

Über Inhaltsstoffe von Mosten und Weinen

II. Gaschromatographische Methoden zur Analyse von Aromastoffen, insbesondere Alkoholen

VON

F. DRAWERT

In einer vorausgehenden Mitteilung (1) wurde unter dem Gesichtspunkt der Qualitätszüchtung über Anthocyane in Trauben, Mosten und Weinen berichtet. Eine objektive Abgrenzung des Begriffes Qualität ist außerordentlich problematisch, weil sich dieser Begriff stofflich nur schwer charakterisieren läßt. Doch sollte es, wie schon früher ausgeführt (2, 3), möglich sein, durch Anwendung rationeller Analysenverfahren einen erweiterten Qualitätsbegriff festzulegen. Rationell und zuverlässig müssen diese Verfahren sein, um eine größere Anzahl von Analysen zu vergleichbaren Probeterminen durchführen zu können. Es ist verständlich, daß Qualitätsbetrachtungen gegenwärtig im wesentlichen noch auf Vergleichen beruhen. Aber gerade eine Objektivierung von Vergleichen anhand leistungsfähiger Methoden gibt dem Züchter die Möglichkeit einer sicheren Prüfung von Neuzuchten und erlaubt ihm eine zuverlässigere Selektion von Rebensämlingen und Reben-Klonen.

Fragen nach der Qualität veranlaßten Untersuchungen über Inhaltsstoffe, wobei sich chromatographische und gaschromatographische Methoden als leistungsfähig erwiesen haben. Besonders die Gaschromatographie ist hervorragend zur Untersuchung flüchtiger, qualitätsbestimmender Substanzen geeignet. Sie weist auch die nötige Empfindlichkeit zur Erfassung von Spuren auf.

Methoden und Ergebnisse

Bei allen Untersuchungen über Inhaltsstoffe von Mosten und Weinen, vor allem aber über Stoffe, die nur in geringer Konzentration vorliegen, stellt der Wassergehalt der Probe, der Verdünnungsgrad, ein analytisches Problem besonderer Art dar, das im allgemeinen um so schwieriger zu behandeln ist, je hydrophiler eine zu bestimmende Substanz wird. Dieses Problem ist grundsätzlich bei allen biologischen Lösungen gegeben, und es wurden zahllose Verfahren zur Anreicherung bestimmter Stoffklassen beschrieben. Wie schon erwähnt (3), gelingt eine quantitative Anreicherung etwa durch Destillation, Extraktion oder Bildung von schwerlöslichen Verbindungen nur in wenigen Fällen und mit speziellen Apparaturen. Neben den orientierenden halbquantitativen Verfahren, die geeignet sind Aussagen über An- oder Abwesenheit einzelner Stoffe zu machen, haben quantitative Verfahren, vor allem beim Vergleich von eng verwandten Sorten, größere Bedeutung. Beide Verfahren sind nebeneinander und miteinander von Wert.

Das Ausmaß an Schwierigkeiten bei der Anreicherung von Aromastoffen aus Wein kommt u. a. in den Arbeiten von HENNIG und VILLFORTH (4) zum Ausdruck, die

von größeren Mengen an Wein ausgehend Anreicherungen von Aromastoffen herstellten und in mühsamer analytischer Arbeit einzelne Stoffe mit Hilfe der „klassischen“ Nachweisverfahren identifizierten und somit erstmals einen Überblick über die Aromastoffe des Weines geben konnten. Im Vergleich hierzu wird die Überlegenheit physikalischer Methoden, vor allem in ihren vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten deutlich, wenn z. B. berichtet wird, daß durch Injektion von Aromadämpfen in ein gaschromatographisches System charakteristische Aroma-Profile erhalten werden (5). Kaum eine Methode für analytische Untersuchungen hat sich so schnell entwickelt und kann auf so viele Arten ausgeführt werden wie die Gaschromatographie. Besonders die von JAMES und MARTIN (6) 1952 eingeführte Gas-Verteilungschromatographie ist zu einer eleganten Analysenmethode für flüchtige Substanzen geworden. Hinsichtlich der Prinzipien dieser inzwischen allgemein bekanntgewordenen Methode wird auf einschlägige Monographien verwiesen (7-10). Bei dieser Methode ist das Trennproblem im wesentlichen eine Frage der Selektivität von flüssigen Phasen bzw. der Wahl der Trägersubstanz (11). Tabellen erleichtern das Auffinden geeigneter Phasen (7, 10).

Wir gingen bei unseren gaschromatographischen Arbeiten von dem Grundgedanken aus, wässrige Lösungen unverändert in das geschlossene Analysensystem einzubringen und die Methode dementsprechend anzupassen. Dieses Ziel konnte, am quantitativen Erfolg gemessen, in vielen Fällen erreicht werden: Durch unsere Methoden der Reaktions-Gaschromatographie, durch Anwendung von Vorschalt-Elementen und durch Auswahl besonderer Detektoren.

Reaktions-Gaschromatographie

Bei der Reaktions-Gaschromatographie (RG) läuft eine chemische Reaktion in einem der analytischen Trennsäule vor- oder nachgeschalteten Reaktor-System ab. Die Reaktionsprodukte verbleiben im geschlossenen System. Sie werden bei vorgeschalteten Reaktoren vom Trägergasstrom unmittelbar auf die Trennsäule gespült. Aus der Prinzipskizze (Abb. 1) wird der Aufbau eines gaschromatographischen Systems, wie es von uns u. a. verwandt wird, ersichtlich. Mit Hilfe von zwei Detektoren [Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle und Flammen-Ionisations-Detektor (FID)] kann mit abgestufter Empfindlichkeit gemessen werden. Der FID ist wahlweise zu- und abschaltbar. Im Raume R wurden Reaktoren verschiedener Bauart angebracht.

Einfachere Reaktoren werden bei säulengleicher Temperatur betrieben und im Thermostatenraum untergebracht. Sie sind zur Analyse von Alkoholen als Ester der salpetrigen Säure geeignet (3, 12, 13, 14). Nach dieser Nitrit-Methode wird entweder Natriumnitrit (mit Trägermaterial verdünnt) im Reaktor vorgelegt und die Probe angesäuert (z. B. mit Weinsäure) oder Nitrit-haltige Lösungen werden auf saure Reaktorfüllungen (Weinsäure, Oxalsäure) injiziert. Diese Methode hat den Vorteil, daß Alkohole ohne Strukturveränderung als Ester der salpetrigen Säure analysiert werden. Wasser wird in einer der Reaktionszone nachgeschalteten Zone aus Calciumhydrid zu Wasserstoff umgesetzt, welcher sich dem Trägergas (Wasserstoff) störungsfrei beimischt. Nach dieser Methode wurden Alkohole des Weines bestimmt (3).

Andere Reaktor-Systeme werden außerhalb des Luftthermostaten angebracht und unabhängig von der Thermostatentemperatur bei höheren Tem-

peraturen betrieben. Werden sie z. B. mit dehydratisierend wirkenden Agenzien gefüllt und auf 300°C aufgeheizt, so dehydratisieren Alkohole während der Passage zu den entsprechenden Olefinen, die eine nachgeschaltete Calcium-

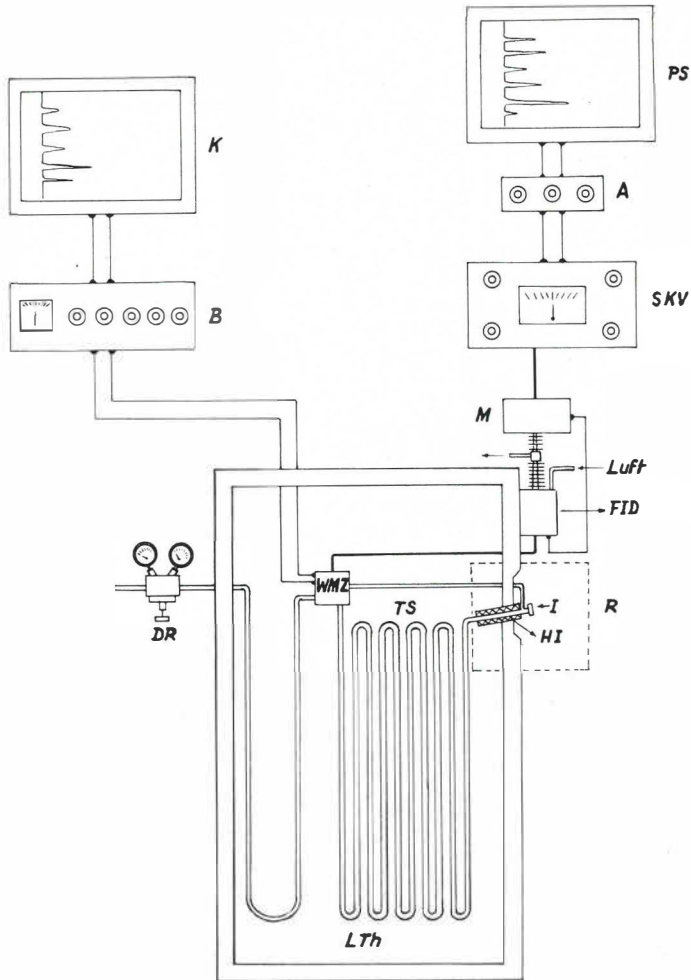


Abb. 1: Gerätekombination zur Gaschromatographie bzw. Reaktions-Gaschromatographie

DR = Druckregler, LTh = Luftthermostat, TS = Trennsäule, R = Raum für Reaktoren, I = Injektionsdichtung, HI = Heizung der Injektionsstelle, WMZ = Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle (Fa. Siemens u. Halske, Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe), FID = Flammen-Ionisations-Detektor (Fa. Siemens u. Halske), M und SKV = Meßkopf und Schwingkondensator-Meßverstärker [Fa. Frieske u. Hoepfner, Erlangen-Bruck (F & H)]. A = Anpassungsgerät (F & H), PS = Potentiometer-Schreiber (Fa. Metrawatt, Göttingen) B = Brückenstrom-Versorgungsgerät (Fa. Siemens u. Halske), K = Kompensograph (Fa. Siemens u. Halske)

hydrid-Zone unverändert passieren, während Injektions- und Reaktionswasser mit Calciumhydrid reagiert (13, 14, 15). Diese *Olefin-Methode* ist gut geeignet, Äthanol-Analysen im Promille- oder Prozent-Bereich durchzuführen. Alle praktisch interessierenden Blut-Alkoholgehalte z. B. konnten nach dieser Methode quantitativ bestimmt werden (16). Ebenfalls sehr zuverlässig und rasch wird mit derselben Methode der Äthanol-Gehalt des Weines quantitativ bestimmt. Dazu wird der zu untersuchende Wein ohne jede Vorbehandlung direkt auf den Reaktor gespritzt. Aus Abb. 2 sind einige Äthanol-Bestimmungen von Weinen ersichtlich. Über Vergleiche dieser mit anderen Methoden zur Wein-Alkoholbestimmung wird demnächst berichtet (17).

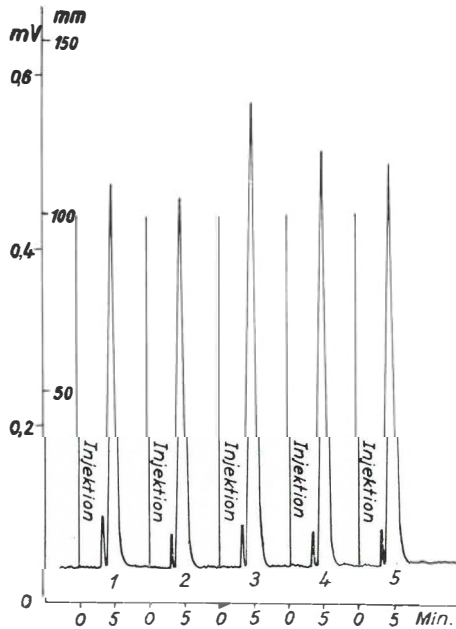


Abb. 2: Reaktionsgaschromatographische Äthanol-Analysen von Weinen. Injektion 0.02 ml Wein

1. Riesling 90 (1958): 9,05 Gew. % Äthanol; 2. Sylvaner 1-76 (1958): 8,65; 3. Sbl 2-19-58 (1958): 11,60; 4. Sbl 2-19-58 (1957): 9,80; 5. FS. 4-201-39 (1958): 9,50

Trennsäule: 3 m Silicagel, 65 mesh (Glasrohre 6 mm Innendurchmesser), 50°. Reaktor: Kieselgur/P₂O₅ (1:1), 300°. Trägergas: Wasserstoff 16 ml/min. Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle und Brückenstrom-Gerät (Fa. Siemens u. Halske, Karlsruhe); Spannungsteiler 1, 400 mA. Kompensationsschreiber: Linecomp (Fa. Hartmann u. Braun), Schreiberbreite 1 mV; Papiervorschub 2 mm/min.

Glycerin in wässriger Lösung wird ebenfalls mit Hilfe von Reaktoren über Acrolein bestimmt (13). Eine weitere Möglichkeit zur Glycerinbestimmung aus verdünnten wässrigen Lösungen beruht auf der bewährten Umwandlung zu Isopropyljodid, welches in einer dem Gaschromatographen vorgeschalteten

Apparatur erzeugt und in einer Schleife ausgefroren wird. Nach Beendigung des Umsatzes wird Isopropyljodid entweder direkt auf die Trennsäule gespült oder in einem Raney-Nickel-Reaktor in Propan überführt und als solches bestimmt (18).

Zur Bestimmung von Fettsäuren wurden Veresterungs-Ansätze, bestehend aus Fettsäuren und dem Veresterungs-Reagens Bortrifluorid/Methanol, zur Vervollständigung der Esterbildung auf einen Reaktor gespritzt. Diese Methode ist ebenfalls eichfähig und liefert quantitative Ergebnisse (19).

Weitere gaschromatographische Untersuchungen

Wie eingangs erwähnt, sollte auch die Verwendung von sehr empfindlichen Detektoren in Verbindung mit geeigneten Trennsäulen eine direkte Analyse von wässrigen Lösungen erlauben. Zur Untersuchung wasserhaltiger Proben

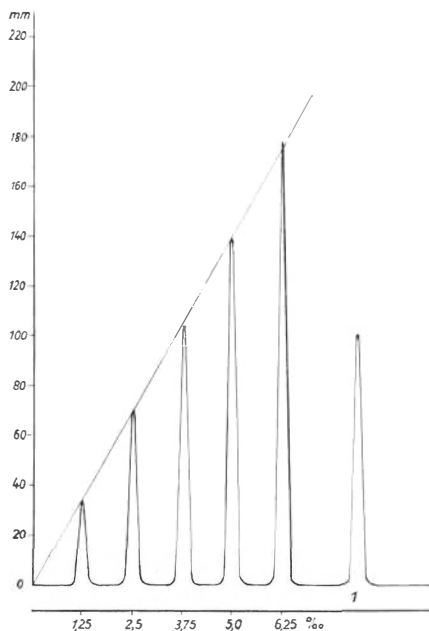


Abb. 3: Gaschromatographische Äthanol-Analyse mit dem FID

Eichinjektion im Promille-Bereich ($5 \mu\text{l}$ /Injektion), 1 = $5 \mu\text{l}$ Wein (1:20 mit Wasser verdünnt), 7,3 ‰ Äthanol

Trennsäule: 0.46 m Carbowax 4000-Monostearat/Firebrick C-22 (1.15:4.84 Original Beckmann-Säule Nr. 70 006), 100°C . Gaschromatograph: Beckman GC-2; Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle. Trägergas: Stickstoff 1.0 Atü. FID: Bauart Dr. Kaiser. Wasserstoff 1.50 l/h; Luft 26 l/h.

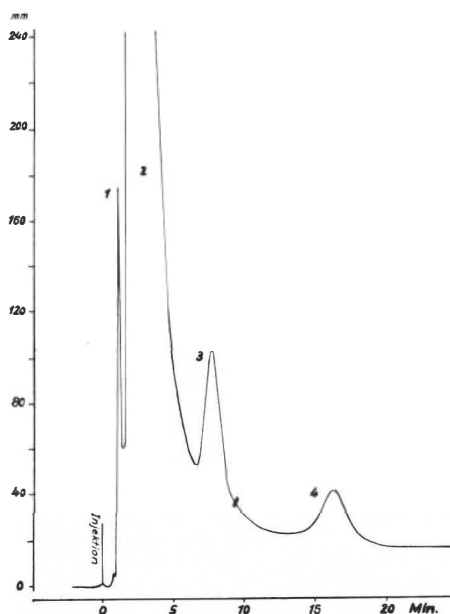


Abb. 4 Gaschromatographische Analyse von iso-Amylalkohol und n-Amylacetat mit dem FID

Injektion von $5 \mu\text{l}$ Wein; 1: Ester, 2: Äthanol/iso-Propanol, 3: iso-Amylalkohol (0.22 g/l), 4: n-Amylacetat

Trennsäule: 0.46 m Carbowax 4000-Monostearat/Firebrick C-22 (1.15:4.84 Original Beckman-Säule Nr. 70 006), 130°C . Gaschromatograph: Beckman GC-2; Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle. Trägergas: Stickstoff 1.0 Atü. FID: Bauart Dr. Kaiser. Wasserstoff 1.50 l/h; Luft 26 l/h

bietet sich der inzwischen vielfach erprobte **Flammen-Ionisations-Detektor** an, der Wasser nicht anzeigt. Am Beispiel der **Äthanol-Analyse** von Wein soll diese Methode erläutert werden. Das Wasser wird hier im Gegensatz zu den Verfahren der **Reaktions-Gaschromatographie** mitchromatographiert. Durch Auswahl einer flüssigen Phase wie **Polyäthylenglykol** erscheint das im Überschuß befindliche Wasser in Form einer zwar breiten, aber wenig verschleppten Elutionsbande, die, weil nicht angezeigt, auch keine anderen in diesem Bereich auftretenden Substanzbanden überdecken kann. Allerdings kann eine Überladung der Trennsäule mit Wasser zu unkontrollierbaren Effekten führen, die unter Umständen eine quantitative Bestimmung vereiteln. Um nun eine gleichmäßige Wassersättigung der Trennsäule zu bewirken, wurde Testlösung und Wein auf annähernd gleichen Promillebereich eingestellt, denn nur in diesem Bereich verläuft unter den gegebenen Voraussetzungen die Eichkurve für Äthanol linear. Um gleichmäßige Wassersättigung zu erreichen, wurden ferner vergleichbare Volumina in genau gleichen Zeitabständen injiziert. Die Weine werden entsprechend verdünnt und nach einer Eichserie fortlaufend injiziert. Den Schluß der Analysenfolge bildet gegebenenfalls wieder eine Eichserie.

Ohne auf weitere Bestimmungsbeispiele einzugehen, versteht sich aus dem in **Abb. 3** wiedergegebenen Sachverhalt die Eignung dieser Methode zur quantitativen Analyse. Genauigkeit und Zeitersparnis sind evident.

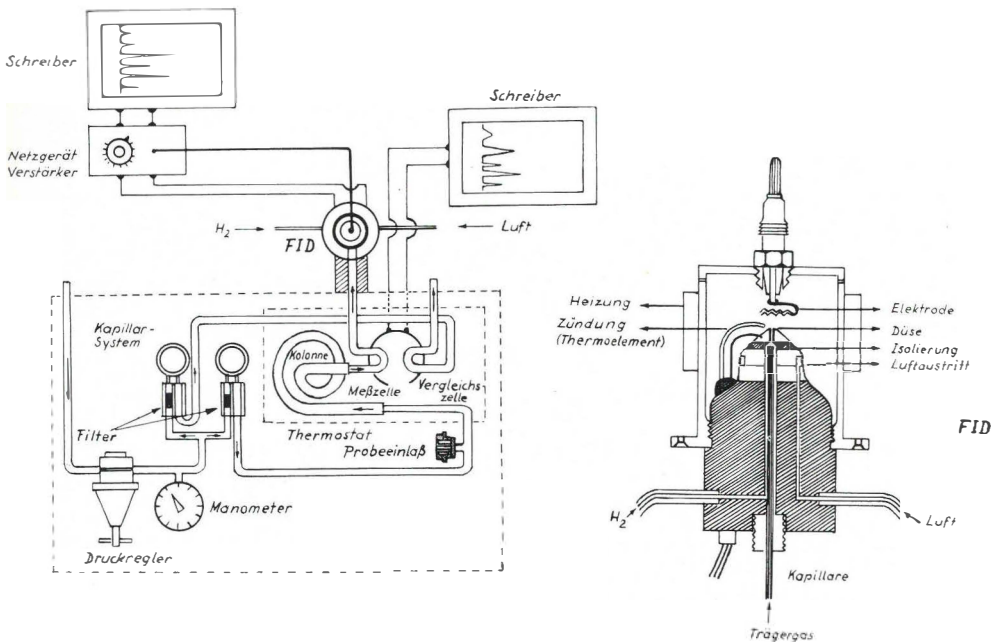


Abb. 5: Gaschromatograph mit Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle und FID

Gaschromatograph: Beckman GC-2. FID: Bauart Dr. Kaiser. Schreiber: Brown-Honeywell bzw. Kompensograph (Siemens)

Nach derselben Methode wird in Einzelanalysen durch Injektionen von nativem Wein z. B. iso-Amylalkohol und n-Amylacetat bestimmt (Abb. 4). Die Empfindlichkeit des FID reicht hierfür aus. Durch Anwendung der in Abb. 1 dargestellten Detektorkombination ist eine weitere Empfindlichkeitssteigerung zu erwarten.

Die beschriebenen Analysen mit dem FID wurden mit der Versuchs-Anordnung gemäß Abb. 5 durchgeführt.

Im Herbst 1961 wurden Gärgase von normal vergärenden Mosten durch Ausfrieren bei -70°C gewonnen. Auch die so erhaltenen, stark wässrigen Kondensate wurden nach Auftauen durch direktes Einspritzen in die Apparatur (Abb. 5) untersucht. Wie Abb. 6 zeigt, werden erhebliche Mengen an Aromastoffen bei der Normalgärung aus dem im Werden begriffenen Wein ausgespült, was kellertechnisch beachtet werden sollte. Man kann die Kohlensäureentbindung als eine Art Gaschromatographie des Gärgutes betrachten, wobei Kohlensäure die Funktion des Trägergases übernimmt und die Menge an eluierten flüchtigen Inhaltsstoffen durch die Gasmenge/Zeiteinheit und die Temperatur bestimmt wird.

Gaschromatographische Untersuchung von Extrakten

Erhebliche Fortschritte in der Kenntnis der flüchtigen Inhaltsstoffe von Mosten und Weinen wurden durch gaschromatographische Untersuchungen von Anreicherungen erzielt.

BAYER und BÄSSLER (21) berichten über eine Methode zur Identifizierung von Estern in Pentan/Ätherextrakten aus Weinen. Neben Infrarot-Untersuchungen von gaschromatographischen Fraktionen wird aus dem gaschromatographisch erhaltenen Retentionsvolumen mittels der $\log V_R^{\text{rel}}$ -Kohlenstoffzahl-Beziehung die Gesamtkohlenstoffzahl des Esters bestimmt und nach Subtraktion der papierchromatographisch erhaltenen Kohlenstoffzahl der Säurekomponenten die Alkoholkomponente identifiziert. Anreicherungen an Alkoholen konnten durch Extraktion der Benzoesäureester erzielt werden (2). MECKE und Mitarb. (22) untersuchten dann ebenfalls gaschromatographische Äther/Pentan-Extrakte von Weinen und Branntweinen auf flüchtige Inhaltsstoffe. BARAUD und GENEVOIS (23) wiesen u. a. 3-Methyl-butanol-(2) und Pentanol-(3) gaschromatographisch in Fuselölen nach. Weitere gaschromatographische Untersuchungen über Fuselöle und flüchtige Verbindungen des Weinaromas liegen von GYGY und POTTERAT (24), FLEISCHMANN (25), BOUTHILET (26), FOUASSIN (27), PRABUCKI und PFENNIGER (28), WEBB und KEPNER (29), BORUFF (30), PORCARÓ und JOHNSTON (31), HUNTER, COLE und PENCE (32) vor. Zu verweisen wäre in diesem Zusammenhang noch auf die interessanten Arbeiten von ZAREMBO und LYSYJ (33), die an Armeen SD als flüssiger Phase Alkohole in Gegenwart größerer Mengen von Wasser gut auftrennen konnten bzw. von OUGH und AMERINE (34), die Duftstoffe des Weines an festen Adsorbentien anreicherten.

Wir selbst extrahierten Moste und Weine mit Äther, Pentan, Äthylchlorid, Methylenchlorid oder mit CO_2 /Propan. Dabei wurden teilweise Spezialapparaturen verwendet, über die andernorts berichtet wird (20).

Einige Beispiele gaschromatographischer Untersuchungen solcher Extrakte werden in Abb. 7 dargestellt.

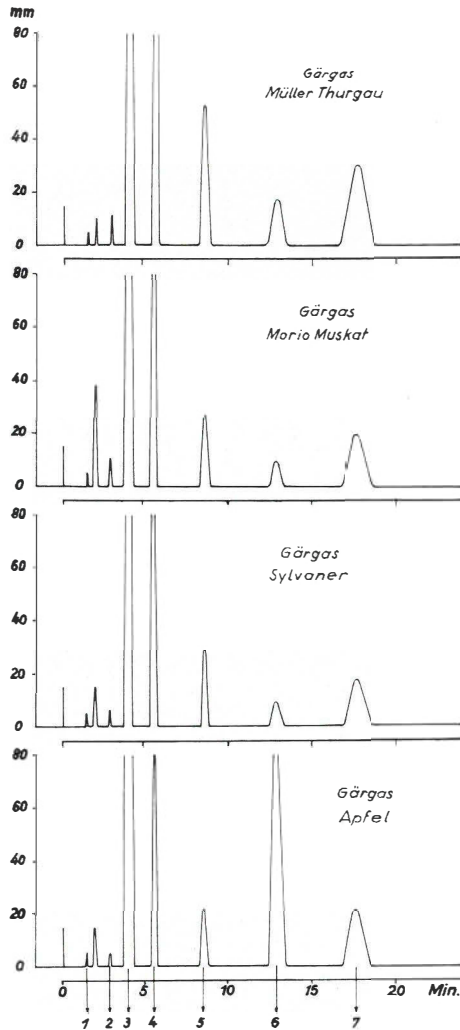


Abb. 6: Gaschromatographische Untersuchung von Kondensaten aus Gärgasen.
Injektion jeweils 5 μ l

1: Acetaldehyd, 2: Ameisensäureäthylester, 3: Äthanol/iso-Propanol, 4: Butanol-(2),
5: 2-Methylpropanol-(1), 6: wahrscheinlich Butanol-(1) oder Pentanol-(2), 7: 3-Methyl-
butanol-(1) (iso-Amylalkohol)

Trennsäule: 0.46 m Carbowax 4000-Monostearat/Firebrick C-22 (1.15:4.84 Original Beckman-
Säule Nr. 70 006), 100° C. Gaschromatograph: Beckman GC-2; Wärmeleitfähigkeits-Meß-
zelle. Trägergas: Stickstoff 1.0 Atü. FID: Bauart Dr. Kaiser. Wasserstoff 1.50 l/h; Luft 26 l/h.

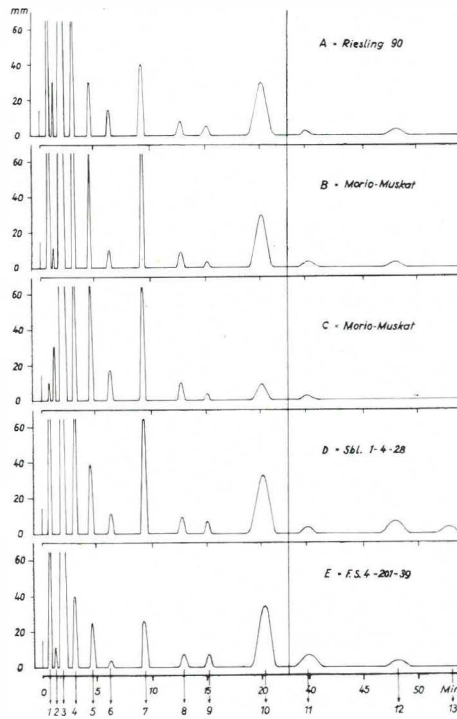


Abb. 7: Gaschromatographische Analyse von Extrakten aus Weinen

A: Ätherextrakt aus Riesling 90, B: Ätherextrakt aus Morio-Muskat, C: CO₂/Propan-Extrakt aus Morio-Muskat, D: Ätherextrakt aus Sbl. 1-4-28, E: Ätherextrakt aus FS. 4-201-39

1: Äther/Acetaldehyd, 2: Ameisensäure-äthylester, 3: Äthanol/iso-Propanol, 4: Butanol-(2), 5: 2-Methylpropanol-(1) (iso-Butanol), 6: wahrscheinlich Butanol-(1) oder Pentanol-(2), 7: 3-Methyl-butanol-(1), 10: Hexanol-(1), 11: Heptanol-(1)

Trennsäule: 0.46 m Carbowax 4000-Monostearat/Firebrick C-22 (1.15:4.84 Original Beckman-Säule Nr. 70 006), 100° C. Gaschromatograph: Beckman GC-2; Wärmeleitfähigkeits-Meßzelle. Trägergas: Stickstoff 1.0 Atü. FID: Bauart Dr. Kaiser. Wasserstoff 1.50 l/h; Luft 26 l/h.

Zusammenfassung

Spezielle gaschromatographische Methoden erlauben eine umfassende qualitative und quantitative Analyse von Aromastoffen und weiteren flüchtigen Verbindungen in Mosten und Weinen. Quantitative gaschromatographische Analysen-Verfahren wurden vor allem mit der Reaktions-Gaschromatographie und mit dem Flammen-Ionisations-Detektor (FID) ausgearbeitet. Häufig können native, wässrige Lösungen ohne Vorbehandlung direkt untersucht werden. Das „Wasser-Problem“ bei der Analyse wird diskutiert. Bei der Untersuchung von Anreicherungen ermöglicht die hohe Empfindlichkeit des FID den Nachweis von Spuren. Diese gaschromatographischen Methoden sind für die Qualitäts-

züchtung von Bedeutung. Sie tragen wesentlich zur Bildung eines objektiven Qualitätsbegriffes bei.

Herrn Prof. Dr. B. HUSFELD bin ich für die Förderung unserer Arbeiten dankbar verbunden. Meinen Mitarbeitern A. RAPP, G. KUPFER und O. BACHMANN gebührt besonderer Dank. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat unsere Arbeiten mit Sachmitteln unterstützt.

Literaturverzeichnis

1. DRAWERT, F.: Über Anthocyane in Trauben, Mosten und Weinen. *Vitis* **2**, 288 — 304 (1961).
2. BAYER, E.: Anwendung chromatographischer Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Weinen und Mosten. *Vitis* **1**, 298 — 312 (1958).
3. DRAWERT, F.: Anwendung der Gaschromatographie zur Qualitätsbeurteilung von Weinen und Mosten. *Vitis* **2**, 172 — 178 (1960).
4. HENNIG, K. und F. VILLFORTH: Die Aromastoffe der Weine. *Vorratspflege und Lebensmittelorschg.* **5**, 181 — 199 u. 313 — 333 (1942).
5. BUTTERY, R. G. und R. TERANISHI: Gas-liquid chromatography of aroma of vegetables and fruit. *Anal. Chem.* **33**, 1439 — 1441 (1961).
6. JAMES, A. T. und A. J. P. MARTIN: Gas liquid partition chromatography: The separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. J.* **50**, 679 (1952).
7. BAYER, E.: *Gaschromatographie*. Springer-Verlag, Heidelberg 1959.
8. KEULEMANS, A. I. M.: *Gaschromatographie*. Verlag Chemie, Weinheim 1959.
9. KAISER, R.: *Gaschromatographie*. Akad. Verlagsgesellschaft Geest u. Portig, Leipzig 1960.
10. — — : *Chromatographie in der Gasphase Bd. I — III*. Bibliograph. Inst. Mannheim 1961 und 1962.
11. BAYER, E.: Selektivität der flüssigen Phase bei der Gas-Verteilungschromatographie und Wahl der Trägersubstanz. *Angew. Chem.* **71**, 299 — 302 (1959).
12. DRAWERT, F. und G. KUPFER: Gaschromatographische Analyse von Alkoholen als Ester der salpetrigen Säure. *Angew. Chem.* **72**, 33 — 34 (1960).
13. — — , R. FELGENHAUER und G. KUPFER: Reaktions-Gaschromatographie. *Angew. Chem.* **72**, 555 (1960).
14. — — : Reaktions-Gaschromatographie. *Gaschromatographie 1961, Vorträge des 3. Symposiums über Gaschromatographie in Schkopau*, S. 9. Akademie-Verlag, Berlin 1961.
15. — — , R. FELGENHAUER und G. KUPFER: Reaktions-Gaschromatographie zur Analyse von Alkoholen und zur Blut-Alkoholbestimmung. *Angew. Chem.* **72**, 385 — 386 (1960).
16. — — und G. KUPFER: Reaktions-Gaschromatographie V. Analyse von Blut-Alkohol. *Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem.* im Druck.
17. — — und — — : in Vorbereitung.
18. — — : in Vorbereitung.
19. — — , H.-J. KUHN und A. RAPP: *Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem.* im Druck.
20. — — : Gaschromatographische Untersuchungen der Aromastoffe und Alkohole von Fruchtsäften und alkoholfreien Getränken. Vortrag anlässlich des

- Symposiums über Fruchtsaftaromen, Bern 1962. Wird als Schlußbericht gedruckt.
21. BAYER, E. und L. BÄSSLER: Systematische Identifizierung von Estern im Wein-
aroma. Z. analyt. Chem. **181**, 418 — 424 (1961).
 22. MECKE, R. und M. DE VRIES: Gaschromatographische Untersuchung von alkoho-
lischen Getränken. Z. analyt. Chem. **176**, 326 — 332 (1959); Wein-Wiss. **15**,
183 (1960).
 23. BARAUD, J. und L. GENEVOIS: Présence de méthyl-3-butanol-2 et de pentanol-3
dans les produits de la fermentation alcoolique. C. R. Séance Acad. Sci. **247**,
2479 — 2481 (1958); Bull. Soc. chim. France **1959**, (6) 779.
GENEVOIS, L. und J. BARAUD: Les produits secondaires de la fermentation alcoo-
lique; la composition des fusels. Industr. Agric. Alimentaires **76**, 837 — 844
(1959); J. Inst. Brew. **66**, 83 (1960).
 24. GYGY, R. und M. POTTERAT: Mitt. Lebensm. Unters. Hyg. **48**, 497 (1957).
 25. FLEISCHMANN, L.: La Ricerca Scientifica **28**, 2286 — 2290 (1958); **29**, 1194 (1959).
 26. BOUTHILET, R.J. und W. LEWREY: The use of the gas chromatograph in the deter-
mination of fusel oil in grape brandy. J. Assoc. Off. Agr. Chem. **42**, 634 — 637
(1959).
 27. FOUASSIN, A.: Rev. ferm. et industr. aliment. **14**, 206 — 212 (1959).
 28. PRABUCKI, A. L. und H. PFENNIGER: Über die gas-chromatographische Trennung der
isomeren gesättigten aliphatischen Alkohole bis zu 5 C-Atomen. Helv.
Chim. Acta **44**, 1284 — 1286 (1961); Zur gas-chromatographischen Untersu-
chung von Fuselölen. Schweiz. Brauerei-Rdsch. **72**, Nr. 9 (1961).
 29. WEBB, A. D. und R. E. KEPNER: Fusel oil analysis by means of gas-liquid partition
chromatography. Amer. J. Enol. Viticult. **12**, 51 (1961).
 30. BORUFF, C. S.: Fuselölanalyse destillierter Getränke. J. Assoc. Off. Agr. Chem. **43**,
655 (1960).
 31. PORCARO, P. J. und V. D. JOHNSTON: Primary amyl alcohols determined by gas
chromatography. Anal. Chem. **33**, 361 — 362 (1961).
 32. HUNTER, I. R., E. W. COLE und J. W. PENCE: Determination of ethanol in yeast-
fermented liquors by gas chromatography. J. Assoc. Off. Agr. Chem. **43**,
769 (1960).
 33. ZAREMBO, J. E. und I. LYSYJ: Determination of alcohols in the presence of large
amounts of water. Anal. Chem. **31**, 1833 (1959).
 34. OUGH, C. S. und M. A. AMERINE: Odor profiles of wines. Amer. J. Enol. Viticult. **10**,
17 — 19 (1959).

eingegangen am 13. 4. 1962

Dr. F. DRAWERT
Forschungs-Institut für Rebenzüchtung
Geilweilerhof, Siebeldingen, Landau/Pfalz