bedeutung“. Berlin W 8: Carl Heymanns Verlag. 124 S. 1933 erschienen.

der weiteren physiologischen Vorgänge verhindert werden, was uns zur einwandfreien Beurteilung der Physiologie gerade unbedingt geboten und von anderen Versuchern nicht immer genügend beachtet erschien.

Aber nun sind noch mit einem Teil dieser 14 männlichen Versuchspersonen Untersuchungen nach Biergenuß angestellt worden. Das schien insbesondere deshalb notwendig, weil die Trinksitten in unserer Gegend derart sind, daß meist konzentrierter Alkohol in Form von „Kognak“, „Korn“ und ähnlichen Getränken mit Bier zusammen genossen oder auch fast ausschließlich Bier getrunken wird. Es sollte daher untersucht werden, ob wesentliche Unterschiede in dem Verbrennungsvermögen des Körpers für Alkohol bestehen, wenn dieser statt in Wasser gelöst in Bier enthalten gegeben wird. Dabei sind alle anderen im Bier enthaltenen Beimengungen nicht besonders beachtet worden.

Zu den Versuchen sind nur solche Versuchspersonen herangezogen worden, deren Werte für den Reduktionsfaktor = r , den Konzentrationsabfall = β , Alkoholumsetzung pro Stunde für jede einzelne Person = b_{60} und Umsetzung pro Kilogramm Körpergewicht = $\frac{b_{60}}{p}$ schon vorher mit reinem Alkohol in mehreren oder einmaligen Versuchen bestimmt war. Soweit mehrfache Bestimmungen vorlagen, wurden aus mehreren Werten die arithmetischen Mittel gebildet und dann mit den nach Biergenuß erhaltenen Werten verglichen. Es wurden 5 Versuche dieser Art angestellt an den Versuchspersonen B., F., K., L. und M. Und zwar wurde, damit ähnliche Vorbedingungen zu den anderen Versuchen gegeben waren, auch die Menge Bier so abgemessen, daß jede Versuchs-

Tabelle 1.

Ver- suchs- person	Körper- gewicht kg	ccm Bier 3,17 Gewicht %	c_0	r	β pro Minute	β pro Stunde	b_{60} in g	Alkohol- um- setzung pro kg Körper- gewicht in mg	Bemerkungen
1. B.	59,0	930	0,69	0,72	0,00177	0,11	4,55	77,12	
2. F.	66,0	1041	0,72	0,69	0,00216	0,13	5,93	89,85	
3. K.	72,5	1144	0,56	0,90	0,00150	0,09	5,81	80,14	Ausgesprochener asthenischer Habitus, 185 cm groß.
4. L.	70,0	1104	0,67	0,75	0,00242	0,14	7,60	108,57	Biergenuß gewöhnt! Vgl. da- gegen Alkohol — nüchtern in Tab. 5.
5. M.	70,0	1104	0,72	0,69	0,00275	0,16	7,97	113,86	Die Umsetzung für Alkohol bei Alk.-Ag. dest. Trunk war ebenfalls sehr hoch mit 123,57 mg.
Mittelwert für				0,75	0,00212	0,13	6,37	94	

person ebenfalls ungefähr 0,5 g Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht erhielt. Verwandt wurde Flaschenbier, dessen Alkoholgehalt vorher pyknometrisch von uns bestimmt war; er betrug um 3,17 Gewichtsprozent. Völlig genaue Abmessungen konnten bei dem stets etwas schwankenden Alkoholgehalt des Flaschenbieres nicht vorgenommen werden. Das Endergebnis zeigt die Tab. 1.

Die Tendenz der 5 Kurven war gegenüber den anderen Versuchen eine auffallend niedrige. Dies ist auch ersichtlich, wenn aus den Konzentrationswerten im Blut bei den 5 Versuchspersonen das arithmetische Mittel gebildet und dieses eingetragen wird (vgl. Abb. 1 die - - - - - Linie). Zum Zwecke eines zusammenfassenden übersichtlichen Ver-

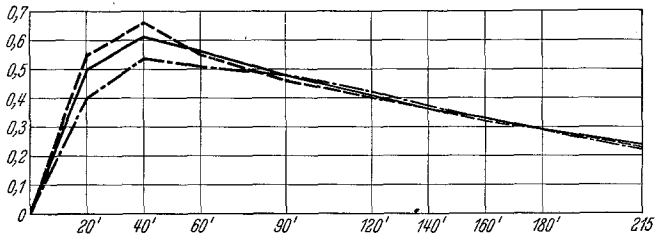


Abb. 1. — Mittelwert aus 24 Versuchen 0,5 g Alkohol pro kg Körpergewicht in Aq. dest. gelöst an 14 Versuchspersonen nüchtern (darunter B., F., K., L., M.). - - - - Mittelwert aus 9 Versuchen 0,5 g Alkohol pro kg Körpergewicht in Aq. dest. gelöst an den 5 Versuchspersonen nüchtern B., F., K., L., M. - · - · Mittelwert aus 5 Versuchen mit Bier entsprechend 0,5 g pro kg Körpergewicht an den 5 Versuchspersonen nüchtern B., F., K., L., M.

gleiches wurden ebenfalls aus den vorausgegangenen 9 Versuchen an den gleichen 5 Versuchspersonen mit Alkohol-Aq. dest.-Lösungen das arithmetische Mittel aus den Konzentrationswerten im Blut gebildet und dieses - - - gestrichelt auf der Abb. eingetragen. Das gleiche wurde mit den schon oben erwähnten 24 Versuchen mit Alkohol-Aq. dest.-Lösungen angestellt und diese Konzentrationswerte auf der gleichen Tafel mit ausgezogener Linie untereinander verbunden. Das rechnerische Resultat war folgendes:

Tabelle 2.

Versuchsart	‰									
	c ₀	c ₂₀	c ₄₀	c ₆₀	c ₉₀	c ₁₂₀	c ₁₄₀	c ₁₆₀	c ₁₈₀	c ₂₁₅
5 Versuche mit Bier an 5 Versuchspersonen	0,00	0,40	0,54	0,51	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,22
9 Versuche mit Alkohol-Aq. dest.-Lösungen an den gleichen 5 Versuchspersonen .	0,01	0,55	0,66	0,55	0,46	0,40	0,36	0,32	0,29	0,23
24 Versuche mit Alk.-Aq. dest. an 14 Versuchspersonen (die obigen 5 einbezogen).	0,01	0,50	0,61	0,56	0,48	0,41	0,36	0,33	0,29	0,24

Wenn auch die Konzentrationsgipfel der 3 verschiedenen Kurven wesentliche Unterschiede zeigten, so ist doch der Abfall der Kurve bei allen 3 Versuchsarten ungefähr der gleiche. Aus dem abfallenden Teil der Kurve wurde mit den arithmetischen Mitteln β errechnet. Es wurde aus Zweckmäßigkeitgründen aus den schon früher errechneten Werten das arithmetische Mittel genommen und zueinander in Beziehung gebracht. Dabei zeigte sich nun folgendes:

Tabelle 3.

Versuchsart	Durchschnittl. Körpergewicht kg	r	β pro Min.	β pro Std.	v_{∞} g	Alkoholumsatzg. pro kg u. Stunde mg	Bemerkungen
5 Versuche mit Bier an 5 Versuchspersonen .	67,5	0,75	0,00212	0,126 (0,13)	6,37	94,0	
9 Versuche mit Alk.-Aq. dest.-Lösung an den gleichen 5 Versuchspersonen	65,4	0,77	0,00202	0,121 (0,12)	6,10	93,3	
24 Versuche mit Alk.-Aq. dest. - Lösungen an 14 Versuchspersonen (obige 5 einbegriffen)	72,1	0,75 $\pm 0,055$	0,00203 $\pm 0,00034$	0,122 $\pm 0,02$ (0,12)	6,66 $\pm 1,27$	92,3 ± 17	Aus Tab. 23, 24, 25 und 32 in 2. des Literaturverzeichnis

Nach dieser Zusammenstellung bestehen praktisch kaum Unterschiede bei den einzelnen Versuchsarten. Die errechneten Werte stimmen entweder vollkommen überein oder sie liegen so nahe an den auf Grund von 24 Versuchen gefundenen Werten, daß noch nicht einmal der halbe mittlere Fehler erreicht wird. Damit ist bewiesen, daß trotz der verschiedenen alkoholhaltigen Getränke keine wesentlichen Unterschiede im Verbrennungsvermögen des Körpers dieser Versuchspersonen bestehen und daß in allen praktischen Fällen, in denen ein gemeinsamer Genuß von verschiedenen Getränken Kognak, Bier u. ä. stattgefunden hat, die gefundenen Mittelwerte ohne Bedenken bei der Ausrechnung angewandt werden können (vgl. jedoch später S. 164). Gleichfalls ist damit aber dargelegt, daß wissenschaftliche Versuche auch mit anderen alkoholhaltigen Getränken und vor allem ohne Rücksicht auf den prozentualen Alkoholgehalt angestellt werden können. Indessen würde es sich aus allgemein physiologischen Erwägungen heraus empfehlen,

zuerst eine Reihe von Versuchen mit reinen Alkohol-Aq. dest.-Lösungen anzustellen, um so bestimmte, unbeeinflusste Werte zu erhalten.

Während die obigen Ergebnisse an Versuchspersonen in nüchternem Zustand gewonnen wurden und bezweckten, überhaupt erst einmal die physiologischen Verhältnisse bei der Verbrennung des Alkohols darzutun, liegen die Erfordernisse der Praxis noch auf einem anderen Gebiete. Schon früher ist versucht worden, auch das Verhalten des Alkohols und seiner Konzentration im Blut nach Nahrungsaufnahme zu erforschen. Aber ebenso wie die anderen Untersuchungen scheiterte die Genauigkeit dieser Ergebnisse an der Methodik. Mit Hilfe der hier verwandten Methodik ist es erst möglich geworden, diese Fragen mit der notwendigen Sicherheit klären zu können. *Widmark* hat an 2 Versuchen, wobei er die Versuchsperson vor, während und nach der Mahlzeit Alkohol trinken ließ, die Alkoholverbrennung studiert. Er schreibt indessen diesen beiden Versuchen „präliminaren Charakter“ zu, kann jedoch auch die früheren Untersuchungen anderer Autoren bestätigen, daß nach Alkoholtrunk, der zusammen mit der Nahrung genommen wird, die Konzentration im Blut geringer ist als ohne gleichzeitige Nahrungsaufnahme. Die weitere Physiologie bei diesem Verhalten im Körper des Menschen hat *Widmark* nicht untersucht, zumal ihm auch noch nicht die Veränderlichkeit der Werte von r und β bekannt war³.

Die folgenden Ergebnisse sind an je 4 verschiedenen Versuchspersonen gewonnen. Es war zunächst durch 2 bzw. 3 Versuche der Mittelwert für c_0 , r , β , b_{60} und Umsetzung pro Kilogramm Körpergewicht nach Trinken von Alkohol-Aq. dest.-Lösungen bei nüchternem Magen bestimmt, darauf das gleiche an einem oder zwei Versuchen mit der gleichen Menge und Art der Alkohollösung nach Frühstück, dessen Gehalt an Calorien annähernd durch vorheriges Abwiegen der genossenen Nahrungsmittel festgestellt war. An diesen Versuchspersonen, deren Werte für diese beiden Versuchsarten jetzt bekannt waren, wurden nun weiter noch je 1 oder 2 Versuche mit Bier auf nüchternen Magen wie auch mit Bier nach Frühstück mit bekanntem Caloriengehalt angestellt. Jedesmal wurde von Alkohol-Aq. dest.-Lösungen wie von Bier, dessen Alkoholgehalt vorher pyknometrisch bestimmt war, soviel gegeben, daß jede Versuchsperson etwa 0,5 g Alkohol pro 1 kg Körpergewicht erhielt.

In der Tab. 4 sind die Durchschnittskonzentrationswerte im Blut bei nüchternem Magen nach Alkohol-Aq. dest.-Trunk den gleichen Werten nach eingenommenem Frühstück bei den männlichen Versuchspersonen A., B., F. und L. gegenübergestellt.

Es zeigt sich hier in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von *Widmark* und anderen früheren Autoren, daß die Konzentrationswerte im Blut weitaus niedriger sind bei Alkoholtrunk nach vorher ein-

Tabelle 4.

Versuchsperson und Versuchsart	‰									
	c_0	c_{20}	c_{40}	c_{60}	c_{90}	c_{120}	c_{140}	c_{160}	c_{180}	c_{210}
A. = Alkohol nüchtern, Mittel aus 3 Bestimmungen	0,00	0,35	0,57	0,59	0,58	0,49	0,46	0,42	0,38	0,31
Alkohol nach Frühstück.	0,002	0,15	0,18	0,27	0,30	0,41	0,38	0,33	0,27	0,23
B. = Alkohol nüchtern, Mittel aus 3 Bestimmungen	0,003	0,59	0,65	0,54	0,45	0,41	0,39	0,34	0,31	0,26
Alkohol nach Frühstück.	0,02	0,21	0,25	0,25	0,41	0,37	0,32	0,28	0,27	0,19
F. = Alkohol nüchtern, Mittel aus 2 Versuchen	0,015	0,58	0,69	0,57	0,47	0,41	0,37	0,32	0,28	0,26
Alkohol nach Frühstück.	0,00	0,42	0,36	0,37	0,33	0,31	0,25	0,23	0,22	0,16
L. = Alkohol nüchtern, Mittel aus 2 Versuchen	0,01	0,44	0,70	0,57	0,46	0,41	0,37	0,33	0,31	0,23
Alkohol nach Frühstück.	0,02	0,27	0,39	0,39	0,45	0,38	0,29	0,24	0,18	0,14

genommenem Frühstück, als wenn Alkohol auf nüchternen Magen getrunken wird. Diese Tatsache hat eine große praktische Bedeutung. Sie bestätigt die alten Erfahrungen, daß keine so große Berausung eintritt, wenn nach oder gleichzeitig mit Mahlzeiten Alkohol getrunken wird. Aus der Abb. 2 ist der Verlauf dieser beiden Vergleichskurven (I und II) zu ersehen.

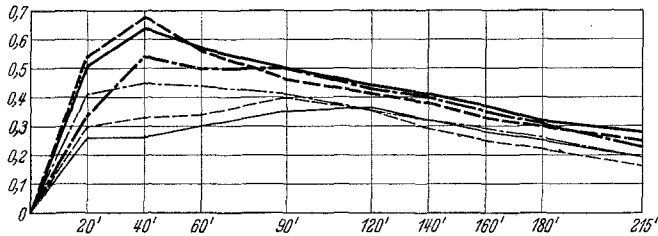


Abb. 2.

- Kurve I: ——— (dicker Strich) Alkohol/Aq. dest. bei nüchternem Magen (A., B., F.)
- „ II: ——— (dünner Strich) Alkohol/Aq. dest. nach Frühstück (A., B., F.)
- „ III: - - - - (dick gestrichelt) Alkohol/Aq. dest. bei nüchternem Magen (B., F., L.)
- „ IV: - - - - (dünn gestrichelt) Alkohol/Aq. dest. nach Frühstück (B., F., L.)
- „ V: - · - · - (dick lang-kurz gestrichelt) Bier bei nüchternem Magen (B., F., L.)
- „ VI: - · - · - (dünn lang-kurz gestrichelt) Bier nach Frühstück (B., F., L.)

Die Kurven sind wiederum so erlangt, daß aus allen Bestimmungen das arithmetische Mittel gebildet und dann dieses eingetragen wurde. Ferner sind auf dieser Tafel noch die Kurven für andere Versuchspersonen unter den gleichen oben genannten Versuchsbedingungen eingezeichnet (näheres siehe Erklärung unter der Abb. 2). Sowohl aus diesen wie auch aus dem Verlauf der Kurven V und VI, die nach Biergenuß

auf nüchternem Magen und nach Frühstück gewonnen sind, tritt deutlich der Unterschied in den jeweiligen Konzentrationswerten des Blutes zutage.

Es können nunmehr noch trotz des Frühstücks die von *Widmark* angegebenen Werte errechnet werden. Nur ist dazu notwendig, daß die auf die gleiche Weise (Rechnen mit kleinsten Quadraten nach abgeschlossener Resorption) gewonnenen Resultate zur Auswertung in Beziehung gebracht werden mit den anderen vorher schon bei der gleichen Versuchsperson in nüchternem Zustand erzielten Ergebnissen. Es ist nicht angängig, von der Bestimmung der Werte für c_0 , r , β , b_{60} und Umsetzung pro Kilogramm Körpergewicht auszugehen von Alkoholtrunk bei mit Nahrung gefülltem Magen, da sonst die Ergebnisse fehlerhaft sind und vor allem keine praktischen Errechnungen zulassen. Aus der folgenden Tab. 5 ist nämlich ersichtlich, daß sonst unter Umständen fehlerhafte Resultate gefunden werden, die in der forensischen Praxis dann zuungunsten der Angeklagten oder in ähnlicher Situation ausschlagen würden⁴. (Die Zahlen sind sämtlichst abgerundet, nachdem mit vielstelligen Zahlen die Werte errechnet waren.)

Tabelle 5.

Versuchsperson	Calorien- gehalt des Frühstücks abgerundet	kg	c_0	r	β pro Min.	β_{60}	b_{60} g	Um- setzung pro kg Körper- gewicht mg	Unterschied in der Umsetzung pro kg u. Std. %	Bemerkungen
A.	nüchtern	93,6	0,73	0,69	0,00189	0,11	7,27	77,5		Mittel aus 3 Be- [stimmungen]
	725	93,0	0,65	0,77	0,00202	0,12	8,62	92,7	+19,60	
	Unterschied		-0,08	+0,08	+0,00013	+0,01	+1,35	15,2		
B.	nüchtern	59,8	0,63	0,79	0,00177	0,11	4,99	83,44		Mittel aus 3 Be- [stimmungen]
	575	59,0	0,58	0,86	0,00179	0,11	5,48	92,54	+10,91	
	Unterschied		-0,05	+0,07	+0,00002	\pm 0,00	+0,49	+9,10		
F.	nüchtern	67,0	0,67	0,75	0,00202	0,12	6,12	91,34		Mittel aus 2 Be- [stimmungen]
	1100	66,0	0,45	1,10	0,00136	0,08	5,95	90,15	- 1,30	
	Unterschied		-0,22	+0,45	-0,00066	-0,04	-0,17	-1,19		
L.	nüchtern	67,0	0,67	0,74	0,00208	0,12	6,24	93,1		Mittel aus 2 Be- [stimmungen]
	400	67,5	0,65	0,77	0,00249	0,15	7,77	115,1	+23,6	
	Unterschied		-0,02	+0,03	+0,00041	+0,03	+1,53	+22,0		

Aus dieser Tabelle ist nun die in physiologischer Hinsicht interessante Feststellung zu entnehmen, daß die Versuchsperson A. = 93 kg bei einer Zufuhr von 725 Calorien 19,6% mehr Alkohol umsetzt als bei nüchternem Magen. Die Versuchsperson B. = 59 kg bei einer Zufuhr von

575 Calorien setzt dagegen nur noch 10,91% mehr Alkohol um. Bei der Versuchsperson F., die bei einem Gewicht von 66 kg allerdings 1100 Calorien eingenommen hat, werden dagegen nur 1,3% geringere Werte gefunden als in nüchternem Zustand. Die Versuchsperson L. = 67,5 kg setzt bei einer Zufuhr von 400 Calorien wieder nur 23,5% mehr um als in nüchternem Zustand. Diese Feststellungen, die allerdings nur an 4 verschiedenen Versuchspersonen gewonnen wurden, können bei der Gleichmäßigkeit ihrer Ergebnisse aber doch dahin ausgelegt werden, daß der Körper nur dann mehr Alkohol nach Nahrungsaufnahme umsetzt, wenn der Caloriengehalt der Nahrung ein nicht zu hoher gewesen ist. Verhältnismäßig (zum Körpergewicht) am wenigsten Calorien haben die Versuchspersonen L. und A. aufgenommen, dafür aber um so mehr Alkohol umgesetzt. Die Versuchsperson B. hat im Vergleich zum eigenen Körpergewicht und zu dem der Versuchspersonen L. und A. viel Calorien eingenommen. Sie setzt daher nur 10,91% mehr Alkohol um. Es ist anzunehmen, daß sie bei einer Aufnahme von 460 Calorien im Verhältnis zum Gewicht von A. und deren Calorienzufuhr und von 350 Calorien im Verhältnis zum Gewicht von L. und deren Calorienzufuhr ebenfalls einen höheren prozentualen Anteil an Alkohol hätte umsetzen können. Diese Annahme wird gestützt durch die Ergebnisse bei der Versuchsperson F. Diese Versuchsperson hatte bei einem Gewicht von nur 66 kg 1100 Calorien aufgenommen. Durch diese verhältnismäßig hohe Calorienzufuhr war der Körper nicht in der Lage, in der vorgeschriebenen Versuchsanordnung (sitzende Ruhehaltung) auch noch den zugeführten Alkohol schnell genug umsetzen zu können. Es ist anzunehmen, daß bei einer Zufuhr im Verhältnis zu L. von 391 Calorien und zu A. von 514,5 Calorien auch F. prozentual mehr Alkohol hätte umsetzen können. Ebenso kann umgekehrt angenommen werden, daß die Versuchsperson A., wenn sie im Verhältnis zu F. 1550 Calorien eingenommen hätte, auch etwa 1,3% Alkohol weniger umgesetzt haben würde als im nüchternen Zustand. Das gleiche geringere Umsetzungsvermögen für Alkohol wäre dann bei B. und L. beobachtet worden, wenn diese im Verhältnis zu F. 983 bzw. 1125 Calorien aufgenommen hätten. Allerdings ist in diesen Versuchen bei ihrem Beginn nicht auf die besondere Zusammensetzung des Frühstücks geachtet worden insofern, da von allen 3 Versuchspersonen sowohl Fett wie auch Kohlehydrate und Eiweiß aufgenommen wurden.

Das Frühstück von A. setzte sich zusammen:

50 g Butter	387,00	Calorien
3 Brötchen	297,791	„ (1 Brötchen = 34,23 g)
12 g Zucker	49,2	„ (+ 3 Tassen Bohnenkaffee)
	<hr/>	
	733,991	= rund 725 Calorien

Das Frühstück von B. bestand aus:

31,13 g Butter	240,86	Calorien	
3 Brötchen	297,791	„	
59,5 ccm „Vitaminamilch“ = 61,54 g	41,23	„	(+ 2 Tassen Bohnenkaffee)
	<u>579,881</u>		= rund 575 Calorien

Das Frühstück von F. bestand aus:

193,9 g Brot	460,53	Calorien	
125,0 g Salamiwurst	170,00	„	
63,0 g Butter	487,62	„	(+ 2 Tassen Bohnenkaffee)
	<u>1118,15</u>		= rund 1100 Calorien

Das Frühstück von L. bestand aus:

2 Brötchen	198	Calorien	
26 g Butter	201	„	
	<u>399</u>		= rund 400 Calorien

Die vorstehenden Ergebnisse scheinen also darzutun, daß bei mäßiger Calorienzufuhr mehr Alkohol als in nüchternem Zustand umgesetzt wird. Bei reichlicher Calorienzufuhr wird weniger Alkohol umgesetzt. Diese Feststellungen stehen durchaus in Einklang mit den bekannten Ergebnissen aus der Physiologie über die Ersparung anderer Nahrungsstoffe durch Zufuhr von Alkohol (*Rosemann*). Die Veränderungen im Umsetzungsvermögen liegen vornehmlich bei A. und B. in der Veränderung von r , bei B. sowohl in der Veränderung von r wie auch von β . Man kann aber r hier nicht mehr als Verteilungsfaktor für den ganzen Körper ansehen, und $p \times r$ nicht in dem *Widmarkschen* Sinne nur als „reduziertes Körpergewicht“, sondern muß dann den durch frühere Versuche gefundenen Unterschied subtrahieren. Der Wert für r wird um so größer, je mehr Calorien im Verhältnis zum Körpergewicht aufgenommen sind. Bei F. ist festzustellen, daß trotz einer sehr hohen Steigerung des r um 46,66% durch die aber verhältnismäßig noch stärkere Senkung des Wertes für β um 32,67% bei nur 1 kg niedrigerem Körpergewicht doch der Wert für die Umsetzung pro Kilogramm pro Stunde um 3,09% niedriger ist. Die praktische Bedeutung der obigen Versuche liegt auch noch darin, daß in etwa verlangten Fällen auch die Angaben nachgeprüft werden können, die sich beziehen auf Alkoholgenuß nach eingenommenen Mahlzeiten und dem angegebenen Berausungsgrad⁶.

Die gleichen Untersuchungen wurden nun auch noch nach Biergenuß angestellt mit den männlichen Versuchspersonen B., F. und L. Es wurden ebenfalls zunächst sämtliche Werte für diese Versuchspersonen im nüchternen Zustand für Alkohol- und Biertrunk bestimmt (vgl. S. 154 in Tab. 1, Nr. 1, 2 und 4). Sodann nahmen diese gleichen Personen an späteren Tagen ein Frühstück mit nachträglich errechnetem Caloriengehalt zu sich. An Bier wurde wiederum so viel gereicht, daß ungefähr 0,5 g Alkohol auf 1 kg Körpergewicht getrunken wurden. Das Trinken

mußte wie auch in den vorher geschilderten Versuchen mit Bier sehr schnell erfolgen. Es dauerte aber doch einmal bis 10 Minuten, da das Trinken der verhältnismäßig großen Flüssigkeitsmenge nach eingenommenem Frühstück erhebliche Schwierigkeiten bereitete und vermieden werden sollte, durch zu beschleunigtes Trinken Erbrechen herbeizuführen, wodurch dann der Versuch ein ungenaues Ergebnis hätte zeitigen können. Die durchschnittlichen Konzentrationswerte im Blut von den 3 Versuchspersonen sind wiederum als arithmetisches Mittel genommen. Der Verlauf der ganzen Kurven (*V* und *VI*) ist auf Abb. 2 dargestellt. Die Wiedergabe der einzelnen Konzentrationswerte erübrigt sich im vorliegenden Falle. Indessen seien in Tab. 6 die übrigen Werte gegenübergestellt.

Tabelle 6.

Versuchs- person	Calorien	kg	c_0	r	β pro Min.	β_{60}	b_{60} g	Um- setzung pro kg u. Std. mg	Unterschied in der Umsetzung %	Bemerkungen
B.	nüchtern	59,0	0,69	0,72	0,00177	0,11	4,55	77,12		
	575	59,0	0,61	0,81	0,00187	0,11	5,33	90,30	+17,10	
	Unterschied		-0,08	+0,09	+0,00010	$\pm 0,00$	+0,78	+13,18		
F.	nüchtern	66,0	0,72	0,69	0,00216	0,13	5,93	89,85		
	1100	66,0	0,52	0,96	0,00148	0,09	5,62	85,15	-5,23	
	Unterschied		-0,20	+0,27	-0,00068	-0,04	-0,31	-4,70		
L.	nüchtern	70,0	0,67	0,75	0,00242	0,14	7,60	108,57		L. ist vornehmlich Biertrinker. Beim Alk.-Aq.dest.-Nüchternversuch betrug die Umsetzung pro Kilogramm Körpergewicht in 1 Std. nur 93,1 mg; vgl. Tab. 5
	500	69,0	0,59	0,85	0,00204	0,12	7,16	103,77	-4,42	
	Unterschied		-0,08	+0,10	-0,00038	-0,02	-0,44	-4,80		

Aus diesen Versuchen ist das gleiche zu beobachten, daß nämlich nicht unbedingt nach einer Mahlzeit auch der im Bier enthaltene Alkohol schneller vom Körper verbrannt werden muß. Infolge des hohen Gehaltes des Bieres an Kohlehydraten und anderen Stoffen ist jedoch eine restlose Klärung dieser Fragen noch nicht gelungen. Die Tatsache ist jedoch auch in diesen Versuchen zu beobachten, daß trotz der niedrigeren Konzentrationen im Blut und der dadurch bedingten geringeren Berausungszeichen die Alkoholumsetzung nicht beschleunigt zu sein braucht. Es ist damit auch wiederum indirekt die Theorie von *Widmark* bestätigt worden, daß der Alkohol im Körper nach der von *Arrhenius* als das Gesetz „der Reaktion der nullten Ordnung“ bezeichneten Regelmäßigkeit erfolgt.

Diese Verhältnisse lassen sich auch kurvenmäßig darstellen. Auf der Abb. 3 sind aus den Werten von den Versuchspersonen A., B., F. und L. nach nüchtern-Alkohol-Aq. dest.-Trunk, wie auch von B., F. und L. nach nüchtern-Biertrunk die arithmetischen Mittelwerte der Blutkonzentrationen gebildet und eingetragen (obere Kurve I). Das gleiche ist bei A., B., F. und L. nach Frühstück-Alkohol-Aq. dest.-Trunk sowie bei B., F. und L. nach Frühstück-Biertrunk geschehen, und die aus diesen beiden letzten Werten gefundenen arithmetischen Mittel eingetragen (untere gestrichelte Kurve II). Aus dem Verlauf der Kurven

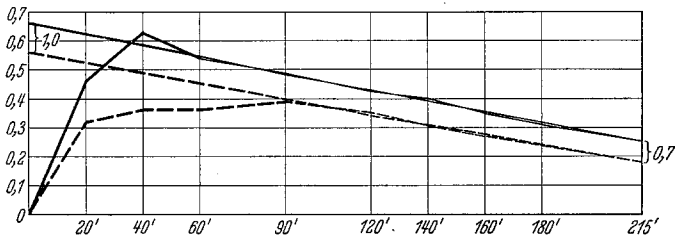


Abb. 3. ——— Alkohol/ Aq. dest. bei nüchternem Magen A., B., F., L. und Bier bei nüchternem Magen B., F., L. - - - - - Alk./Aq. dest. nach Frühstück A., B., F., L. und Bier nach Frühstück B., F., L.

ist sowohl die verschiedene Resorption, die Verschiedenheit in der Höhe der Blutkonzentrationswerte wie auch der verschiedene Konzentrationsabfall zu entnehmen.

Es wurde noch ferner versucht, die weiteren Werte für c_0 , r und β usw. zu ermitteln. Es wurden dazu die arithmetischen Mittel der Gewichte der Versuchspersonen nüchtern und nach Frühstück genommen, die auf Grund dieses erhaltenen Wertes getrunkene Alkoholmenge bestimmt (0,5 g pro Kilogramm Körpergewicht), und dann die Werte errechnet (vgl. folgende Tab. 7).

Tabelle 7.

	Nüchtern	Nach Frühstück
Durchschnittsgewicht . . .	72,1 kg	68,5 kg
Getrunkene Alkoholmenge .	36,05 g	34,25 g
c_0	0,66	0,56
r	0,76	0,89
β	0,001907	0,001775
	0,00191	0,001775
β_{60}	0,115 (0,11)	0,106 (0,11)
b_{60}	6,3 g	6,73 g
Alkoholumsetzung pro Kilo-		
gramm und Stunde = $\frac{b_{60}}{p}$	87,4 mg	98,3 mg
Theoretisch war der Alkohol		
verbrannt nach	5 Std. 43 Min.	5 Std. 5 Min.

Wenn auch diese Gegenüberstellung bei der Verschiedenheit der Calorienmenge kein endgültiges Ergebnis liefern kann, so geht doch soviel aus der Tabelle hervor, daß nur durch die Erhöhung des r von 0,76 auf 0,89 nach Frühstück die vergrößerte Alkoholumsetzung bedingt ist. Würde der Wert für r aus den nüchtern-Versuchen von 0,76 der Berechnung zugrunde gelegt, so würden Ergebnisse gewonnen, wie sie den schon von *Widmark* ermittelten Werten entsprächen¹ (S. 69 bis 71). Es würden bei Anwendung der Nüchternwerte $r = 0,76$ und $\beta = 0,115$ geringere Mengen gefunden werden, als wirklich getrunken waren, und zwar würden 30,295 g nur rechnerisch wieder ermittelt werden können, statt der tatsächlich getrunkenen Menge von 34,25 g, also würden 11,5% weniger gefunden werden. Legt man aber die jetzt gefundenen Werte von r und — trotz des etwa kleineren Wertes — von β (vgl. auch die Verschiedenheit im Abfall der Kurve) zugrunde, so ist zu entnehmen, daß sogar um 11,2% mehr Alkohol pro Stunde umgesetzt würde, als im Nüchternzustand. Natürlich können mit den auf diese Art gefundenen Werten für r nun nicht mehr zu gleicher Zeit vergleichende Untersuchungen über die Physiologie der Alkoholverbrennung und solche über die Verteilung des Alkohols im Körper im Sinne der an anderer Stelle² eingehend erwähnten *Carpenterschen* Versuche und der zuerst von *Widmark* aufgestellten Bezeichnung „reduziertes Körpergewicht“ erfolgen.

Es ist also auch in diesem Falle die Umsetzung des Alkohols nicht immer gleich mit der Geschwindigkeit der Verbrennung, sondern es verschwindet Alkohol in der aufgenommenen Nahrung. Aus dem Zusammenwirken dieser beiden Momente: Verschwinden von Alkohol in der Nahrung (dadurch geringere Konzentration im Blut) und dem durch den erhöhten Faktor von r bedingten größeren Wert für b_{60} erklärt sich dann die geringere Berausung nach Alkohol bei vorher eingenommenen Mahlzeiten.

Aus der Tab. 6 ergibt sich nun noch ferner, daß die Versuchsperson L., die fast ausschließlich an mäßigen Biergenuß gewöhnt ist, bei dem Alkohol-nüchtern-Versuch um 15,45% weniger reinen Alkohol verbrannte, als wenn dieser in Bier gelöst verabfolgt wird. Diese Beobachtung ist geeignet, die gelegentlich scheinbar sich widersprechenden Feststellungen zu erklären, wenn an Bier Gewöhnte keine konzentrierteren alkoholhaltigen Getränke oder auch sogar an Rotwein gewöhnte Trinker — abgesehen von den Magen-Darmerscheinungen — keinen Weißwein „vertragen“ können und schon nach geringeren Mengen Weißwein Berausungssymptome zeigen. Diese Unterschiede sollen sogar nach Mitteilungen eines alten erfahrenen Weinhändlers soweit gehen, daß selbst Rhein- und Moselweine z. B. bei der gleichen Person ganz verschiedene Wirkungen in Bezug auf Berausungszeichen ausüben. Es ist anzunehmen, daß neben anderen physiologischen Verschieden-

heiten (Zuckergehalt, Fruchtsäuren, Gerbsäure) diese Unterschiede in der Gewöhnung des Körpers für das gleiche stets in größerer Menge zugeführte Getränk gegenüber dem vollkommen ungewohnten Getränk zu suchen sind.

Aus dem Verlauf der Kurven auf Abb. 2 ist nun noch zu entnehmen, daß die Kurven *II*, *IV*, *V* und *VI* und aus Abb. 3, Kurve *II* eine Tendenz zwischen der 20. und 120. Minute zu gradlinigem Verlauf zeigen. Eine ähnliche Beobachtung ist zuerst von *Gréhant* gemacht worden, der daraus die Behauptung ableiten zu können glaubte, daß bei allen Menschen mehr oder weniger lange Zeit nach Alkoholtrunk ein sog. „Plateau“, d. h. gleichbleibende Blutkonzentrationswerte aufträten. Wie sich in Übereinstimmung mit sämtlichen *Widmarkschen* Untersuchungen auch aus den vorliegenden nach Alkoholtrunk bei nüchternem Magen gewonnenen Kurven ergibt, wurde dieses *Gréhant*-sche Plateau sonst niemals beobachtet. Das Plateau tritt nur dann auf, wenn der Alkohol in großer Flüssigkeitsmenge in Form von Bier gereicht wird oder wenn vor dem Alkoholtrunk eine Mahlzeit eingenommen war. Es ist diese Erscheinung auf die Resorptionsverhältnisse im Magen-Darmkanal zurückzuführen, wie an anderer Stelle⁷ ausführlicher dargestellt ist (vgl. auch *Graf* und *Flake*⁸).

Zusammenfassung.

1. Nach Biergenuß bei nüchternem Magen verläuft die⁴ Alkoholkonzentrationskurve im Blut besonders in der ersten Zeit (20—90 Minuten) flacher als nach Genuß von reinem Alkohol, der in Wasser gelöst, aber konzentrierter ist.
2. Wesentliche Unterschiede im Brennungsvermögen des Körpers bei Genuß verschiedenartiger alkoholhaltiger Getränke bestehen nur dann, wenn ausgesprochene Gewöhnung an ein bestimmtes Getränk besteht.
3. Auch bei Alkoholgenuß nach Mahlzeiten lassen sich die von *Widmark* angegebenen Werte errechnen; indessen stellen sie dann nicht mehr Vergleichswerte für Nüchternuntersuchungen dar.
4. Die Größe des Wertes für r bei Alkoholgenuß nach Mahlzeiten wird bedingt durch den Caloriengehalt der Nahrung.
5. Aus dem Verschwinden von Alkohol in der Nahrung (dadurch geringere Konzentration im Blut) und dem durch den erhöhten Faktor von r bedingten größeren Wert für b_{60} ist die geringere Berausung nach Alkohol bei vorher eingenommenen Mahlzeiten zu erklären.
6. Das *Gréhantsche* Plateau tritt nur dann auf, wenn der Alkohol in großer Flüssigkeitsmenge gereicht wird, oder wenn vor dem Alkoholtrunk eine Mahlzeit eingenommen war. Diese Erscheinung ist auf die Resorptionsverhältnisse im Magen-Darmkanal zurückzuführen.

Literaturverzeichnis.

¹ *Widmark*, Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmungen. 139 S. (Literatur). Urban & Schwarzenberg 1932. — ² *Jungmichel*, Alkoholbestimmung im Blut. Methodik und forensische Bedeutung. Berlin: Carl Heymanns Verlag. 124 S. 1933. — ³ *Jungmichel*, Konstitution und Umwelt bei der Alkoholverbrennung im menschlichen Körper. Z. Konstit.forsch. **17**, S. 589—603 (1933). — ⁴ *Jungmichel*, Die praktische Bedeutung der Widmarkschen Alkoholbestimmung. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **21**, S. 463—473 (1933). — ⁵ *Rosemann*, Umsatz der Nährstoffe. VI. Alkohol. In Handbuch der Biochemie. 2. Aufl. 8. Spezielle Stoffwechsellehre. **1925**, 482—533. — ⁶ *Jungmichel*, Epilepsie und Alkoholbestimmung im Blut. Allg. Z. Psychiatr. **100**, H. 6/8 (1933). — ⁷ *Jungmichel*, Die Resorption von Äthylalkohol unter besonderer Berücksichtigung bei Alkoholgewöhnung. Erscheint demnächst in Arch. f. exper. Path. — ⁸ *Graf u. Flake*, Zur Frage des Verlaufes der Alkoholblutkonzentration. Arb.physiol. **6**, 141—168 (1932).
