

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt a. M. (Direktor: Prof. Dr. med. F. WIETHOLD †)

Gaschromatographische Untersuchungen über die Verweildauer von Äthanol in den Schleimhäuten der Mundhöhle nach Alkoholgenuß

Von

G. LINS und H. W. RAUDONAT

Mit 2 Textabbildungen

(Eingegangen am 3. Juni 1961)

Da in zunehmendem Maße die zur Atemalkohol-Vorprobe verwendeten *Alcotest*-Röhrchen* in der Praxis Verwendung finden, scheint die quantitative Klärung der Frage, wie lange unmittelbar nach dem Genuß alkoholischer Getränke sich noch Alkohol in den Schleimhäuten und im Speichel der Mundhöhle nachweisen läßt, von besonderer Bedeutung. SCHEIBE^{1,2} nimmt an, daß diese Alkoholwirkung nach etwa 10—15 min abgeklungen ist. Auch SACHS³ empfiehlt den Einsatz von Alkohol-Prüfröhrchen nicht eher als 10—15 min nach Trinkende. Die genannten Autoren kamen bei Anwendung indirekter Bestimmungsmethoden, wie z. B. Reduktion von Bichromatlösung, zu diesem Schluß, konnten aber keine quantitativen Angaben über den Konzentrationsabfall des Äthanol in der Zeiteinheit machen. Die Gaschromatographie, eine direkte, sehr empfindliche analytische Methode, ließ es lohnend erscheinen, folgende Fragen zu untersuchen:

1. Wie lange ist Äthylalkohol unmittelbar nach dem Genuß alkoholischer Getränke noch in Mundschleimhaut und Speichel nachweisbar, ohne durch den Alkoholgehalt der Expirationsluft beeinflußt zu sein?

2. Inwieweit ist die Verweildauer des Äthylalkohols in der Mundschleimhaut von der *Konzentration* des konsumierten Getränkes abhängig?

3. Welche Rolle spielt die *Art* des zugeführten Getränkes (Einfluß von Aromastoffen, Gerbstoffen usw.)?

Die Beantwortung dieser Fragen erschien auch deshalb erfolgversprechend, weil die Gaschromatographie auf Grund ihrer einfachen Handhabung und Spezifität eine Messung in kurzen Zeitintervallen ermöglicht. Die einzige Voraussetzung ist die Zufuhr ausreichender

* Drägerwerke, Lübeck.

Gasmengen (Luft-Alkoholgemisch aus der Mundhöhle) zur vollen Ausnutzung der Empfindlichkeit des Meßsystems.

Prinzip der Methode

Der von Mundschleimhaut und Speichel an die vorbeistreichende Exspirationsluft abgegebene Alkohol gelangt über ein Gasproben-Einlaßventil in ein indifferentes, durch den Gaschromatographen strömendes Trägergas (Helium). Dieses spült die neben Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxyd und Wasserdampf auch Äthanol enthaltende Gasprobe durch ein spiralförmig gewundenes Stahlrohr (Kolonne), das ein auf indifferentem Material fein verteiltes Absorptionsmittel enthält. Beim Passieren dieser „Kolonne“ werden die einzelnen Komponenten der Gasprobe (Luft aus der Mundhöhle) verschieden lang durch Absorption festgehalten und verlassen deshalb *nacheinander* die Kolonne. Am Ende befindet sich eine Wärmeleitfähigkeitsmeßzelle, die auf Grund der unterschiedlichen Leitfähigkeit einzelner Gaskomponenten der eingegebenen Proben eine quantitative Registrierung (Streifenblattschreiber) ermöglicht. Die Auswertung der Gauß-Kurven erfolgte durch Messen der Gipfelhöhe oder der Fläche. Da sich diese Ergebnisse im allgemeinen deckten, wurde in den hier wiedergegebenen Versuchen nur die Gipfelhöhe registriert. Die Eichung des Meßsystems erfolgte durch Einspritzen von 0,005 ml eines Cyclohexan-Äthanol-Gemisches, enthaltend absolute Mengen von 1–30 γ Äthanol/0,005 ml.

Methodik

Zur Messung der Atemluftproben wurde ein Gaschromatograph der Firma Beckman (Typ GC 2) verwendet. Das Gerät war mit einer Spezialkolonne (Länge: 183 cm, 28% flüssige Phase auf C-22 Firebrick 42–60 mesh, bestehend aus 15 Gewichtsteilen Flexol 8N8 [2,2'(2-Äthylhexamid)-diäthyl-di-(2-Äthylhexoat)], 10 Gewichtsteilen Diisodecylphthalat und 3 Gewichtsteilen Polyäthylenglykol 600) sowie einem 10 cm³-Gasprobenventil ausgerüstet. Es wurde bei 100° C und einem Heliumdruck von 3 atü bei voller Empfindlichkeit der Wärmeleitfähigkeitsmeßzelle gearbeitet. Der Meßstrom für den Detektor betrug 380 mA. Der zur Registrierung verwendete Kompensationsschreiber war ein Fabrikat der Firma Honeywell mit einer Empfindlichkeit von 1 mV Vollausschlag.

In jeder Versuchsreihe erhielten vier männliche und vier weibliche, nüchterne Versuchspersonen je 20 ml des gleichen alkoholischen Getränkes (Weinbrand, Wein, Bier oder Alkohol-Wasser-Gemisch unterschiedlicher Konzentration) und spülten mit diesem 15 sec die Mundschleimhäute möglichst so, daß auch kleine Mengen nicht verschluckt wurden. Anschließend wurde ausgespien. Nach dem Ausspeien wurde in einem Zeitraum von 1–20 min nach vollendeter Spülung der Äthylalkohol in der Ausatemluft bestimmt. Durch eine Kontrollmessung wurde vor Versuchsbeginn eine Anwesenheit von Äthylalkohol in der Exspirationsluft ausgeschlossen. Die Auswahl der Meßpunkte wurde so festgelegt, daß zwischen den einzelnen Messungen keine größeren Zeitintervalle als 1 min lagen. Die Versuchspersonen mußten vor jeder Gasprobenentnahme 3 sec vorblasen (etwa 200 ml). Dies wurde durch einen Strömungsmesser nach HABER⁴ kontrolliert.

Ergebnisse

In Abb. 1 ist die Abhängigkeit der Alkoholkonzentration in der Expirationsluft nach Mundspülung mit den häufigsten alkoholischen Getränken wiedergegeben. Daraus ist deutlich ersichtlich, daß nicht nur die absolute Menge, sondern auch die Verweildauer des Äthanol in der Mundschleimhaut von der Alkoholkonzentration des betreffenden Getränkes abhängt. So ist z. B. bei Exportbier und Wein nach 10 min praktisch der Alkoholgehalt unterhalb von $1 \gamma/10 \text{ ml}$ gefallen, während bei dem höherprozentigen Weinbrand nach 15–20 min Alkohol in der Expirationsluft eben noch nachweisbar ist ($1 \gamma/10 \text{ ml}$). Fünf Minuten

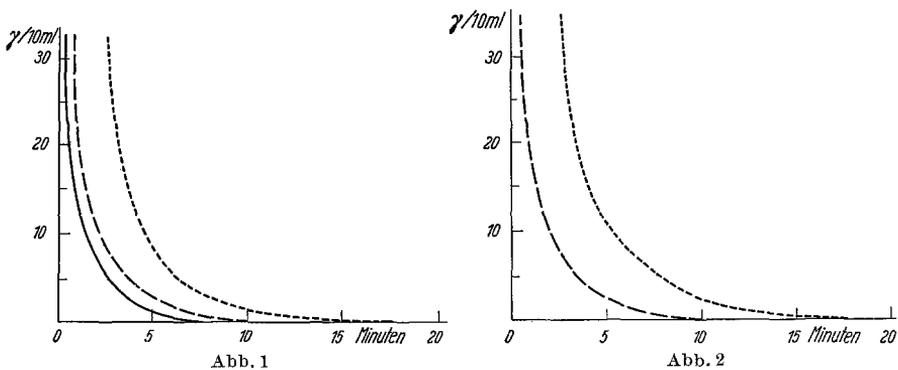


Abb. 1. Abfall des Alkoholgehaltes in der Ausatemungsluft nach Mundspülung mit alkoholhaltigen Getränken, wobei Exportbier (—), Rheinwein (---) und Weinbrand (.....) ist

Abb. 2. Abfall des Alkoholgehaltes in der Ausatemungsluft nach Mundspülung mit wäßrigen Alkohollösungen. 10%ige Alkohollösung (—), 40%ige Alkohollösung (.....)

nach Spülende mit Weinbrand, Rheinwein und Bier betrug die Alkoholkonzentration jeweils etwa $19 \gamma/10 \text{ ml}$, $3 \gamma/10 \text{ ml}$ und über $1 \gamma/10 \text{ ml}$. Daß die Äthanol-Konzentration entscheidend ist, läßt sich leicht durch entsprechende Parallelversuche mit wäßrigen Alkohollösungen wechselnder Konzentration beweisen (Abb. 2).

Zusammenfassung

1. Mit Hilfe gaschromatographischer Messungen des Äthylalkoholgehaltes in der Expirationsluft nach Spülen der Mundhöhle mit Exportbier, Rheinwein und Weinbrand (38 Vol.-%) konnte nachgewiesen werden, daß die Mundschleimhäute bei Wein und Bier spätestens nach 15 min, bei Weinbrand nach 20 min, keine meßbaren Mengen Äthylalkohol an die vorbeistreichende Ausatemungsluft mehr abgeben.

2. Durch Spülen der Mundschleimhäute mit *Alkohol*-Wasser-Gemisch wechselnder Konzentration und anschließende Bestimmung des Alkoholanteils in der Expirationsluft ließ sich zeigen, daß die Zeitspanne, in

der Äthanol von den Schleimhäuten und dem Speichel abgegeben wird, abhängig ist von der Konzentration des reinen Äthanol im betreffenden Getränk.

Literatur

- ¹ SCHEIBE, E.: Unser Weg zum Nachweis des Alkohols in der Ausatemungsluft. Wiss. Mitt. des Drägerwerks H. 25, S. 3—22, 1955.
- ² SCHEIBE, E.: Untersuchungen über Spezifität und Fehlerbreite der Alkoholbestimmung mit Hilfe von Alkohol-Prüfröhrchen. Wiss. Mitt. des Drägerwerks H. 25, S. 23—27, 1955.
- ³ SACHS, V.: Die Bedeutung des Atemalkoholnachweises in der forensischen Praxis. Wiss. Mitt. des Drägerwerks H. 25, S. 28—34, 1955.
- ⁴ HABER, F., u. R. LE ROSSIGNOL: Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. **66**, 187 (1909).

Dr. G. LINS, Dr. H. W. RAUDONAT,
Institut für gerichtliche und soziale Medizin, Frankfurt a. M.,
Forsthausstr. 104