

Untersuchungen über das Schicksal des Alkohols in der Mundhöhle.

Von

Dr. Herbert Elbel und Dr. Ilse Schmidt.

Die Mundschleimhaut spielt nicht nur als Resorptionsstätte des Alkohols eine Rolle — die ersten Untersuchungen darüber stammen von *Nemser* —, sondern auf ihr, bzw. in die Mundhöhle wird auch Alkohol ausgeschieden, anscheinend vorwiegend durch den Speichel. Die quantitative Rolle der Alkoholresorption im Munde dürfte nicht groß sein. Es ist jedoch notwendig gewesen, dieser Fragestellung mehrfach nachzugehen, weil der Alkoholgehalt des Speichels eine gewisse praktische Bedeutung hat: wiederholt ist der Vorschlag gemacht worden, den Speichelalkoholgehalt zur Trunkenheitsdiagnose heranzuziehen. Die andere praktisch wichtige Frage ist, ob etwa durch Einbringen von Alkohol in die Mundhöhle ein positiver Blutalkoholwert erzeugt werden könne (Kellermeister), wie das fälschlicherweise von Betroffenen schon behauptet worden ist.

Außer *Nemser* haben sich auch andere Autoren mit der mengenmäßigen Bestimmung des Alkohols im Speichel befaßt. *Nicloux* fand Werte, die etwa 1,2—1,4mal so hoch waren, wie der Blutalkoholgehalt. Die Untersuchungen sind an SammelSpeichel ausgeführt. Exaktere Arbeiten über diese Frage stammen von *Linde*, der für den Parotispeichel eine ganz gesetzmäßige Beziehung zum Blutalkohol mit dem Verhältnis 1,2:1 festgestellt hat. Damit stimmen Untersuchungen von *Friedemann*, *Vollenbruck* und *Elbel* überein. Nach *Elbel* ergibt sich aus dem gegenseitigen Verhältnis von Speichel- und Blutalkoholkurve ein Beweis für die Verbreitung des Alkohols im Körper durch Diffusion (*Widmark*). Ganz entsprechende Ergebnisse hat *R. M. Mayer* gehabt, der allerdings falsche Schlußfolgerungen aus diesem Befunde zog. *Abels* behauptet, im Speichel finde sich weniger Alkohol als im Blute. Auch das ist verständlich, wenn man berücksichtigt, daß in bestimmten Phasen des Alkoholumsatzes, nämlich vor Abschluß der Resorption — dieser Zeitpunkt kann bekanntlich sehr weit hinausgeschoben sein — der Speichelalkohol tatsächlich geringer ist, als der Blutalkohol. Im übrigen halten wir von der *Abels*schen Bestimmungsmethode für Alkohol nichts. In neuerer Zeit haben *Fabre* und *Kahane* das Verhältnis Speichel —: Blutalkohol wie 1,06:1 gefunden. Diese Autoren haben sich aus praktischen Erwägungen auch dafür interessiert, wie groß der

Zeitabstand zwischen Beendigung des Trinkens und Speicheluntersuchung mindestens sein muß, um zu gewährleisten, daß man tatsächlich nur wieder ausgeschiedenen resorbierten Alkohol bestimmt. Sie haben festgestellt, daß etwa 20—25 Minuten dazu genügen (natürlich ist aus Gründen der Resorption und Diffusion nach so kurzer Zeit eine Speichelalkoholbestimmung noch nicht angebracht).

In der vorliegenden Untersuchung sind wir von der bereits genügend sicher feststehenden Tatsache ausgegangen, daß ein Teil des Alkohols bereits in der Mundhöhle verschwindet. Wir waren bestrebt, festzustellen, welchen Einfluß die Dauer des Aufenthaltes in der Mundhöhle auf die Größe des Defizites hat, ferner, ob das Verschwinden von Alkohol durch Bewegung der alkoholischen Lösung im Munde quantitativ beeinflußt wird. Schließlich interessierte es uns, ob das Defizit nur durch Resorption entsteht, oder ob es sich dabei auch oder sogar vorwiegend um eine Art Imprägnation der Mundschleimhaut handelt. Dieser Frage mußte näherzukommen sein, wenn man feststellte, wie lange der Speichelalkohol höher ist, als er durch Resorption und Wiederausscheidung sein könnte. Die für die Beantwortung dieser letzten Frage erforderlichen Methode ist naheliegend: Man mußte durch Nachspülung zunächst allen „freien“ Alkohol aus der Mundhöhle entfernen. Der verbleibende Rest könnte jedoch immer noch teils resorbiert, teils von der Schleimhaut in anderer Weise fixiert worden sein. Der nicht-resorbierte Teil müßte sich dann durch weitere Spülung entfernen lassen. Die Frage der Resorption im engeren Sinne wollten wir durch Dauer-spülversuche klären.

Als Versuchsperson diente die eine von uns, um eine Gewähr dafür zu haben, daß nichts verschluckt wurde. Als Getränk diente Likör von 30 Gewichtsprozenten Alkoholgehalt. Es wurden jeweils 15 ccm ab-

Tabelle 1. Einfluß der Dauer der Spülung auf die Abnahme des Alkoholgehaltes in der Spülflüssigkeit.

Spülung mit g Alkohol	Dauer Minuten	g Alkohol in der Spülflüssigkeit	Verlust in Proz.
4,38	2	3,82	12,78
	4	3,56	18,72
	6	3,50	20,09
	8	3,23	26,26
	10	3,45	18,49
4,5	2	3,98	11,56
	4	3,95	12,22
	6	3,75	16,67
	8	3,68	17,78
	10	3,60	20,00
	12	3,44	23,56

gemessen, dabei zeigte sich, daß bei bestimmten Versuchen diese Menge zu groß war: Bei der Dauerspülung konnte nur mit 10 ccm gearbeitet werden.

Die Rolle der Dauer der Spülung auf die Abnahme des Alkoholgehaltes in der (mengenmäßig stets zunehmenden) Spülflüssigkeit ist aus der Tab. 1 ersichtlich.

In dieser Tabelle zeigt sich, daß der Alkoholverlust in den ersten 2 Minuten schon beträchtlich ist und daß er mit längerer Spüldauer eindeutig zunimmt. Bei den Werten in der Tabelle handelt es sich um die mittleren Zahlen aus mehreren Versuchen.

Gewisse Unregelmäßigkeiten im Defizit, die jedoch in den Mittelwerten der Tab. 1 nur einmal (bei der 10-Minutenspülung mit 4,38 g Alkohol) in Erscheinung treten, brachten uns auf den Gedanken, es könnte Bewegung der in die Mundhöhle eingebrachten Flüssigkeit eine Änderung des Alkoholverlustes bewirken. Bei den zur Klärung dieser Frage angestellten Versuchen (Tab. 2) haben wir zwecks genauerer Erfassung des verbliebenen Alkoholrestes das Gefäß und die Mundhöhle einmal kurz nachgespült und diese Reinigungsflüssigkeit mit der eigentlichen Spülflüssigkeit vereinigt.

Aus der Tab. 2 ergibt sich erstens eine Bestätigung der Tatsache, daß die Spüldauer an sich das Defizit beeinflusst. Ferner ist zu sehen, daß bei Bewegung der Alkoholverlust um rund 50 % größer wird.

Jetzt läßt sich das Ergebnis der 10-Minutenspülung mit 4,38 g Alkohol (Tab. 1) erklären: Der Verlust betrug dort nach 8 Minuten 26,26 %, nach 10 Minuten jedoch nur 18,49 %. Der Grund liegt darin, daß man, um überhaupt so lange spülen zu können, gezwungen war, jede Bewegung

des Mundinhaltes zu vermeiden; übrigens war das ohnedies infolge der rasch zunehmenden Speichelbeimengung gar nicht möglich. Wie schon erwähnt, mußten wir aus diesem Grunde bei länger dauernden Spülungen die Flüssigkeitsmenge auf 10 ccm herabsetzen.

Wie *Fabre* und *Kahane* festgestellt hatten, verbleibt 20—25 Minuten nach dem Trinken noch Alkohol in der Mundhöhle. Wir haben auch darauf hin Versuche angestellt (Tab. 3). Es wurde zuerst 2 und 4 Minuten lang gespült, nachher durfte der sich zunächst bildende Speichel geschluckt oder ausgespuckt werden. 10 Minuten nach Beendigung der Spülung wurde die erste Speichelprobe entnommen und von da an der Speichel zwischen den in der Tab. 3 angegebenen Zeiten gesammelt.

Tabelle 2.
Abhängigkeit des Alkoholverlustes
von der Bewegung der Spülflüssigkeit
in der Mundhöhle.

Dauer der Spülung in Minuten	Alkoholverlust in Proz.	
	ruhig	bewegt
4	15,19	22,36
8	15,61	27,63
12	22,36	31,33

Tabelle 3. Alkoholgehalt des Speichels 10—25 Minuten nach Beendigung einer Alkoholspülung.

Dauer der Spülung in Minuten	Speichelalkoholkonzentration (Sammelspeichel)			
	Nach 10 Min.	Nach 10—15 Min.	Nach 15—20 Min.	Nach 20—25 Min.
2	0,92	0,24	0,12	0
2	0,48	0,19	0,07	0,03
4	0,30	0,04	0,04	0
4	0,42	0,21	0,07	0,05

Es ist also eine unregelmäßige Abnahme mit der Zeit festzustellen. Auffallend war der Befund, daß nach der 2-Minutenspülung mehr Alkohol im Speichel vorhanden war, als nach der 4-Minutenspülung. Es scheint also, als ob mit zunehmender Dauer der Spülung der Alkoholgehalt des Speichels 10—25 Minuten nach Beendigung der Spülung abnehmen würde. Wir haben daher diesen Versuch wiederholt und, um exaktere Bedingungen zu schaffen, unmittelbar nach der Alkoholspülung 2 Minuten lang kräftig die Mundhöhle mit Wasser ausgespült. Dann sammelten wir den Speichel 5-Minutenweise. Das Ergebnis zeigt die Tab. 4.

Tabelle 4. Einfluß der Dauer des Spülens auf den Alkoholgehalt des Speichels nach Beendigung der Spülung. „Freier“ Alkohol in der Mundhöhle wurde durch kräftiges Nachspülen mit Wasser vor Entnahme der Speichelprobe beseitigt.

Dauer der Spülung in Minuten	Speichelalkoholkonzentration (Sammelspeichel)		
	Nach 2—7 Min.	Nach 7—12 Min.	Nach 12—17 Min.
2	0,74	0,06	0
4	0,68	0,18	0
6	0,66	0,09	0,03
8	0,42	0,10	0,03
10	0,37	0,10	0
2	0,60	0,31	0,16
4	0,45	0,16	0,09
6	0,50	0,16	0,09
8	0,41	0,16	0,05
10	0,41	0,14	0,07
12	0,31	0,09	0,07

Wie diese Tabelle zeigt, hat sich mit steigender Zeitdauer der Spülung ein Abfall der Alkoholwerte im Speichel ergeben. Die Erklärung dieses Verhaltens liegt nahe: Der Alkohol imprägniert die Schleimhaut zunächst nur oberflächlich und wird nach Beendigung der Spülung allmählich wieder freigegeben. Das Absinken bei länger dauernder Spülung beruht darauf, daß durch die Verdünnung mit Speichel die Alkoholkonzentration der Spülflüssigkeit um so geringer wird, je länger

man spült. Aus den Versuchen der Tabellen 3 und 4 ergibt sich ferner, daß es sich bei den in den ersten Versuchen festgestellten Alkoholdefiziten unmöglich nur oder auch nur vorwiegend um resorbierten Alkohol handeln kann. Wir haben den Versuch unternommen, zu berechnen, wieviel Alkohol in Grammen sich überhaupt aus der Schleimhaut noch herausspülen lassen. Diese Berechnungen führen jedoch zu keinem exakten Ergebnis, weil ja die Quote des resorbierten und wieder ausgeschiedenen Alkohols nicht zahlenmäßig erfaßt und daher auch von der gesamten herausgespülten Alkoholmenge nicht abgezogen werden kann. Jedenfalls macht die Resorption bei der Entstehung des Alkoholdefizites in der Mundhöhle *zunächst* nur einen geringen Bruchteil aus. Es ist anzunehmen, daß im Laufe einiger Zeit der in die Schleimhaut eingetretene Alkohol noch weitergehend resorbiert wird. Ein wahrscheinlich nicht unwesentlicher Teil wird in den der Spülung folgenden 20—30 min mit dem Speichel verschluckt.

Der Frage der Resorption gingen wir auch noch auf andere Weise nach: Wir spülten 1½ Stunden lang mit 30proz. Likör. Technisch ließ sich das nur so durchführen, daß wir immer 8 min spülten, dann die Spülflüssigkeit ausspuckten und eine Pause von wenigen Minuten einlegten. Hierauf wurde neuerlich Likör in den Mund genommen und das Verfahren auf diese Weise 8mal fortgesetzt. Spülflüssigkeit und Speichel wurde durchgehend gesammelt. Dabei ergab sich in wiederholten Versuchen, daß bei leichter Bewegung des Mundinhaltes im Durchschnitt ein Alkoholverlust von 20% aufgetreten ist. Dieser Wert stimmt mit den Verlustzahlen für 8 min lange Spülung auf Tabelle 1 gut überein. Gleichzeitig glauben wir damit das Maximum der Resorptionsmöglichkeit aus der Mundhöhle erreicht zu haben. Bei unserer Versuchsanordnung mußte zur Durchführung bereits große Energie aufgewandt werden und es trat auch eine unangenehme Schädigung der Mundschleimhaut auf. Der eigentliche Versuch bestand nun darin, daß wir nach der 8. Spülung, sowie 15, 30, 45 und 60 min später Blutalkoholbestimmungen ausgeführt haben. Die Werte waren stets negativ. Dieses Ergebnis wird durch eine rechnerische Nachprüfung gesichert. Es ergibt sich nämlich, daß bei jeder Spülung durchschnittlich 0,9 g Alkohol verloren gingen, im ganzen betrug das Defizit also 7,2 g. Wie oben gerade erwähnt wurde, dürfte davon wahrscheinlich nur ein kleiner Teil tatsächlich aus der Mundhöhle in das Blut aufgenommen worden sein. Aber auch bei der unhaltbaren Annahme, daß das ganze Defizit durch eine „echte“ Resorption entstanden ist, kann innerhalb von 90 min kein positiver Blutalkoholgehalt entstehen. Das ergibt sich ohne weiteres bei einer Berechnung der theoretischen Höchstkonzentration c_0 nach

$$\text{Widmark: } c_0 = \frac{A}{p \cdot r} = \frac{7,2}{56 \cdot 0,6} = 0,21\text{‰.} \text{ Dabei haben wir den Fak-}$$

tor r absichtlich nur mit 0,6 angenommen. Unterstellt man nun, daß (die Versuchsperson war eine Frau) in der Stunde auch nur 5 g Alkohol verbrannt worden sind, so ergibt sich für $1\frac{1}{2}$ Stunden bereits ein Wert von 7,5 g. Es ist also sowohl praktisch erwiesen, als auch theoretisch gar nicht möglich, daß von der Mundhöhle aus eine Erhöhung des Blutalkoholgehaltes über die Norm erreicht werden kann.

Zusammenfassung.

1. Spült man die Mundhöhle mit einer 30proz. Alkohollösung, so gehen 15—30% des Alkohols verloren. Der Alkoholverlust steigt mit der Dauer der Spülung. Er ist bei intensiven Spülbewegungen wesentlich größer als bei Ruhigstellung des Mundes.

2. Das Alkoholdefizit der Spülflüssigkeit entsteht nur zum Teil durch direkte Resorption aus der Mundhöhle. Der andere Teil wird gleich wieder ausgeschieden und teils mit dem Speichel verschluckt, teils später allmählich nachresorbiert.

3. Durch Spülen mit Alkohol kann kein positiver Blutalkoholbefund erzeugt werden. Dies ergibt sich sowohl aus einer rechnerischen Überlegung, als auch aus durchgeführten experimentellen Nachprüfungen

Literaturverzeichnis.

Abels, zit. nach *Fabre* u. *Kahane*. — *Elbel*, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Beurteilung von Blutalkoholbefunden. Leipzig 1937. — *Fabre* et *Kahane*, Ann. Méd. lég. etc. **17**, 1019 (1937). — *Friedemann*, Ber. Physiol. **106**, 225 (1938); **109**, 241 (1939). — *Linde*, Arch. f. exper. Path. **167**, 285 (1932). — *Mayer, R. M.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **26**, 250 (1936). — *Nemser*, Z. physiol. Chem. **53**, 356 (1907). — *Vollenbruck*, Arch. f. exper. Path. **187**, 731 (1937). (Düsseldorfer Diss.) — *Widmark*, Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Berlin-Wien 1932.