

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 85 (1994)

Heft: 5

Artikel: Ansätze zur Bestimmung der Weinprovinienz mittels Routineanalysendaten = Attempts to determine the geographical origin of wines based upon routine analysis data

Autor: Kaufmann, Anton

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982771>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ansätze zur Bestimmung der Weinprovinienz mittels Routineanalysendaten

Attempts to Determine the Geographical Origin of Wines Based upon
Routine Analysis Data

Key words: Wine, Multivariate statistic, Carbohydrates, Anions, Routine analysis

Anton Kaufmann

Schuler-Weine, Wein-Analytik, Seewen SZ

Einleitung

Ein Weinkenner mit jahrelanger Erfahrung ist fähig, die Herkunft sowie die Traubensorte eines Weines zu bestimmen. Er verarbeitet seine Sinneseindrücke und ordnet sie einem ihm bekannten Weintyp zu. Der Analytiker misst mit seinen Messinstrumenten wohl genauer und reproduzierbarer, er ist aber meistens nicht sonderlich erfolgreich in praktischen Fragestellungen wie der Bestimmung der Weinprovinienz oder der Traubensorte. Je detaillierter er einen Wein analysiert, desto länger ist sein Analysenbericht und desto mehr droht ihm das «Ertrinken» in der produzierten Datenflut. Lediglich ein Analysenwert (univariat) kann die Fragestellung nach der Herkunft nicht beantworten. Mehrere Analysenwerte (multivariat), in denen ein höherer Gehalt an Informationen steckt, sind ohne Hilfsmittel kaum zu interpretieren. Die dafür geeigneten Techniken, wie die multivariate Statistik, sind wohl seit längerem bekannt. Ansätze, die auf diesen Prinzipien beruhen, sind aber oft mit mehreren Problemkomplexen behaftet:

Datenmenge/Rechenleistung

Die Theorie der multivariaten Verfahren wurde lange vor dem EDV-Zeitalter entwickelt. Da aber auch relativ einfache Fragestellungen mit wochen- oder gar monatelanger Rechenarbeit verbunden waren, wurden diese Methodiken nur selten eingesetzt. Erst mit der EDV gelang es, die riesigen Zahlenmengen zu bewältigen. Bis vor kurzem verfügten lediglich Hochschulen und andere grössere Institute über leistungsfähige Rechner mit Statistikpaketen. Die atemberaubende Entwicklung

des PC und die Benutzerfreundlichkeit der Bedienungs Oberfläche ermöglichen es nun auch dem Normalanwender, komplexe multivariate Fragestellungen selbständig zu beantworten.

Messbare Grössen

Nur sehr wenige publizierte Arbeiten basieren (mindestens teilweise) auf messtechnisch leicht zugänglichen Analysenparametern (1, 2). Die Mehrzahl der bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete des Weines haben den Eindruck hinterlassen, dass nur «exotische» Spurenelemente (2, 3) und Aromakomponenten wie Terpene (4–7) sich als Datenbasis eignen. Viele dieser Substanzen sind nur mit grossem analytischem Aufwand bestimmbar. So basiert z. B. die wegweisende Weinaromaanalytik von *Rapp* (8–10) auf der 20stündigen Weinextraktion von 250 ml Wein mit 70 ml Freon. Die mit dieser Analytik beantwortbaren Fragestellungen sind zweifelsohne umfassend. Der geringe Probendurchsatz verunmöglicht aber den Einsatz ausserhalb von spezialisierten Forschungslaboratorien. Ein Zugang zur Routineweinanalytik bleibt damit verschlossen.

Datenmenge

Die meisten Arbeiten, die sich mit Wein-Diskriminanzanalytik beschäftigen, basieren auf einem kleinen Datenmaterial. Dieser Sachverhalt ist aufgrund der komplexen Analytik verständlich. Die Fragestellung beschränkt sich deshalb auf wenige Aspekte. So wurden einige Weine aus verschiedenen Traubensorten miteinander verglichen, oder es lagen pro untersuchter geographischer Weinregion nur wenige Muster vor.

Langzeitstabilität der Daten

Die überwiegende Anzahl der bisherigen Arbeiten beruht auf der Verwendung von relativ wenigen Proben, welche innerhalb einer einzigen Analysenserie gemessen wurden. In Routinelaboratorien sollen aber Daten über mehrere Jahre gesammelt und ausgewertet werden können. Während einer solchen Zeit treten eine Vielzahl von Ereignissen auf, welche die Homogenität der Daten negativ beeinflussen: geringe Methodenveränderungen, Alterung der HPLC-GC-Säulen, Säulenwechsel, Geräteservice, Personalwechsel usw. Zweifelsohne vergrössern solche Faktoren die Fehlervarianzen und erschweren oder verunmöglichen gar manchen anfänglich ermutigenden Ansatz.

Methoden

Methode A

Flüssigchromatographie: 11 Parameter

Ionenausschlusschromatographie mit RI- und UV-Detektion mit vorgängiger Ionenaustauschertrennung (11) der Säuren und Zucker. Die verwendete Methodik wurde vor kurzem als provisorische Methode ins Schweizerische Lebensmittelbuch aufgenommen. 11 bestimmbare Parameter: Glucose, Fructose, Glycerin, Ethanol, Essigsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Citronensäure

pH-Wert (pH-Elektrode)

Methode B

Flüssigchromatographie/Ionenchromatographie/Schwermetalle: 18 Parameter

Flüssigchromatographie; angelehnt an obige Ionenausschlusschromatographie; 5 bestimmbare Parameter: Trehalose, Glucose, Fructose, Glycerin, Ethanol

Ionenaustauschchromatographie; unpublizierte Methode; 10 Parameter: Essigsäure, Milchsäure, Chlorid, Galacturonsäure, Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Sulfat, Phosphat und Citronensäure

Schwermetalle; Graphitrohr AAS (12); Blei und Cadmium

pH (pH-Elektrode)

Statistik

Hardware: 486/40 PC Klon

Software: Systat for Windows (Version 5.03), Datag AG, Bern, Liebefeld

Die Methodik der Diskriminanzanalytik lässt sich vom Modell der multilinen Regressionen ableiten. Es werden diejenigen Faktoren gesucht, welche multipliziert mit den korrespondierenden Analysenparametern innerhalb der einzelnen Gruppen eine minimale Varianz, gegenüber allen anderen Gruppen aber einen maximalen Unterschied der Gruppenmittelwerte produzieren. Das verwendete Statistikpaket «Systat» führt die Diskriminanzanalytik basierend auf der Varianzanalyse (ANOVA) durch. Diese zwei mathematisch unterschiedlichen Ansätze unterscheiden sich aber nicht bezüglich der Aussagekraft der Resultate.

Datenmaterial

Gesamthaft wurden während 5 Jahren gegen 6000 Weinproben (immer gemittelte Doppelbestimmung) untersucht. Die Analysenresultate werden mittels einer PC-Datenbank verwaltet. Pro Wein stehen 11 bzw. 18 Analysenparameter zur

Verfügung (siehe Methoden). Diskriminanzanalysen lassen sich für die geographische Herkunft (Land, Region und Unterregion) sowie die Weinfarbe erstellen.

Experimenteller Teil

Validierung der diskriminanzanalytischen Aussage

Statistische Programmpakete berechnen eine Vielzahl an F-Werten, kanonischen Korrelationskoeffizienten und Teststatistiken, die eine Aussage über die Signifikanz der berechneten Diskriminanzfunktion machen. Es ist aber trotzdem angebracht, die Aussage durch praxisrelevante Tests zu erhärten:

- a) Bildung von zwei zufällig gebildeten Untergruppen aus dem zu testenden Datenmaterial
- b) Bildung von zwei chronologisch verschiedenen Untergruppen aus dem zu testenden Datenmaterial.

Bei beiden Verfahren wird die erste Gruppe verwendet, um die Diskriminanzfunktion zu berechnen. Die Korrektheit der Zuordnung wird beobachtet. Die mittels der ersten Datengruppe erhaltenen Diskriminanzfaktoren werden verwendet, um die Diskriminanzfunktion auf die zweite Gruppe anzuwenden und so die Proben den zur Verfügung stehenden Gruppen zuzuordnen. Die berechnete Soll-Gruppenzugehörigkeit wird mit der Ist-Gruppenzugehörigkeit verglichen, die damit erhaltene «Trefferquote» für die zweite Gruppe wird aufgelistet. Mit anderen Worten: Die erste Gruppe stellt die Trainingsgruppe dar, mit deren Ergebnissen eine zweite, dem Computer unbekannt Gruppe zugeordnet wird. Sind die beiden Gruppen multivariat identisch, so sollte für beide Gruppen die gleiche «Trefferquote» resultieren.

Zufällige Untergruppen

Das ganze Datenmaterial wird zufällig in zwei etwa gleich grosse Gruppen unterteilt (der Zufall entscheidet, welcher Datensatz in welche Gruppe eingeteilt wird). Die Diskriminanzfunktion wird nur aufgrund der ersten Gruppe berechnet. Der Erfolg der Funktion wird berechnet. Die aus der ersten Gruppe eruierten Diskriminanzfaktoren werden direkt auf die zweite Gruppe angewendet (Tabellen 1 und 2). Der Erfolg der so berechneten Zuordnung wird erneut ermittelt. Proben: 1279 Rotweine aus Italien, Spanien und Frankreich; Diskriminanz: Italien, Spanien, Frankreich; Analysenmethode A: (11 Parameter)

Die durchschnittliche «Trefferquote» der ersten Gruppe beträgt 82,2%, die Richtigkeit der Zuordnung der zweiten Gruppe verbesserte sich sogar leicht auf 85,5%. Damit darf ausgesagt werden, dass die Zuordnung nicht zufällig ist und dass sich die verwendeten Analysenwerte für die gezeigte Problemstellung eignen.

Tabelle 1. Zuordnung der ersten Gruppe (Trainingsgruppe)

| | Italien | Spanien | Frankreich | Total | Richtigkeit (%) |
|------------|---------|---------|------------|-------|-----------------|
| Italien | 185 | 14 | 38 | 237 | 78,1% |
| Spanien | 5 | 128 | 4 | 137 | 93,4% |
| Frankreich | 49 | 27 | 231 | 307 | 75,2% |
| Total | 239 | 169 | 273 | 681 | 82,2% |

Tabelle 2. Zuordnung der zweiten Gruppe (aufgrund der Faktoren der ersten Gruppe)

| | Italien | Spanien | Frankreich | Total | Richtigkeit (%) |
|------------|---------|---------|------------|-------|-----------------|
| Italien | 152 | 12 | 35 | 199 | 76,4% |
| Spanien | 2 | 103 | 4 | 109 | 94,5% |
| Frankreich | 27 | 15 | 248 | 290 | 85,5% |
| Total | 181 | 130 | 287 | 598 | 85,5% |

Chronologische Untergruppen

Das ganze Datenmaterial wird in zwei etwa gleich grosse Gruppen unterteilt. Die Aufteilung erfolgt nicht zufällig, sondern die in der Datenbank chronologisch geordneten Datensätze werden halbiert. 2980 Datensätze, welche innerhalb von 30 Monaten analysiert wurden, sind in Gruppe a (erste 15 Monate) und Gruppe b (zweite 15 Monate) aufgeteilt worden. Aus den aufgeteilten Gruppen wurden für die Berechnung alle italienischen, spanischen und französischen Rotweine verwendet. Analog dem obigen Test wurde aufgrund der ersten Gruppe die Zuordnung der zweiten berechnet und verglichen (Tabellen 3 und 4).

Proben: 1279 Rotweine aus Italien, Spanien und Frankreich

Diskriminanz: Italien, Spanien, Frankreich

Analysenmethode A: 11 Parameter

Die durchschnittliche «Trefferquote» der ersten Gruppe beträgt 83,3%, die Richtigkeit der Zuordnung der zweiten Gruppe verschlechterte sich leicht auf 81,3%. Es darf daraus geschlossen werden, dass sich die verwendeten Analysenda-

Tabelle 3. Zuordnung der ersten Gruppe (erste 15 Monate, Trainingsgruppe)

| | Italien | Spanien | Frankreich | Total | Richtigkeit (%) |
|------------|---------|---------|------------|-------|-----------------|
| Italien | 154 | 19 | 43 | 216 | 71,3% |
| Spanien | 3 | 111 | 1 | 115 | 96,5% |
| Frankreich | 40 | 15 | 254 | 309 | 82,2% |
| Total | 197 | 145 | 298 | 640 | 83,3% |

Tabelle 4. Zuordnung der zweiten Gruppe (zweite 15 Monate aufgrund der Faktoren der ersten Gruppe)

| | Italien | Spanien | Frankreich | Total | Richtigkeit (%) |
|------------|---------|---------|------------|-------|-----------------|
| Italien | 151 | 29 | 40 | 220 | 68,6% |
| Spanien | 2 | 125 | 4 | 131 | 95,4% |
| Frankreich | 13 | 45 | 230 | 288 | 79,9% |
| Total | 166 | 199 | 274 | 639 | 81,3% |

ten nicht nur für die gezeigten Aufgaben eignen, sondern dass die verwendete Analysenmethode eine hohe Langzeitreproduzierbarkeit aufweist. Deshalb eignet sich die eingesetzte Analytik auch für prognostische Zwecke. Diese Beobachtung ist nicht selbstverständlich, wenn man die Veränderungen berücksichtigt, die sich innerhalb der 30 Monate Beobachtungsperiode ereignet haben: Wechsel von Ionenaustauscher, Trennsäule, Alterung der Säule und daraus resultierende Peakverbreiterung, Optimierung der Methode sowie Personalwechsel.

Auswertungsbeispiele

Die im vorhergegangenen Kapitel demonstrierte Stabilität und Gültigkeit der Diskriminanzfunktion erlaubt die Untersuchung verschiedener Problemstellungen:

Geographische Trennung unter Berücksichtigung der Weinfarbe

Es wurden einmal nur die Rotweine und ein zweites Mal alle Weine (rot, weiss und rosé) aus den Ländern Italien, Spanien und Frankreich untersucht.

Diskriminanz: Italien, Spanien, Frankreich

Analysenmethode A: 11 Parameter

Farbe: Alle Mittlere Richtigkeit der Zuordnung: 77,7% (Abb. 1)

Farbe: Rotweine Mittlere Richtigkeit der Zuordnung: 84,3% (Abb. 2)

Damit resultiert eine deutlich schlechtere Zuordnung, wenn die Gruppe aus Weinen mit verschiedenen Farben besteht. Die variable «Weinfarbe» wirkt in diesem Fall als Fehlervarianz und verschlechtert so die Zuordnung. Analoge Situationen dürften betreffend der Traubensorte und des Weinalters bestehen. Eine möglichst hohe Homogenität der zu untersuchenden Gruppen ist also anzustreben. Ein alternatives Vorgehen für das Weinalter besteht in der Kovarianzanalytik. Mittels dieser Technik dürfte der lineare Anteil der altersspezifischen Varianz aus der Fehlervarianz der Diskriminanzanalytik entfernbar sein.

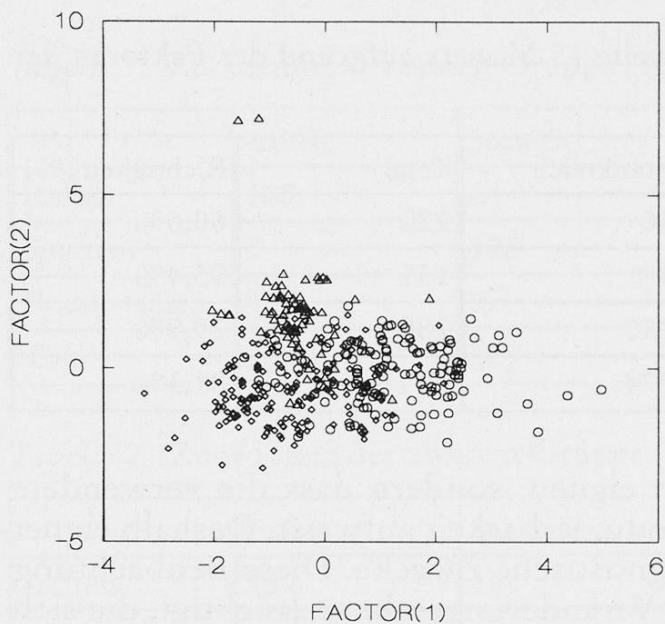


Abb. 1. Diskriminanz: Italien, Spanien, Frankreich

Gruppe: Rot-, Weiss- und Roséweine
Anzahl Analysenparameter: 11

Legende:

- Italien
- △ Spanien
- ◇ Frankreich

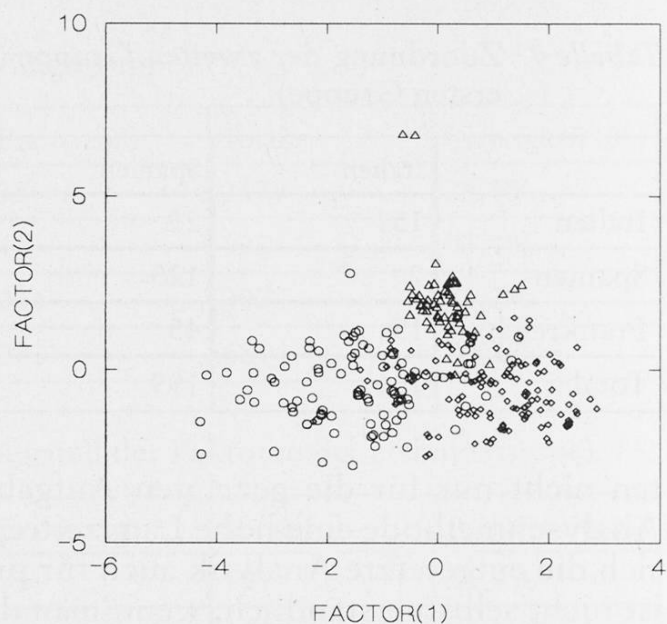


Abb. 2. Diskriminanz: Italien, Spanien, Frankreich

Gruppe: nur Rotweine
Anzahl Analysenparameter: 11

Legende:

- Italien
- △ Spanien
- ◇ Frankreich

Bedeutung der Anzahl der Analysenparameter

Neben der Qualität und der Korrelation mit dem Diskriminanzproblem ist auch die Anzahl der zur Verfügung stehenden Analysenparameter von entscheidender Bedeutung für die Aussagekraft einer Diskriminanzanalyse. Ein neueres bei uns eingesetztes Analysenpaket (siehe Methode) produziert anstelle der bisher erwähnten 11 Analysenparameter deren 18.

Weine: Rotweine aus Bordeaux, Burgund, Languedoc

Diskriminanz: Bordeaux, Burgund, Languedoc (alles Frankreich)

Analysenparameter: 11 Mittlere Richtigkeit der Zuordnung: 78,7% (Abb. 3)

Analysenparameter: 18 Mittlere Richtigkeit der Zuordnung: 91,9% (Abb. 4)

Die Falschzuordnung Burgund/Bordeaux betrug bei 18 Analysenparametern nur 2,4%.

Bedeutung der Art der Analysenparameter

Neben der Anzahl der Analysenparameter ist offensichtlich deren Signifikanz für ein spezifisches Trennproblem von Bedeutung. Abhängig vom Diskriminanz-

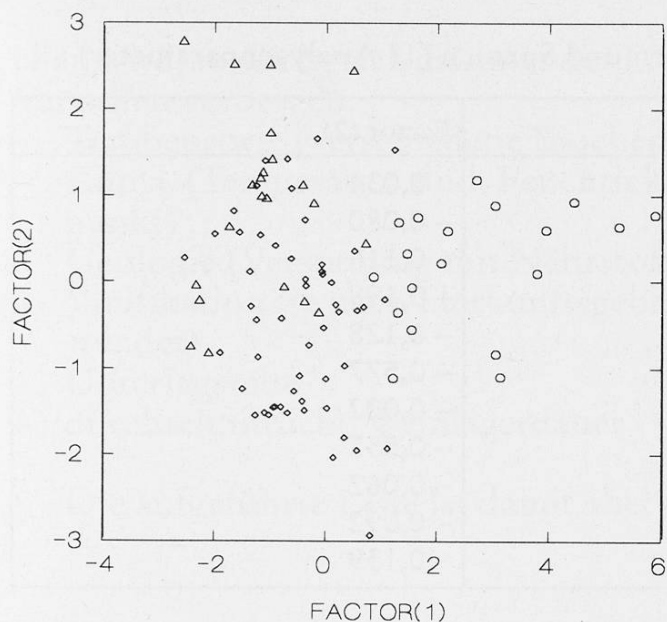


Abb. 3. Diskriminanz: Bordeaux, Burgund, Languedoc

Gruppe: nur Rotweine
Anzahl Analysenparameter: 11

Legende:

- ◇ Bordeaux
- Burgund
- △ Languedoc

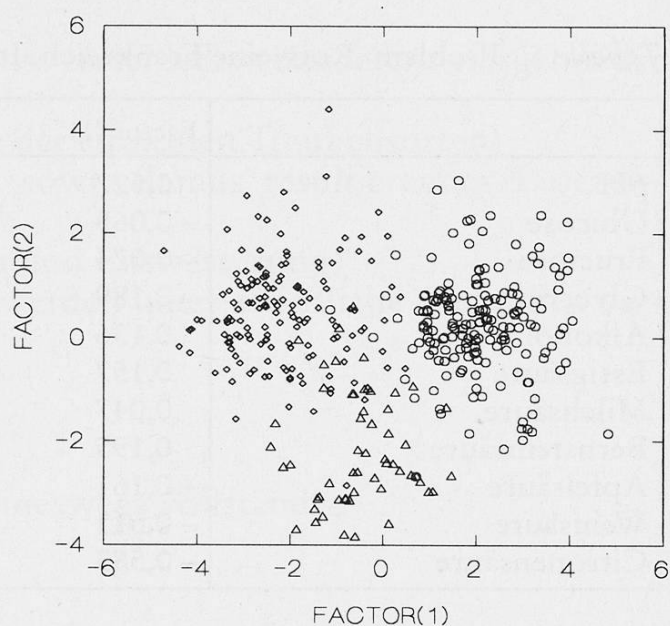


Abb. 4. Diskriminanz: Bordeaux, Burgund, Languedoc

Gruppe: nur Rotweine
Anzahl Analysenparameter: 18

Legende:

- ◇ Bordeaux
- Burgund
- △ Languedoc

problem ist die Bedeutung der einzelnen Analysenparameter gänzlich unterschiedlich. Von geringem Interesse sind aber Parameter, die untereinander eine hohe Korrelation zeigen. Diese Größen enthalten nur wenig eigene Information und lassen sich oft ohne wesentlichen Informationsverlust als Variablen streichen. Um keine diskriminanzgenerierende Varianzen zu verlieren, ist die schrittweise Rückwärtselimination empfehlenswert.

In den Tabellen 5 und 6 ist die Korrelation der unabhängigen Variablen mit den kanonischen Faktoren aufgeführt.

Je grösser die resultierenden Korrelationen (positiv oder negativ), desto bedeutender sind sie für das Diskriminanzproblem. So erstaunt z. B., dass ein «trivialer» Wert wie der pH-Wert für die Problemstellung Frankreich/Italien (Analysemethode A: 11 Parameter) von höchster Bedeutung ist. Bei der Analysemethode B (18 Parameter) ist der diskriminanzanalytische Beitrag von Galacturonsäure und Sulfat aber deutlich höher als derjenige des pH-Wertes. Es ist deshalb nachvollziehbar, dass die Datensätze mit 18 Parametern den Sätzen mit 11 Parametern nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ überlegen sind (in der Analysemethode A: 11 Parameter sind Galacturonsäure und Sulfat nicht enthalten).

Tabelle 5. Problem: Rotweine Frankreich, Italien und Spanien (11 Analysenparameter)

| | Factor (1) | Factor (2) |
|----------------|----------------|----------------|
| pH | 0,527 | 0,034 |
| Glucose | - 0,065 | - 0,080 |
| Fructose | - 0,074 | - 0,116 |
| Glycerin | - 0,189 | - 0,198 |
| Alkohol | 0,136 | - 0,128 |
| Essigsäure | 0,157 | - 0,577 |
| Milchsäure | 0,047 | - 0,022 |
| Bernsteinsäure | 0,195 | - 0,557 |
| Apfelsäure | - 0,161 | - 0,062 |
| Weinsäure | - 0,511 | - 0,092 |
| Citronensäure | - 0,583 | 0,139 |

Tabelle 6. Problem: Rotweine Bordeaux, Burgund, Languedoc (18 Analysenparameter)

| | Factor (1) | Factor (2) |
|-----------------|----------------|--------------|
| pH | - 0,307 | - 0,243 |
| Trehalose | 0,231 | - 0,227 |
| Glucose | 0,059 | - 0,050 |
| Fructose | - 0,013 | - 0,031 |
| Glycerin | - 0,084 | 0,210 |
| Alkohol | 0,204 | 0,364 |
| Essigsäure | - 0,05 | 0,218 |
| Milchsäure | 0,049 | 0,094 |
| Chlorid | - 0,156 | 0,025 |
| Galacturonsäure | - 0,468 | - 0,050 |
| Bernsteinsäure | - 0,220 | - 0,209 |
| Apfelsäure | 0,130 | 0,140 |
| Weinsäure | 0,406 | - 0,338 |
| Sulfat | - 0,347 | 0,410 |
| Phosphat | - 0,083 | 0,311 |
| Citronensäure | 0,061 | - 0,178 |
| Blei | 0,077 | 0,169 |
| Cadmium | - 0,018 | 0,306 |

Ursachen für die diskriminanzanalytische Trennbarkeit der Gruppen

Die aufgezeigten Beispiele zeigen deutlich, dass multivariate Verfahren geographische Fragestellungen basierend auf Analysenwerten beantworten können. Wie oben gezeigt, ist auch ersichtlich, welche Variablen hauptsächlich für das Diskriminanzpotential verantwortlich sind. Die geographische Herkunft beeinflusst aber die chemische Zusammensetzung des Weines und damit die Analysendaten nicht im kausalen Sinne. Wenn in diesem Papier von geographischen Einflüssen gespro-

chen wird, so dürfte sich dahinter der Einfluss verschiedener anderer tiefergehender Variablen verbergen:

- Traubensorte (verschiedene Biochemie der einzelnen Traubensorten)
- Klima (Temperatur und Feuchtigkeit sowie daraus resultierender Lesezeitpunkt)
- Geologie (Versorgung mit Nährstoffen und Entwässerung)
- Vinifikation (je nach Herkunftsgebiet werden unterschiedliche Techniken verwendet)
- Unterlagsrebe
- durchschnittliche Weinlagerdauer

Die aufgeführte Liste ist damit aber keineswegs vollständig.

Diskussion

Die demonstrierten Beispiele zeigen deutlich, welches Diskriminanzpotential auch in «normalen» Analysenwerten liegt. Es konnte gezeigt werden, dass die verwendete Methodik zuverlässige und langzeitstabile Analysenwerte liefert. Im Gegensatz zu vielen ähnlichen Arbeiten basiert dieser multivariate Ansatz auf der Verwendung von Routineanalysendaten. Der überwiegende Teil dieser Daten stammt zudem aus einer Zeit, als die Absicht, sie multivariat zu verwenden, noch nicht existierte. Die vereinte Datenmenge von gegen 6000 Weinen aus praktisch allen Weinbauregionen der Welt ermöglicht uns eine breite, globale Betrachtungsweise, die nicht auf einige wenige Fragestellungen limitiert ist. Es konnte so gezeigt werden, dass sich nicht nur Kontinente und Länder, sondern auch Regionen und teilweise sogar Unterregionen signifikant unterscheiden. Um eine weitestmögliche Interpretation sicherzustellen, ist der Qualität und Homogenität der Analysenwerte hohe Beachtung zu schenken. Fehlerhafte Werte ruinieren eine Datenbank nicht, solche Ausreisser limitieren aber deren Aussagekraft. Einen weiteren Faktor, der die Fehlervarianz vergrössern dürfte, stellt die Verwendung von fremden Daten dar, welche in anderen Laboratorien gemessen wurden. Es dürfte auch hier zutreffen, dass die selbst erarbeitete Datenbank einer fremden praktisch immer überlegen ist.

Praktische Anwendung

Es existiert in der Weinbranche ein grosses Interesse, die geographische Herkunft von Weinmustern überprüfen zu können. Die Degustation mag wohl eine wichtige Hilfestellung leisten. Es ist aber äusserst schwierig, organoleptisch festzustellen, ob ein Cabernet Sauvignon aus Bordeaux, Kalifornien oder Australien kommt.

In der Vergangenheit sind immer wieder Falschdeklarationen von Weinen aufgedeckt worden. Diese Fälle wurden meistens aufgrund der Kellerbuchhaltung bzw. Einfuhrdokumente entdeckt. Eine analytische Beweisführung erfolgte nur in sehr seltenen Fällen. Die Erfahrung in anderen Gebieten der Lebensmittelindustrie zeigte, dass eine eindimensionale Prüfung der Authentizität einer Probe unzuverlässig ist. Sobald das Unterscheidungskriterium publiziert wurde, war somit für entsprechende Kreise bereits das «Kochrezept» für das Umgehen der analytischen Kontrolle vorhanden. Auch high-tech-Untersuchungsverfahren wie die Isotopenanalyse sind nicht betrugsresistent. Die NMR-Methode für die Aufzuckerung versagt, wenn Traubensaftrektifikat zugesetzt wird. Bei Fruchtsäften wurde angeblich aufgearbeitetes Kesselwasser (arm an leichten Isotopen) zur unerlaubten Verdünnung eingesetzt. Testmethoden, die auf multivariater Statistik beruhen, sind in dieser Beziehung deutlich robuster gegenüber Betrügereien. Es ist äusserst schwierig, eine andere geographische Herkunft vorzutäuschen. Dafür müsste ein potentieller Betrüger zuerst Informationen über die Korrelationsstruktur seines Soll- und Ist-Weines verfügen. Sofern ihm diese Information bekannt sein sollte, steht er immer noch vor dem Problem, 11, 18 oder mehr Grössen simultan zu kontrollieren und zu steuern. Eine Zugabe von Apfelsäure mag wohl noch leicht zu bewerkstelligen sein. Problematischer und damit unökonomisch dürfte es sein, Galacturon- oder Bernsteinsäure in grösseren Mengen einzukaufen. In durchschnittlich der Hälfte aller Fälle ist aber nicht die Zugabe, sondern eine Reduktion der fraglichen Substanz notwendig. Ein Betrügen mittels chemischer Anpassung ist also kaum durchführbar. Realistisch ist lediglich ein Vermischen eines Soll-Weines mit dem Ist-Wein. Je höher der Anteil an Ist-Wein ist, desto weniger lässt sich mit multivariaten Verfahren aussagen, desto kleiner ist aber auch der mögliche finanzielle Gewinn des Panschers. Ein weiteres mögliches Problem besteht darin, dass mit multivariaten Methoden alle Besonderheiten oder Abnormitäten auffallen. Ein Pinot Noir, welcher im Bordeaux angepflanzt wird, würde deshalb weder als Bordeaux noch als Burgunder erkannt werden. Ein Hallauer mit langer Maischenstandzeit und Holzfassausbau dürfte dann multivariat gesehen kaum mehr einen Schaffhauser Wein darstellen.

Wie aus den Grafiken erkennbar ist, existieren für viele Trennprobleme noch mehr oder weniger deutliche Überlappungen. Das uns zur Verfügung stehende Datenmaterial erlaubt nur in wenigen Fällen eine 100%ige Sicherheit der Zuordnung. Die Erhöhung der Anzahl von Analysenparametern, der kovarianzanalytische Ansatz, aber auch die Einbeziehung von standardisierten Grössen der Organoleptik dürften zu einer weiteren Verbesserung des vorgeschlagenen Ansatzes beitragen.

Zusammenfassung

Es mangelt nicht an Versuchen, die geographische Herkunft von Weinen aufgrund von Analysenwerten zu bestimmen. Bisher wurden meistens eine Reihe von Spurenelementen bzw. Aromakomponenten analytisch bestimmt. Mittels multivariaten Verfahren (Diskrimi-

nanzanalytik) wurden Unterschiede zwischen den verschiedenen Herkunftsgebieten gesucht. Die meisten publizierten Verfahren beruhen auf Substanzen, die wohl statistisch sehr aussagekräftig, analytisch aber nur schwer erfassbar sind. Zudem wurde, meistens aufgrund der analytischen Probleme, nur eine geringe Anzahl an Proben untersucht. Der in diesem Papier vorgestellte Ansatz basiert auf der Verwendung von Routineanalysendaten (Kohlenhydrate und Säuren). Die zur Verfügung stehende Datenbank besteht aus mehr als 5000 Weinen aus allen Kontinenten. Dadurch sind nicht nur isolierte punktuelle Vergleiche, sondern flächendeckende Abklärungen möglich.

Résumé

Il existe un bon nombre d'expériences scientifiques afin de déterminer l'origine géographique du vin selon les résultats d'analyse. Jusqu'à présent on a le plus souvent déterminé analytiquement les oligo-éléments ou des composants aromatiques. En utilisant des procédés de multivariantes (analyse des discriminants), on a cherché des différences entre les régions d'origine. Les procédés les plus souvent publiés sont basés sur des substances qui sont très significatifs du point de vue statistique, mais qui sont difficiles à saisir analytiquement. De plus on a analysé seulement un nombre limité d'échantillons en raison des problèmes d'analyse. La méthode présentée dans cet article est basée sur des résultats d'analyse de routine (hydrates de carbone et acides). La banque de données qui est disponible contient plus de 5000 vins de tous les continents. Ainsi, non seulement des comparaisons ponctuelles, mais aussi des études globales sont possibles.

Summary

There is no lack of attempts to determine the geographical origin of wines based upon analytical data. Most previous work depends on the use of trace elements or flavor components. Differences depending on the different countries of origin were investigated by the use of multivariate methods (discriminant analysis). Most published papers discuss the use of substances which provide great statistical significances but these substances are mostly also very difficult to detect and to quantify. Besides, because of the analytical problems, only a small number of samples were investigated. This paper presents an approach which is based on the use of routine analytical data (carbohydrates and acids). The databank used consists of more than 5000 wines from all continents. Hence not only limited problems can be tested but a wide range of geographical questions can be investigated.

Literatur

1. *Etiévant, P. and Schlich, P.*: Varietal and geographic classification of French red wines in terms of major acids. *J. Sci. Food Agric.* **46**, 421–438 (1989).
2. *Larrechi, M.S. and Rius, F.X.*: Multivariate data analysis applied to the definition of two Catalan viticultural regions. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **185**, 181–184 (1987).
3. *Siegmund, H. und Bächmann, K.*: Anwendung der numerischen Taxonomie für die Klassifizierung von Weinen. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **166**, 298–303 (1978).

4. Noble, A.C., Flath, R.A. and Forrey, R.R.: Wine headspace analysis. Reproducibility and application to varietal classification. *J. Agric. Food Chem.* **28**, 346–353 (1980).
5. Rapp, A., Suckrau, I. und Versini, G.: Untersuchungen des Trauben- und Weinaromas. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **197**, 249–254 (1993).
6. Moret, I. e Scarponi, G.: Caratterizzazione del Vino D.O.C. «Soave Classico». *Riv. Vitic. Enol. Conegliano.* **4**, 254–262 (1985).
7. Schreier, F. und Drawert, F.: Anwendung der multiplen Diskriminanzanalyse zur Differenzierung von Rebsorten an Hand der quantitativen Verteilung flüchtiger Weininhaltsstoffe. *Mitt. Klosterneuburg.* **22**, 225–234 (1976).
8. Rapp, A., Hastrich, H. und Engel, L.: Gaschromatographische Untersuchungen über die Aromastoffe von Weinbeeren. *Vitis.* **15**, 29–36 (1976).
9. Rapp, A. und Hastrich, H.: Gaschromatographische Untersuchungen über die Aromastoffe von Weinbeeren. *Vitis* **17**, 288–298 (1978).
10. Rapp, A. und Güntert, A.: Beitrag zur Charakterisierung des Weines der Rebsorte Weisser Riesling. *Vitis* **24**, 139–150 (1985).
11. Kaufmann, A.: Übersicht und Anwendung der HPLC-Analytik von Säuren und Zucker in Wein. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **84**, 311–333 (1993).
12. Kaufmann, A.: Messing, eine mögliche Ursache für erhöhte Bleikonzentrationen in Wein. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **83**, 204–210 (1992).

A. Kaufmann
Schuler-Weine, Wein-Analytik
Franzosenstrasse 14
CH-6423 Seewen SZ