

Untersuchung flüchtiger Inhaltsstoffe des Weinaromas: Beitrag zur Sortencharakterisierung von Riesling und Neuzüchtungen mit Riesling-Abstammung*)

VON

A. RAPP¹⁾, CORINNA VOLKMANN²⁾ und H. NIEBERGALL²⁾

¹⁾ Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen, Deutschland

²⁾ Institut für Lebensmittelchemie der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

Zusammenfassung: Durch Anwendung der Korrelations- und Regressionsanalyse können aus der Vielzahl der Aromakomponenten des Weines einige wenige Komponenten (4 bis 6), ausgewählt werden, mit denen eine hochsignifikante analytische Trennung zwischen jeweils zwei Rebsorten möglich ist. Mit Hilfe der Diskriminanzanalyse können mit nur 15 Komponenten alle untersuchten Rebsorten (Riesling und die vom Riesling abstammenden Neuzüchtungen Müller-Thurgau, Scheurebe, Ehrenfelser, Kerner und Bacchus) trotz großer Variationsbreite des Probenmaterials (verschiedene Weinanbaugebiete, Jahrgänge, Reifegrade, unterschiedliche Weintechnologie, Kleingebinde, Großgebinde usw.) eindeutig voneinander abgetrennt werden. Diese analytische Sortendifferenzierung steht in Übereinstimmung mit der sensorischen Beurteilung: Ehrenfelser, Scheurebe und Bacchus sind wesentlich deutlicher vom Riesling zu unterscheiden als Müller-Thurgau und Kerner.

Analysis of volatile aroma compounds of grapevine: Characterization of Riesling and Riesling derived cultivars

Summary: By means of regression analysis with the selection method of backward elimination of factors it was possible to find the right variables for the differentiation of some grapevine cultivars. Only 4 to 6 variables were necessary to achieve a highly significant separation between two varieties. Stepwise discriminant analysis revealed that 15 compounds allow the significant differentiation between Riesling and some of its descendants (Müller-Thurgau, Ehrenfelser, Kerner, Bacchus, Scheurebe) in spite of the great diversity of the investigated samples (e.g. different growing regions, vintages, degrees of maturity, technologies). In agreement with sensorial evaluation the analytical characterization distinguished the grape varieties Ehrenfelser, Scheurebe and Bacchus very clearly from Riesling while the varieties Müller-Thurgau and Kerner show a great similarity to Riesling.

Key words: wines, monoterpenes, alcohol, variety of vine, analysis.

Einleitung

Seit Mitte der 70er Jahre wird verstärkt nach Möglichkeiten gesucht, Weine verschiedener Rebsorten analytisch voneinander abzugrenzen. Für deutsche Weißweine wurden Versuche zur Charakterisierung der Rebsorten Morio-Muskat (10, 12, 18, 19), Gewürztraminer (17, 18, 19), Ruländer (17, 18, 19), Riesling (4, 8, 10, 16, 17, 19), Müller-Thurgau (4, 8, 16, 19) und Silvaner (8, 10) publiziert. RAPP *et al.* (6, 7, 13, 14) konnten anhand des Gehaltes von nur 12 Monoterpenkomponenten die deutschen Weißweinsorten in drei verschiedene Aromagruppen („Muskat-Typ“, „Riesling-Typ“, „Silvaner- oder Weißburgunder-Typ“) einteilen. Auch war es mit diesen „Terpenprofilen“ möglich zwischen Weinen der Rebsorte Riesling und Weinen, die die Bezeichnung „Riesling“ tragen (z.B. Welschriesling, Kap-Riesling, Laski-Riesling), nicht aber aus der Rebsorte Weißer Riesling hergestellt werden, zu unterscheiden (9).

Korrespondenz an: Prof. A. RAPP, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, D-76833 Siebeldingen, Germany

*) Auszug aus der Dissertation von CORINNA VOLKMANN, Universität Karlsruhe

Während die analytische Differenzierung der bukettreichen Weine Morio-Muskat und Gewürztraminer untereinander und zu den aromaärmeren Sorten Riesling, Müller-Thurgau und Silvaner problemlos gelingt, konnten die miteinander nahe verwandten Rebsorten Riesling, Müller-Thurgau und Scheurebe zunächst nicht vollständig voneinander getrennt werden (2, 3, 4). Unter Verwendung von 11 Monoterpenen konnten RAPP *et al.* (8) bei sortenreinen Weinen eines Jahrganges diskriminanzanalytisch die Trennung Riesling - Müller-Thurgau - Silvaner erreichen.

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob anhand der Aromastoffzusammensetzung eine Differenzierung zwischen den verschiedenen Sorten der „Riesling-Gruppe“ möglich ist. Dabei sollten neben Riesling die von dieser Sorte abstammenden Neuzüchtungen (Müller-Thurgau, Scheurebe, Bacchus, Ehrenfelser, Kerner) in die Untersuchungen einbezogen werden.

Material und Methoden

Probenmaterial: Es wurden 86 sortenrein ausgebaute Weine der Rebsorten Riesling, Müller-Thurgau, Bacchus, Ehrenfelser, Kerner und Scheurebe aus vier verschiedenen deutschen Weinanbaugebieten (Rheinpfalz, Rheinhessen, Rheingau, Mosel-Saar-Ruwer) der Jahrgänge 1985 und 1986 (Flaschenweine) sowie 1987er Jungweine (geklärte Weine nach der Gärung) untersucht. Dabei wurden Weine sowohl von Forschungsanstalten, als auch von Winzerbetrieben und Winzergenossenschaften berücksichtigt (Gebindegrößen 100 bis 60 000 Liter; Glas-, Kunststoff-, Edelstahl tanks). Für die Untersuchungen wurden nur fehlerfreie QbA- und Kabinett-Weine ausgewählt.

Anreicherung der Aromastoffe: Von jedem Wein wurden 2 x 250 ml nach der von RAPP *et al.* (11) und Mandery (5) beschriebenen Methode 20 h mit einem Gemisch aus Monofluortrichlormethan (F 11)+Dichlormethan (9+1; v/v) extrahiert. Zu 250 ml Wein wurden vor der Extraktion 5 µl einer 1 %igen Lösung von Decanol-3 in Ethanol als Standard zugesetzt.

Auftrennung und Identifizierung der Aromastoffe: Kurz vor der gaschromatographischen Analyse wurden ca. 20 ml Aromaextrakte in einem Spitzkölbchen unter Verwendung einer Vigreux-Kolonnen (30 cm) bei 30°C auf ca. 100 µl eingengt und anschließend bis zur Analyse bei -20°C aufbewahrt. Zur gaschromatographischen und gaschromatographisch-massenspektrometrischen Analyse wurden 1 µl der Aromakonzentrate mit einer gekühlten Mikroliterspritze in das Spliteinlaßsystem des Gaschromatographen injiziert. Geräteparameter:

- Siemens-GCL 350; Detektor: FID; Trägergas: H₂; Split: 1:25; DB-Wax (fused silica): 60 m; 0,25 mm i.D.; Temperaturprogramm: 60-170 °C bei 1,5 °C/min und
- Siemens-GC L 350; Detektor, Trägergas, Temperaturprogramm: wie oben; Split 1:30; Reoplex 400 (Glaskapillare): 60 m, 0,25 mm i. D.

Die Identifizierung der Komponenten erfolgte durch Vergleich der Retentionsdaten der entsprechenden Referenzsubstanzen und mit Hilfe der Massenspektrometrie: Finnigan 3200 mit INCOS-Auswertesystem; DB-Wax (fused silica): 60 m; 0,25 mm i.D.; 50-160 °C bei 2 °C/min.

Statistische Verrechnung des Datenmaterials: Die statistischen Verrechnungen (Korrelationsanalysen, Regressionsanalysen, multiple Diskriminanzanalysen) und graphischen Darstellungen wurden mit Hilfe des Programmpaketes SAS (Statistical Analysis System) Version 5.16 an der Siemens 7881-Rechenanlage des Rechenzentrums der Universität Karlsruhe durchgeführt (1, 2, 3).

Ergebnisse und Diskussion

Da im allgemeinen nur quantitative Unterschiede in den Gehalten der Aromastoffe zwischen den einzelnen Rebsorten bestehen und deren Streubreiten, bedingt durch Klima,

Tabelle 1

Mittelwerte und Streubreiten von ausgewählten Aromakomponenten aus sortenreinen Weinen

Mean values and ranges of some selected aroma compounds of varietal wines

Nr.	Verbindung	Mittelwerte und Streubreiten der relativen Peakhöhen					
		Riesling	Kerner	Müller-Thurgau	Scheurebe	Bacchus	Ehrenfelser
V10	n-Hexanol	1078 (97-1925)	1022 (443-2035)	1724 (957-2250)	1330 (360-1876)	981 (283-1674)	1297 (576-1960)
V11	trans-3-Hexenol-1	30 (8.7-85)	16 (6.4-31)	53 (24-107)	17 (4.3-27)	34 (14-69)	31 (19-58)
V14	cis-3-Hexenol-1	37 (15-92)	66 (41-105)	49 (38-70)	86 (19-181)	30 (21-41)	41 (6.2-69)
V16	trans-2-Hexenol-1	2.8 (0.2-9.6)	0.8 (0-1.8)	1.6 (0.3-3.9)	1.1 (0-4.6)	1.2 (0.6-3.4)	6.8 (0.7-21)
V17	cis-2-Hexenol-1	16 (5.0-40)	8.2 (2.4-18)	14 (8.4-19)	10 (3.0-18)	9.0 (3.6-16)	13 (7.6-22)
V20	trans-(f)-Linalooloxid	11 (3.3-29)	19 (10-45)	18 (10-29)	27 (12-48)	16 (7.1-27)	14 (5.2-34)
V24	cis-(f)-Linalooloxid	2.5 (0.8-4.9)	3.1 (2.0-5.5)	2.8 (0.6-6.5)	4.7 (0.6-8.8)	4.1 (3.1-5.3)	6.6 (2.3-20)
V30	Linalool	27 (1.5-74)	61 (32-130)	78 (42-132)	57 (25-97)	63 (41-74)	232 (135-305)
V37	a-Terpineol	19 (4.3-56)	27 (18-50)	42 (11-79)	24 (8.0-45)	33 (19-54)	88 (9.3-177)
V71	3,7-Dimethyl-1,5-octadien-7-ethoxy-3-ol	20 (6.3-39)	35 (15-52)	41 (21-71)	64 (31-149)	139 (93-226)	13 (4.8-24)
V71A	Methionol	270 (73-1000)	748 (93-2081)	685 (129-1750)	606 (93-1646)	413 (154-684)	328 (43-978)
V39	trans-(p)-Linalooloxid	12 (4.0-18)	18 (9.6-33)	15 (4.2-25)	31 (9.9-47)	34 (18-50)	9.3 (5.2-14)
V41	cis-(p)-Linalooloxid	3.0 (0.6-7.1)	7.2 (4.3-12)	1.7 (0.6-4.3)	9.8 (2.4-26)	7.8 (3.7-13)	8.7 (4.1-11)
V44	Nerol	1.3 (0.1-4.0)	2.7 (1.1-4.6)	4.1 (1.5-11)	3.6 (1-9.6)	2.9 (1.4-4.3)	8.7 (5.8-12)
V48	Terpendiol-I	84 (25-196)	157 (14-254)	227 (122-359)	297 (145-512)	575 (185-883)	50 (24-95)
V53	Hydroxylinalool	6.5 (1.1-25)	8.1 (2.4-15)	14 (1.2-42)	7.7 (1.3-15)	10 (5.2-19)	27 (2.7-72)
V62	Vinylguaajacol	46 (4.0-152)	173 (11-270)	81 (6.4-131)	64 (3.1-136)	211 (48-375)	54 (3.5-163)

Reifegrad, Jahrgang usw. sehr hoch sein können, ist bei der Sortencharakterisierung von Weinen eine sichere Differenzierung mit nur einer einzigen Variablen (Komponente) nicht möglich.

Als Grundlage für die Sortencharakterisierung werden deshalb 13 Monoterpenverbindungen, die, wie aus zahlreichen Veröffentlichungen hervorgeht (6, 7, 8, 9, 10, 13, 17, 18, 19), eine zentrale Bedeutung für das sortentypische Weinbukett besitzen, sowie 5 C₆-Alkohole (Hexanol, cis- und trans-3-Hexen-1-ol u. a.) ausgewählt. Diese Verbindungen durchlaufen, wie RAPP *et al.* (6, 7, 15) zeigen konnten, weitgehend unverändert die alkoholische Gärung und sind somit von der Rebsorte geprägte sortentypische Inhaltsstoffe. Zusätzlich wurden noch Verbindungen verschiedener Substanzklassen (Lactone, Ester, Acetamide, flüchtige Phenolkomponenten, Alkohole, Schwefelverbindungen, Monocarbonsäuren usw.) in die Auswertung mit aufgenommen, bei denen durch Vergleich der Aromagramme („Fingerprintmuster“) visuell deutliche quantitative Unterschiede zwischen den untersuchten Rebsorten zu erkennen sind.

Insgesamt wurden zunächst 76 Komponenten aus den Aromagrammen mit jeweils einigen hundert Einzelkomponenten ausgewählt und deren Gehalte (auf den Standard bezogene relative Peakhöhen) bestimmt. Aus diesen Ergebnissen (Tab. 1) wird deutlich, daß sich die verschiedenen Rebsorten nur in der quantitativen Verteilung der ausgewählten Aromakomponenten unterscheiden. Bei Müller-Thurgau wurden die höchsten Gehalte an Hexanol ermittelt, bei Scheurebe und Bacchus die höchsten Gehalte an trans-p-Linalooloxid. Alle Ehrenfelser-Weine hatten gegenüber den anderen die mit Abstand höchsten Linalool-Gehalte. Die auf µg/l umgerechneten Werte ergeben einen mittleren Wert von 1560 für Ehrenfelser und 520 für Müller-Thurgau; die Mittelwerte für Kerner, Bacchus, Scheurebe und Riesling betragen 412, 424, 385 und 178 µg/l.

Tabelle 2

Korrelationskoeffizienten einiger Monoterpenverbindungen aus Weinen verschiedener Rebsorten
Correlation coefficients of monoterpene compounds of wines from different grape varieties

Nr.	Verbindung	Korrelationskoeffizient	Trennung
V30	Linalool	0.94 0.91 0.70	Riesling - Ehrenfelser Scheurebe - Ehrenfelser Müller-Thurgau - Riesling
V39	trans-(p)-Linalooloxid	0.65 0.76 0.82 0.84 0.87 0.73 0.84	Scheurebe - Kerner Bacchus - Müller-Thurgau Scheurebe - Ehrenfelser Scheurebe - Riesling Bacchus - Ehrenfelser Scheurebe - Müller-Thurgau Bacchus - Riesling
V41	cis-(p)-Linalooloxid	0.84 0.61 0.76 0.90	Kerner - Müller-Thurgau Scheurebe - Müller-Thurgau Bacchus - Müller-Thurgau Müller-Thurgau - Ehrenfelser
V48	Terpendiol I	0.85 0.85 0.83 0.84 0.78	Scheurebe - Riesling Scheurebe - Ehrenfelser Bacchus - Ehrenfelser Müller-Thurgau - Ehrenfelser Müller-Thurgau - Riesling
V71	3,7-Dimethyl-1,5-octadien-7-ethoxy-3-ol	0.68 0.81 0.87 0.84 0.90 0.90	Kerner - Scheurebe Bacchus - Scheurebe Bacchus - Kerner Bacchus - Müller-Thurgau Bacchus - Ehrenfelser Bacchus - Riesling

Um die Bedeutung einer Variablen zu erkennen, bietet sich als erster Schritt die graphische Darstellung der Variablenwerte gegen die Gruppenzugehörigkeit an. Als Maß zur Beschreibung der Verbundenheit zweier Variablen ist die Berechnung des Korrelationskoeffizienten zweckmäßig (Korrelationsanalyse). Einige Ergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt. Es zeigt sich daraus deutlich, daß den einzelnen Monoterpenverbindungen eine sehr unterschiedliche Bedeutung für die Differenzierung der untersuchten Rebsorten zukommt. So hat Linalool für die Trennungen Riesling - Ehrenfelser ($r = 0.94$) und Scheurebe - Ehrenfelser ($r = 0.91$) eine wesentlich höhere Signifikanz als für die Trennung Riesling - Müller-Thurgau ($r = 0.70$). Von allen untersuchten Monoterpenkomponenten erwiesen sich Linalool (Variable 30), trans-p-Linalooloxid (V. 39) und 3,7-Dimethyl-1,5-octadien-7-ethoxy-3-ol (V. 71) als hochsignifikant für eine Trennung zwischen den von Riesling abstammenden Neuzüchtungen Müller-Thurgau, Bacchus, Ehrenfelser und Scheurebe.

Um aus der zunächst ausgewählten großen Anzahl von Komponenten diejenigen zu selektieren, mit denen sich ohne Informationsverlust eine gute Trennung für alle untersuchten Rebsorten finden läßt, wurde die Methode der Rückwärtseliminierung (2) angewandt. Hierbei wird jeweils schrittweise aus dem ursprünglichen Modell mit zahlreichen Variablen jeweils die Variable mit dem geringsten Aussagewert (F-Wert) entfernt, bis nach und nach alle Variablen entfernt sind. Für jeden Schritt werden die aus dem um eine Variable reduzierten neuen Modell die F-Werte und das sogenannte Bestimmtheitsmaß R^2 berechnet. R^2 kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Je höher R^2 ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine eindeutige Trennung mit den entsprechenden Variablen möglich ist. R^2 ist eine gute Hilfe bei der Entscheidung, wie viele und welche Variablen für die Berechnung der trennenden Linearkombinationen verwendet werden. Verändert sich R^2 von einem Schritt zum nächsten nur geringfügig, so kann angenommen werden, daß die Hinzunahme einer weiteren Variable auf die Güte der Trennung keinen entscheidenden Einfluß mehr hat.

Diese Methode der Regressionsanalyse mit Rückwärtseliminierung mußte zur Trennung der Rebsorten Riesling, Kerner, Müller-Thurgau, Scheurebe, Bacchus und Ehrenfelser angewandt werden, um geeignete Variablen zu finden, mit denen trennende Linearkombinationen errechnet werden konnten. In Tab. 3 sind die zur Trennung von jeweils 2 Rebsorten erforderliche Variablen (Komponenten) zusammen mit dem Bestimmtheitsmaß R^2 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß mit nur 4-6 Variablen hochsignifikante ($R^2 > 0.9$) Trennungen möglich

Tabelle 3

Ergebnisse der Regressionsanalyse zur Trennung der untersuchten Rebsorten (Nummer der Variablen wie in Tab. 1 und 2; R^2 = Bestimmtheitsmaß)

Differentiation of grape varieties within the regression analysis (number of variables according to Tabs. 1 and 2; R^2 = degree of accuracy)

Trennung	Trennmodell	R^2
Riesling - Scheurebe	V39, V71, V30, V69, V59, V14	0.92
Riesling - Kerner	V62, V14, V11, V39, V18, V58	0.77
Riesling - Müller-Thurgau	V48, V28, V59, V11, V20, V30	0.80
Riesling - Bacchus	V71, V62, V41, V30, V59	0.92
Riesling - Ehrenfelser	V30, V24, V3, V41, V37	0.92
Scheurebe - Kerner	V39, V71, V30, V62, V5, V14	0.92
Scheurebe - Müller-Thurgau	V11, V5, V39, V14, V71, V37	0.91
Scheurebe - Bacchus	V62, V56, V20, V28, V69, V48	0.93
Scheurebe - Ehrenfelser	V30, V39, V71, V11	0.96
Kerner - Müller-Thurgau	V11, V14, V53, V62, V10, V48	0.94
Kerner - Bacchus	V71, V14, V11, V51, V48	0.94
Kerner - Ehrenfelser	V30, V39, V11, V48	0.93
Müller-Thurgau - Bacchus	V39, V51, V10, V14, V48	0.95
Müller-Thurgau - Ehrenfelser	V30, V71, V28, V23, V44	0.93
Bacchus - Ehrenfelser	V30, V39, V54, V71	0.95

sind (Abb. 1). Ausnahmen liegen bei nur 6 Variablen für die Trennung Riesling - Kerner und Riesling - Müller-Thurgau ($R^2 = 0.77$ bzw. 0.80) vor. Müller-Thurgau- und Kerner-Weine haben unter den Neuzüchtungen mit Riesling-Abstammung auch in der sensorischen Beurteilung die größte Ähnlichkeit mit der Rebsorte Riesling.

Während mit nur 6 Variablen Riesling und Kerner noch nicht zufriedenstellend getrennt werden konnten (Abb. 2a) gelang eine wesentliche Verbesserung der Trennung durch Einbeziehung der Variablen QH (QH ist der Quotient cis-3-Hexen-1-ol:trans-3-Hexen-1-ol) anstelle der Variablen 41 (cis-p-Linalool-oxid) (Abb. 2b). QH ist sowohl bei Kerner als auch bei Scheurebe signifikant höher als bei den übrigen untersuchten Rebsorten.

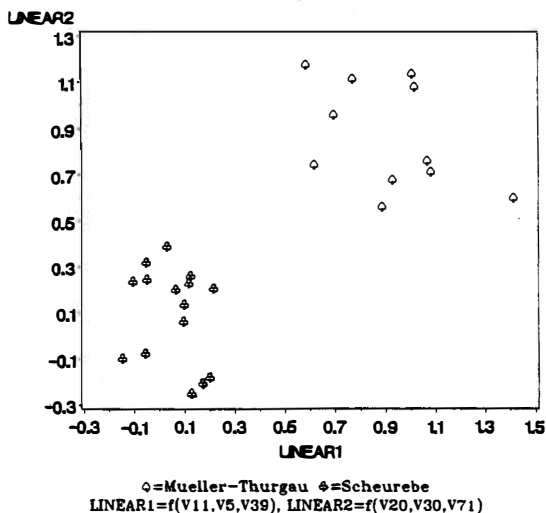


Abb. 1: Trennung der Rebsorten Scheurebe und Müller-Thurgau mit Hilfe zweier optimierter Linearkombinationen (6 Variablen: Nummer der Variablen entsprechen denjenigen von Tab. 1 und 2)

Separation of the varieties Scheurebe and Müller-Thurgau by means of two optimized linear combinations (6 variables: number of variables according to Tabs. 1 and 2).

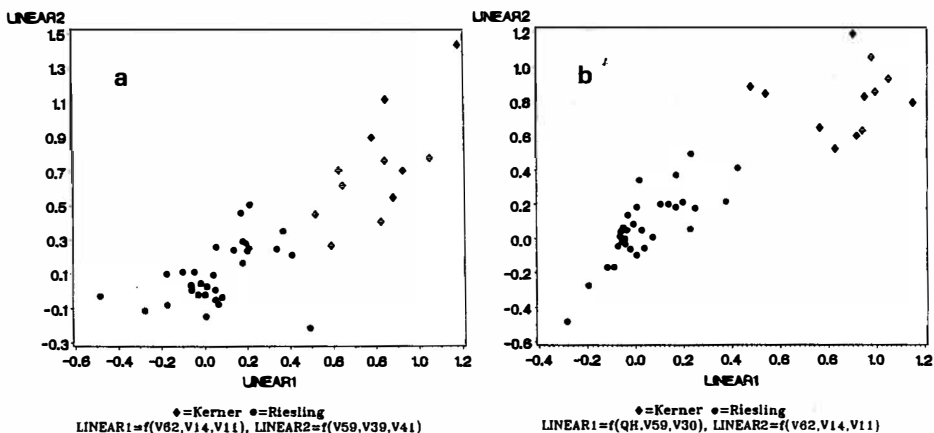


Abb. 2: Trennung der Rebsorten Kerner - Riesling: a) mit 6 Variablen; b) mit 6 Variablen unter Einbeziehung des Quotienten QH = (cis-3-Hexen-1-ol / trans-3-Hexen-1-ol).

Separation of the varieties Kerner - Riesling a) with 6 variables; b) with 6 variables incl. quotient QH.

Die Trennung Riesling - Müller-Thurgau kann durch Berücksichtigung der Variablen Q4 (Linalool: cis-p-Linalooloxid) wesentlich verbessert werden, sodaß auch hier mit nur 6 Komponenten eine signifikante Differenzierung dieser beiden Rebsorten möglich ist (Abb. 3).

Die abschließende Zielsetzung war eine signifikante Trennung aller sechs untersuchten Rebsorten nebeneinander. Mit Hilfe der schrittweisen Diskriminanzanalyse konnten 15 Variable ermittelt werden, mit denen eine signifikante Differenzierung zwischen Riesling und den Neuzüchtungen mit Riesling-Abstammung möglich ist. Abb. 4 zeigt die graphische Darstellung der Trennung von Riesling, Müller-Thurgau, Kerner, Scheurebe, Bacchus und Ehrenfelser mit Hilfe der aus nur 15 Variablen berechneten drei Diskriminanzfunktionen (CAN1, CAN2,

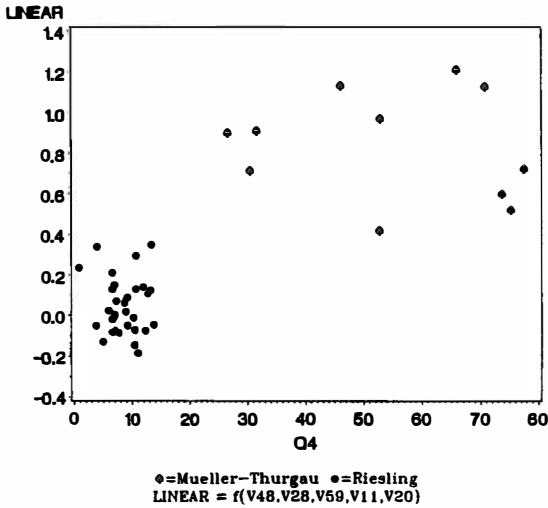


Abb. 3: Trennung der Rebsorten Riesling - Müller-Thurgau mit 6 Variablen unter Einbeziehung des Quotienten Q 4 = (Linalool / cis-p-Linalooloxid).

Separation of the varieties Riesling - Müller-Thurgau with 6 variables incl. quotient Q 4.

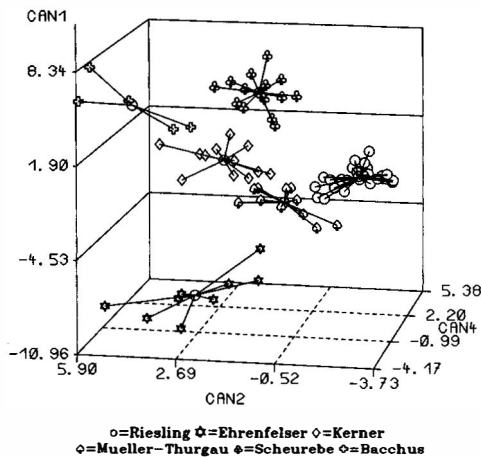


Abb. 4: Diskriminanzanalytische Trennung verschiedener Rebsorten mit 15 Variablen.

Discriminant analysis of different grape varieties (Riesling and Riesling derived new varieties), based on 15 compounds.

CAN4) sowie die Gruppenmittelwerte der einzelnen Rebsorten. Trotz der großen Variationsbreite des Probenmaterials (verschiedene Weinanbauggebiete, Jahrgänge, Reifegrade, Gebindegröße, unterschiedliche Weintechnologie usw.) ist eine eindeutige Sortencharakterisierung möglich. In Übereinstimmungen mit der sensorischen Beurteilung sind auch bei der analytischen Charakterisierung die Rebsorten Ehrenfelser, Scheurebe und Bacchus am deutlichsten von der Rebsorte Riesling abgetrennt, während insbesondere Müller-Thurgau und Kerner auch bei der analytischen Differenzierung nahe beim Riesling liegen.

Literatur

1. ANONYM; 1985: SAS Users Guide - Statistics. Version 5. Ed. SAS - Institute Inc. Cary, USA.
2. FLURY, B.; RIEDWYL, H.; 1983: Angewandte multivariate Statistik. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, New York.
3. HEINRICH, D.; KISCHEWSKI, R.; RUPPRECHT, R.; 1988: SAS-Version 5.16 - Eine Einführung mit Beispielen. Rechenzentrum Univ. Karlsruhe, BR Deutschland.
4. MAARSE, H.; SLUMP, P.; TAS, A.C.; SCHAEFER, J.; 1987: Classification of wines according to type and region based on their composition. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **184**, 198-203.
5. MANDERY, H.; 1983: Gaschromatographisch-massenspektrometrische Untersuchungen flüchtiger Inhaltsstoffe des Traubenmost- und Weinaromas: Auswirkung der Süßung auf die Aromastoffzusammensetzung. Diss. Univ. Karlsruhe, BR Deutschland.
6. RAPP, A.; 1988: Wine Aroma Substances from Gas Chromatographic Analysis. In: LINSKENS, H.F.; JACKSON, D.F. (Eds.): Modern Methods of Plant Analysis, Vol. 6, Wine Analysis, 29-66. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
7. —; 1990: Natural flavours of wine: Correlation between instrumental analysis and sensory perception. J. Anal. Chem. **337**, 777-785.
8. —; GÜNTERT, M.; 1985: Beitrag zur Charakterisierung des Weines der Rebsorte Weißer Riesling. II. Untersuchung der Aromastoffzusammensetzung deutscher Weißweine der Rebsorten Weißer Riesling, Müller-Thurgau und Silvaner. Vitis **24**, 139-150.
9. —; —; HEIMANN, W.; 1985: Beitrag zur Sortencharakterisierung der Rebsorte Weißer Riesling. I. Untersuchung der Aromastoffzusammensetzung von ausländischen Weißweinen mit der Sortenbezeichnung „Riesling“. Z. Lebensm. Unters. u. Forsch. **181**, 357-361.
10. —; HASTRICH, H.; 1976: Gaschromatographische Untersuchungen über die Aromastoffe von Weinbeeren. II. Möglichkeiten zur Sortencharakterisierung. Vitis **15**, 183-192.
11. —; —; ENGEL, L.; 1976: Gaschromatographische Untersuchungen über die Aromastoffe von Weinbeeren. I. Anreicherung und kapillarchromatographische Auftrennung. Vitis **15**, 29-36.
12. —; KNIPSER, W.; ENGEL, L.; HASTRICH, H.; 1983: Capillar-chromatographic investigations on various grape varieties. In: CHARALAMBOUS, G.; INGLET, G. (Eds.): Instrumental Analysis of Foods, 435-454. Academic Press, New York.
13. —; MANDERY, H.; 1986: New progress in vine and wine research. Experientia **42**, 873-884.
14. —; —; GÜNTERT, M.; 1984: Terpene Compounds in Wine. In: NYKANEN, L.; LEHTONEN, P. (Eds.): Flavour Research of Alcoholic Beverages. Instrumental and Sensory Analysis, 255-274. Kauppakirjapino OY, Helsinki.
15. —; —; ULLEMEYER, H.; 1984: Neuere Ergebnisse über die Aromastoffe des Weines. 7. Intern. Ömol. Symp. Rom, Italien, 157-196.
16. SCHAEFER, J.; TAS, A.C.; VELISEK, J.; MAARSE, H.; TEN NOEVER DE BRAUW, M.C.; SLUMP, P.; 1983: Application of pattern recognition techniques in the differentiation of wines. In: CHARALAMBOUS, G.; INGLET, G. (Eds.): Instrumental Analysis of Foods, Vol. 2, 335-356. Academic Press INC, New York, London, Tokyo.
17. SCHREIER, P.; DRAWERT, F.; JUNKER, A.; 1976: Gaschromatographisch-massenspektrometrische Differenzierung der Traubenaromastoffe verschiedener Rebsorten von *Vitis vinifera*. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. **4**, 154-157.
18. —; —; —; 1977: Gaschromatographische Bestimmung der Inhaltsstoffe von Gärungsgetränken. X. Quantitative Bestimmung von Weinaromastoffen im µg/l-Bereich. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. **5**, 45-52.
19. —; —; —; REINER, L.; 1976: Anwendung der multiplen Diskriminanzanalyse zur Differenzierung von Rebsorten anhand der quantitativen Verteilung flüchtiger Weininhaltsstoffe. Mitt. Klosterneuburg **26**, 225-234.
20. VOLKMANN, C.; 1989: Untersuchungen flüchtiger Inhaltsstoffe des Traubenmost- und Weinaromas: Beitrag zur Sortencharakterisierung von Neuzüchtungen mit rieslingähnlicher Aromanote mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie. Diss. Univ. Karlsruhe, BR Deutschland.

Eingegangen am 28.1.1993