

Spektralanalytische Untersuchung von Traubenmost und Boden

von

O. SIEGEL und I. TARTTER

Einleitung

Die vorliegenden Untersuchungen sollten einen Beitrag zur Frage liefern, ob bzw. inwieweit eine nachweisbare Korrelation zwischen dem Gehalt an verschiedenen Elementen eines Weinbergbodens und dem darauf geernteten Traubenmost besteht. Gleichzeitig wurden die oft geäußerten Vermutungen, der Charakter eines Weines hänge auch in größerem Maße von der Mineralzusammensetzung des dazugehörigen Bodens ab, auf ihre Stichhaltigkeit nachgeprüft.

Methode und Material

Da es von vornherein klar war, daß die gebräuchlichen chemisch analytischen Methoden für die vorliegenden Untersuchungen nicht ganz befriedigen, wurden sie spektralanalytisch durchgeführt. Dieses Verfahren ermöglichte es, Substanzen in der Größenordnung von 1 — 30 γ nachzuweisen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 10 Rieslingmoste und die dazugehörigen Böden aus typischen Lagen der Weinbaugebiete Pfalz, Rheinhessen, Nahe, Mosel und Rheingau. Most wie Boden wurden auf Al, Fe, Cu, Mn, Ni, Pb, B, P sowie halbquantitativ auf Si, Co, Na geprüft.

Um von vornherein jede, den Meßwert verfälschende Verunreinigung auszuschalten, wurden besondere Vorkehrungen getroffen. Die Trauben kamen vom Rebstock weg, auch bei ihrer Verarbeitung zu Most nur mit Kunststoff oder Glas in Berührung. Zur Herstellung der zu untersuchenden Proben wurden jeweils 500 ccm Most eingedampft, bei 110° C getrocknet und gewogen. Die Bodenproben wurden aus dem Wurzelbereich der zu den Mostproben gehörenden Rebstöcken entnommen und zwar je in einer Tiefe von 20, 40 und 60 cm und mit $^{10}/_{10}$ HCl extrahiert.

Zunächst führten wir von jeder Probe eine halbquantitative spektrographische Bestimmung nach der Methode von HARVEY (1) aus. Die dabei erhaltenen größenordnungsmäßigen Angaben waren aber nicht genau genug, um deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Proben erkennen zu lassen und irgendwelche Beziehungen zwischen Most und Boden festzustellen. Es ergab sich deshalb die Notwendigkeit, für Most wie Boden Eichkurven aufzunehmen, um eine genauere Bestimmung durchführen zu können.

Bei der Ausarbeitung eines spektrochemischen Verfahrens ist es wichtig, von Proben auszugehen, die in ihrer Zusammensetzung der später zu analy-

sierenden Substanz entsprechen. Wir haben deshalb in ca. 10 Boden- und 10 Mostproben die Hauptbestandteile in der Asche bzw. im Auszug quantitativ bestimmt und die Mittelwerte daraus als Matrices verwendet (Tab. 1).

Tabelle 1

Mittlere Zusammensetzung der Mostaschen und Bodenauszüge

	Mostaschen	
	Mittelwert in %	Schwankungsbereich in %
Mg	1,2	0,97 — 1,33
K	37,0	33,7 — 37,5
Ca	2,0	0,8 — 4,4
	Bodenauszüge	
Mg	1,0	0,1 — 1,2
K	1,0	0,2 — 1,6
Ca	25,0	15,0 — 35,0

Der Hauptbestandteil der Matrix wurde in Quarzschalen eingewogen (bei Most das Kalium als KCl, beim Boden das Calcium als CaCO_3), die beiden anderen Hauptbestandteile und die übrigen Elemente als Lösungen entsprechender Konzentration angesetzt und davon jeweils 10 ml der Probe zugesetzt und das ganze eingedampft. Es wurden Stammlösungen verwendet, die auf 100 ml je 1 g der Elemente P, Cu, Fe usw. enthielten. Bor wurde als Borsäure eingewogen und in fester Form der Mischung zugesetzt, da es mit Wasserdampf leicht flüchtig ist. Nur die ganz niederen Borkonzentrationen gaben wir als Lösung hinzu. Aus den oben angesetzten Stammlösungen wurden für die niederen Konzentrationen jeweils 10 ml auf 100 ml verdünnt, wobei dann alle Elemente zusammen in eine Lösung kamen, bis auf das Blei, da dieses als Chlorid ausgefallen wäre.

Die Eichproben wurden bei 110°C getrocknet und ausgewogen und die Prozentgehalte nach dem erhaltenen Gewicht korrigiert, da sich wegen der Anionen nie genau 10 g ergeben, auf welche der Prozentgehalt der Kationen von Anfang an berechnet worden war. Um unsere ersten halbquantitativen Aufnahmen mit den Eichkurven auswerten zu können, wurden auch diese Eichproben genau nach HARVEY aufgenommen. Bei der verwendeten Apparatur (die Apparatur wurde uns vom Anorg.-chem. Institut der Universität Mainz dankenswerterweise zur Verfügung gestellt) handelte es sich um einen Spektrographen, Marke Steinheil, Typ GH mit 2 Quarzprismen. Die mittlere Dispersion betrug 2000 \AA ; der Elektrodenabstand 9 mm. Kohlesorte war RM I. Die Zündung lag bei 3 A, der Abbrand (Probe als Anode) bei 13 A. Die Zeitdauer betrug ca. 120 sec.

Zur Auswertung der Aufnahmen wurden Linie und Untergrund photometriert, wobei der Untergrund an Stelle eines Bezugselementes verwendet wurde.

Tabelle 2
Mineralgehalt von Rieslingmosten und Böden (Angaben in ppm)

Herkunft	Most Boden	Mn 2861 A	Al 3082 A	Fe 2599 A	Cu 3274 A	P 2535 A	Pb 2833 A	B 2497 A	Ni 3414 A
Forst	Most	0,57 (± 13 ‰)	0,19	1,2 (± 7,5 ‰)	0,60 (± 15 ‰)	4,9 (± 10 ‰)	0,044 (± 8,5 ‰)	0,690 (± 6 ‰)	0,072 (± 20 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	8	150	23	100	50	12	2,0	0,3
	40 cm	-	-	-	-	x	x	x	x
	60 cm	3,5	60	5	30	30	0,0	0,0	0,62
Zell	Most	0,37 (± 30 ‰)	0,52 (± 14 ‰)	0,45 (± 6,5 ‰)	0,092 (± 6,5 ‰)	4,2 (± 19 ‰)	0,12 (± 35 ‰)	0,49 (± 12,5 ‰)	0,01 (± 50 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	8	15	5	1,8	-	0,0	0,0	0,0
	40 cm	7	22	22	7	30	0,06	0,0	0,0
	60 cm	4,5	25	13	-	-	0,0	0,0	0,0
Wachenheim	Most	0,48 (± 20 ‰)	0,041 (± 30 ‰)	0,92 (± 3 ‰)	0,32 (± 6,5 ‰)	1,9 (± 12,5 ‰)	0,29 (± 6,2 ‰)	0,48 (± 9 ‰)	0,052 (± 10 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	3,8	100	35	34	30	0,2	0,0	2,2
	40 cm	9,0	100	100	80	165	6,0	2,9	3,2
	60 cm	16	250	27	65	50	4,0	2,0	1,7
Birkweiler	Most	0,10 (± 12,5 ‰)	0,0056 (± 30 ‰)	0,53 (± 9,5 ‰)	0,18 (± 13 ‰)	4,5 (± 9 ‰)	0,11 (± 30 ‰)	0,66 (± 12,5 ‰)	0,059 (± 12 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	14	100	90	100	180	0,6	1,4	1,5
	40 cm	4	1,2	26	150	10	0,2	1,3	0,55
	60 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
Ebernburg	Most	0,041 (± 12 ‰)	0,0067 (± 13 ‰)	0,5 (± 15 ‰)	0,99 (± 6,5 ‰)	4,8 (± 7,5 ‰)	0,24 (± 10 ‰)	0,61 (± 12 ‰)	0,064 (± 12 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	28	36	24	32	180	0,0	1,1	0,0
	40 cm	10	100	22	26	40	3,2	8,0	0,62
	60 cm	80	100	46	30	120	13	0,65	0,0
Trier (Kreuzberg)	Most	0,032 (± 15 ‰)	0,0077 (± 7,5 ‰)	0,098 (± 3,5 ‰)	0,15 (± 8 ‰)	2,5 (± 17,5 ‰)	0,34 (± 10 ‰)	0,28 (± 13 ‰)	0,014 (± 22 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	12	100	11,5	100	400	0,0	1,8	0,75
	40 cm	4	100	26	150	45	0,45	2,1	1,3
	60 cm	19	300	80	120	300	14	3,5	0,0
Trier (Neuburg)	Most	0,35 (± 21 ‰)	0,003 (± 11 ‰)	0,74 (± 5 ‰)	0,41 (± 17 ‰)	3,3 (± 12,5 ‰)	0,41 (± 9 ‰)	0,49 (± 14,5 ‰)	0,035 (± 13 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	28	300	140	180	520	40	1,8	0,0
	40 cm	4,8	100	29	200	240	5	3,2	1,1
	60 cm	10	250	100	110	220	70	0,0	1,4
Nierstein	Most	0,32 (± 18,5 ‰)	0,059 (± 15 ‰)	0,12 (± 12 ‰)	0,3 (± 8 ‰)	4,8 (± 7,5 ‰)	0,043 (± 45 ‰)	1,35 (± 10 ‰)	0,058 (± 11 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	70	100	8,5	0,5	28	0,0	0,0	0,0
	40 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
	60 cm	2,6	200	24	2,8	700	0,0	34	0,0
Bingen	Most	1,5 (± 20 ‰)	0,11 (± 24 ‰)	2,1 (± 4 ‰)	0,46 (± 7,5 ‰)	5,3 (± 11 ‰)	0,26 (± 13,5 ‰)	0,061 (± 25 ‰)	0,079 (± 9,5 ‰)
	Bodentiefe 20 cm	24	25	5,5	31,0	17	0,0	2,1	0,0
	40 cm	17	15	13	1,8	0,0	0,0	0,0	0,11
	60 cm	32	100	0,0	12	0,0	0,65	0,0	0,1
Kreuznach	Most	0,16 (± 21 ‰)	0,038 (± 20 ‰)	0,24 (± 12 ‰)	0,35 (± 11 ‰)	4,2 (± 7 ‰)	0,08 (± 12,5 ‰)	0,64 (± 6,5 ‰)	0,0
	Bodentiefe 20 cm	26	70	33	49	160	0,6	1,5	0,46
	40 cm	54	100	8,5	99	480	1,1	1,8	0,53
	60 cm	28	100	14	65	520	0,2	0,0	0,0

Die gemessenen Schwärzungen wurden über eine Schwärzungskurve in Intensitäten umgeformt und das Verhältnis $\frac{IL + U}{IU} - 1$ (I = Intensität, L = Linie, U = Untergrund) gegen den Prozentgehalt auf doppeltlogarithmisches Papier aufgetragen. Die zuerst aufgenommenen Proben an Boden und Most wurden photometriert und mit Hilfe der Eichkurven ausgewertet. Außerdem wurden von den Mostproben nochmals jeweils 3 Aufnahmen gemacht und aus diesen 4 Werten dann der Fehler der Methode berechnet, der zwischen 6 0/0 und 20 0/0 variiert.

Ergebnisse

Die Tabelle 2 zeigt deutlich, daß zwischen dem Prozentgehalt der Elemente im Boden und dem Gehalt in den dazugehörigen Mosten keine Korrelation besteht. Demnach ist es sehr unwahrscheinlich, den verschiedenen Charakter von Weinen aus der verschiedenen Bodenzusammensetzung erklären zu können. Hierfür sind sicherlich zur Hauptsache verschiedene organische Stoffgruppen wie Säuren, Alkohole, Ester, Ketone, Aldehyde usw. verantwortlich, deren quantitativ unterschiedlicher Anteil Bukett und Geschmack des einzelnen Weines bestimmen. Es ergaben sich auch keine charakteristischen Prozent- oder Verhältniszahlen, die eine sichere Standortbestimmung des Gewächses zulassen; dies erscheint nur bei Zuhilfenahme einiger seltener Elemente, wie z. B. Rubidium, durch die Spektralanalyse ausschließend möglich. Der Beweis kann also nur ein negativer sein.

Tabelle 3

Schwankungsbreiten und Mittelwerte von Mineralgehalten
in Rieslingmosten und Böden

Element	Most ppm	Boden ppm	Mittelwert Most ppm	Mittelwert Boden ppm
Mn	0,032 — 1,5	3,5 — 90	0,392	19,53
Al	0,006 — 0,52	1,2 — 300	0,098	108,12
Fe	0,098 — 2,1	5,0 — 140	0,690	34,48
Cu	0,092 — 0,99	0,5 — 200	0,385	68,34
P	1,9 — 5,3	1,0 — 700	4,04	180,60
Pb	0,041 — 0,41	0,00 — 70	0,194	5,90
B	0,061 — 1,35	0,00 — 34	0,575	2,63
Ni	0,000 — 0,079	0,00 — 3,2	0,044	0,61
Co	< 0,005	< 0,05	—	—
Na	0,1 — 3,0	0,3 — 30	—	—
Si	1,0 — 10	10 — 30	—	—

Selbst wenn man beachtet, daß die Hauptwurzelzone der Rebe in ca. 40 cm Tiefe liegt und deshalb die gefundenen Werte nach dem Verhältnis $20 : 40 : 60 \text{ cm} = 1 : 6 : 3$ ausgewertet, lassen sich keine sicheren Aussagen machen. Ordnet man jedoch die Mittelwerte sämtlicher Ergebnisse (Tab. 3), so zeigt sich (Tab. 4): Die Pflanze beansprucht den Boden selektiv, d. h. sie nimmt für sie essentielle Nährstoffe leicht bevorzugt auf.

Tabelle 4
Häufigkeit der Elemente im Boden und im Most

	1	2	3	4	5	6	7	8
Häufigkeit im Boden	P	Al	Cu	Fe	Mn	Pb	B	Ni
Häufigkeit im Most	P	Fe	B	Mn	Cu	Pb	Al	Ni

Bor rückt z. B. von der siebten Stelle in der mengenmäßigen Reihenfolge im Boden zur dritten Häufigkeit im Most auf, während das für die Pflanze unwichtige Aluminium von der zweiten Stelle im Boden auf die siebte Stelle im Most abfällt. Dieses Bild stimmt nur nicht bei Kupfer, was wohl an dem durch frühere Spritzungsmaßnahmen im Durchschnitt sehr hohen Kupfergehalt der Böden lag und, wie eigene Untersuchungen gezeigt haben, auch damit zusammenhängt, daß die Rebe im Vergleich zu Kupfer, Mangan bevorzugt aufnimmt. Beachtenswert ist auch, daß Blei und Nickel in beiden Häufigkeiten an gleicher Stelle stehen.

Über Mineralstoffgehalte von Weinen berichtete zusammenfassend ESCHNAUER (2).

Literaturverzeichnis

1. HARVEY, C. F.: Spectrochemical Procedures California, Appl. Res. Lab. 4336, San Fernando 1949.
2. ESCHNAUER, H: Spurenelemente im Wein. Angew. Chem. **71**, 667 (1959). (mit 157 weiteren Literaturangaben).

eingegangen am 19. 1. 1961