

Untersuchungen über die phänotypische Stabilität einiger Merkmale von *Vitis vinifera*

von

W. SCHNEIDER und G. STAUDT

Investigations on the phenotypic stability of some characters of *Vitis vinifera*

S u m m a r y. — The phenotypic stability of 9 characters was determined by investigations on 6 varieties of *Vitis vinifera* at 7—10 locations during 2 years. The ecovalence (WRICKE 1964) and the environmental regression typical of the varieties (FINLAY and WILKINSON 1963, EBERHART and RUSSEL 1966) were calculated as parameters for the phenotypic stability. Differences in the phenotypic stability could be established between the varieties for several characters which coincide with the general experiences in practice. The results show that the degree of phenotypic stability gives valuable informations about the suitability of new breeding stocks for cultivation.

Einleitung

Bereits 1930 wurde von BERKNER für die unterschiedliche Reaktion von Sorten der Kulturpflanzen auf Einflüsse der Umwelt der Terminus „ökologische Streubreite“ eingeführt. Es sollte damit zum Ausdruck gebracht werden, daß manche Sorten über eine große Amplitude von Standorten angebaut werden können (Universalsorten), während andere nur an einer beschränkten Zahl von Standorten befriedigende Leistungen zeigen (Lokalsorten). Auf die einzelne Sorte bezogen bedeutet dies, daß bei einer Universalsorte eine genügend hohe Leistung über eine große Zahl von Umwelten beibehalten wird. Bezogen auf verschiedene Umwelten, sind die Phänotypen einer solchen Sorte relativ stabil; diese hat eine hohe phänotypische Stabilität.

Der Terminus „ökologische Streubreite“ gestattet jedoch keine quantitative Aussage. Erste Ansätze zur Entwicklung eines quantitativen Maßes, das die Interaktion des Genotyps mit der Umwelt berücksichtigt, gehen auf ROEMER (1917), YATES und COCHRAN (1938) und HALDANE (1946) zurück. Weitere Untersuchungen und Überlegungen zu diesem Problem sind von LÜDECKE und v. MÜLLER (1958), PLAISTED (1960), WRICKE (1962, 1964, 1965), FINLAY und WILKINSON (1963), EBERHART und RUSSEL (1966), HANSON (1970), FREEMAN und PERKINS (1971), UTZ (1972) und WEILING (1973) angestellt worden.

Grundlage für eine quantitative Aussage ist bei allen Autoren der Anteil des Genotyps an der Interaktion Genotyp/Umwelt in der Varianzanalyse. Ist dieser Anteil gering, so bedeutet dies, daß der Genotyp eine hohe phänotypische Stabilität besitzt. Als Maß für die phänotypische Stabilität wird die Summe der quadratischen Abweichungen der an verschiedenen Umwelten erhaltenen Leistungsgrößen von einer Geraden benutzt, die je nach Züchtungsziel und somit Selektionskriterium verschieden definiert ist (UTZ 1972). Wie von mehreren Autoren gezeigt wurde (BUTTROSE 1969, BECKER 1970, BÖLL 1971, KLENERT 1972, BUTTROSE und HALE 1973, STAUDT und

KASSRAWI 1973, ALLEWELDT und HOFÄCKER 1975), ist die Ausbildung aller ökonomisch wichtigen Merkmale der Reben stark von der Umwelt abhängig. Bei der Beurteilung von Zuchtstämmen ist es daher wichtig, genaue Informationen über das Verhalten dieser Merkmale unter verschiedenen Umweltbedingungen zu haben.

In der vorliegenden Arbeit wird daher an einigen Merkmalen von *Vitis vinifera* die phänotypische Stabilität untersucht, um zu prüfen, inwieweit dieser Parameter in der Rebenzüchtung angewandt werden kann.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1974 und 1975 an 7—10 Standorten (je nach Merkmal) bei 6 Rebensorten durchgeführt. Diese umfaßten:

1. *V. vinifera* cv. Gewürztraminer (GE)
2. *V. vinifera* cv. Müller-Thurgau (MT)
3. *V. vinifera* cv. Riesling (RI)
4. *V. vinifera* cv. Ruländer (RU)
5. *V. vinifera* cv. Silvaner (SI)
6. *V. vinifera* cv. Weißer Burgunder (WB)

Die Standorte liegen im Bereich der südlichen und mittleren Oberrheinischen Tiefebene mit dem südlichsten Standort in Ihringen am Kaiserstuhl (Blankenhornsborg) und dem nördlichsten bei Weisenheim am Sand (Pfalz). Die Standorte unterscheiden sich in edaphischer, orographischer und klimatologischer Hinsicht beträchtlich, die maximale Differenz in der Höhenlage beträgt 141 m (Tabelle 1).

Folgende Merkmale wurden am 4.—6. Nodus der einjährigen Triebe einer Boglebe untersucht:

1. Zeitpunkt der Blüte: Anzahl der Tage vom 1. Juni bis zur Blüte (50 % der Blüten pro Infloreszenz aufgeblüht);
2. Länge der einjährigen Triebe;
3. Adjustierte Blattzahl: Um die Blattzahl bei unterschiedlichen Triebblängen vergleichen zu können, wurde die Abhängigkeit der Internodienlänge von der Triebblänge geprüft, welche erfahrungsgemäß nicht linear ist. Nach Transformation in eine lineare Abhängigkeit wurde die Internodienlänge für eine Triebblänge von 100 cm berechnet und daraus die Blattzahl, bezogen auf diese Länge, bestimmt.
4. Anzahl Blüten/Infloreszenz;
5. Blattfläche: Es wurden die ersten 5 Blätter über der basalen Traube ausgemessen.
6. Traubengewicht (ohne Rappen) zum Zeitpunkt der Ernte (107 d nach der Blüte);
7. Frischgewicht/Beere zum Zeitpunkt der Ernte;
8. Mostgewicht in °Oe: Der Preßsaft wurde aus allen unbeschädigten Beeren der Traube gewonnen.
9. Titrierbare Säure in g/l, berechnet als Weinsäure.

Das Merkmal „Verrieseln“ wurde bereits in einer vorhergehenden Arbeit behandelt (SCHNEIDER und STAUDT 1978).

Als Maß für die phänotypische Stabilität wurde die Ökovalenz nach WRICKE (1964) und die sortentypische Umweltregression berechnet. Die Ökovalenz ($\bar{O}V$) wurde als Anteil einer Sorte an den Sorten/Umwelt-Interaktionen (W_i) bestimmt, wobei $\bar{O}V = 1/W_i$ ($\sum W_i = 1$) als standardisiertes Maß benutzt wurde.

Ein überdurchschnittlich hoher Wert für ÖV besagt, daß die Ausbildung eines bestimmten Merkmales genau den Umweltverhältnissen entspricht, also eine Umweltregression mit $b = 1$ zeigt.

Tabelle 1
Beschreibung der Standorte
Description of localities

	Geograph. Breite	Höhe ü. NN m	Exposition	Neigung %	Zellen- abstand cm	Stock- abstand cm
Ihringen a. K.	48° 03'	259	SSO- O	39	150	150
Durbach	48° 30'	259	SW- WNW	51	140	120
Karlsruhe- Durlach	49° 00'	178	SW- SSO	50	150	130
Birkweiler	49° 13'	235	SW- SSO	21	170	120
Essingen	49° 14'	151	SSO- O	0	160	140
Leimen	49° 21'	163	S- WSW	14	190	130
Bad Dürk- heim	49° 28'	118	SW	0	160	120
Erpolzheim	49° 29'	119	SSO	4	160	130
Herxheim a. B.	49° 31'	150	SSO- ONO	6	150	120
Weisenheim a. S.	49° 32'	134	S- SSO	0	230	110

Niedrige Werte für ÖV können auf zwei Ursachen beruhen: Zum einen kann eine von $b = 1$ signifikant verschiedene Umweltregression bestehen, zum anderen können die Leistungswerte der Sorte i an der Umwelt j stark streuen und somit den Wert von ÖV herabsetzen.

Um zwischen diesen beiden Möglichkeiten unterscheiden zu können, wurden der sortentypische Regressionskoeffizient β_i (sortentypische Umweltregression nach EBERHART und RUSSEL 1966), die MQ für den Regressionsanteil und der Streuungsanteil (nach WEILING 1973) berechnet.

Die Daten (1680 bzw. 2400 je Merkmal) wurden am Rechenzentrum der Universität Karlsruhe verarbeitet.

Ergebnisse und Diskussion

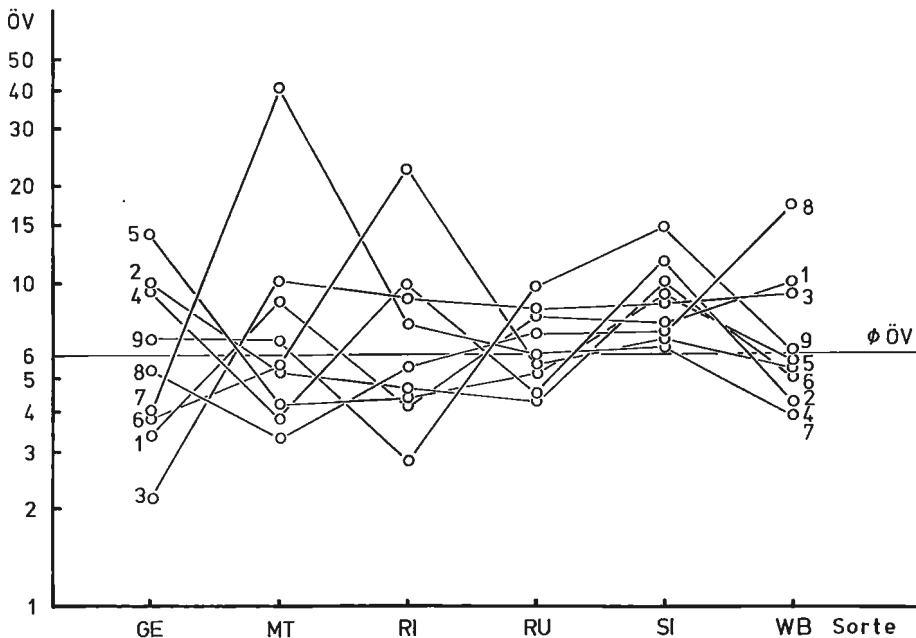
1. Ökovalenz

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt die Abbildung. Der durchschnittliche Wert für ÖV (ϕ ÖV) gibt den Anteil an der Gesamtwechselwirkung Sorte/Umwelt wieder, wie er bei gleichartigem Verhalten der Sorten gegenüber der Umwelt zu erwarten ist.

Bei der zur Verfügung stehenden geringen Anzahl von Umwelten weichen nur ÖV-Werte von $>28,4$ bzw. $<1,3$ mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit vom Durchschnitt ab.

In der vorliegenden Arbeit trifft dies nur für das Frischgewicht je Beere der Sorte Müller-Thurgau zu. Dieses Merkmal folgt bei MT weitgehend den jeweiligen Umweltbedingungen. Die Sorte wird also an günstigen Standorten große Beeren und an ungünstigen Standorten kleinere Beeren aufweisen.

Die Mehrzahl der Werte weicht nicht vom durchschnittlichen ÖV-Wert ab. In einigen Fällen, z. B. dem Traubengewicht bei Riesling und der Blattzahl bei Gewürztraminer ist eine Abweichung vom durchschnittlichen ÖV-Wert wahrscheinlich, konnte jedoch bei der geringen Zahl von Freiheitsgraden nicht statistisch signifikant nachgewiesen werden. Schon bei 50 Freiheitsgraden, d. h. bei 61 Umwelten, liegen die für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % signifikanten Werte bei $>9,6$ bzw. $<3,8$.



Ökovalenzwerte aller untersuchten Merkmale (Zahlen 1—9). Erläuterung der Merkmale und der Sorten s. S. 259.

Ecovalence values of all characters investigated (numbers 1 to 9). Explanation of the characters and of the cultivars see p. 259.

Tabelle 2

Sortentypische Umweltregressionskoeffizienten (β_i) und die Irrtumswahrscheinlichkeiten für den Regressionsanteil an der Ökovalenz in % (α). Abkürzungen der Sorten s. S. 259
 Coefficients of regression typical of the varieties (β_i) and the significance levels for the portion of ecovalence due to regression in % (α).
 For abbreviations of cultivars see p. 259

Merkmal	Sorten											
	GE		MT		RI		RU		SI		WB	
	β_i	α	β_i	α	β_i	α	β_i	α	β_i	α	β_i	α
Blütezeitpunkt	1,14	>25	0,81	10	1,18	24	0,89	>25	0,96	>25	1,02	>25
Trieblänge	1,12	>25	1,43	12	0,48	8	1,68	3	0,72	12	0,56	12
Blattzahl	1,64	22	0,97	>25	0,80	>25	0,79	>25	0,75	>25	1,01	>25
Blüten/Infloresz.	0,46	7	1,58	22	1,16	>25	0,38	16	0,83	>25	1,59	18
Blattfläche	0,87	>25	1,37	24	0,13	0,1	1,31	>25	1,32	15	1,00	>25
Traubengewicht	0,91	>25	1,30	>25	0,62	1	1,18	>25	0,99	>25	1,01	>25
Frischgew./Beere	2,00	0,1	0,90	>25	0,44	3	0,53	15	1,47	11	0,66	>25
Mostgewicht	1,75	8	0,29	23	0,88	>25	1,21	>25	0,98	>25	0,87	>25
Titrierbare Säure	0,67	3	0,52	0,1	1,62	0,3	1,00	>25	1,13	23	1,06	>25

Merkmale, die eine hohe Ökovalenz, d. h. eine geringe Streuung um die Umweltregressionsgerade mit $b = 1$ besitzen, haben nach FINLAY und WILKINSON (1963) eine durchschnittliche Sensibilität gegenüber Umweltverhältnissen, also eine durchschnittliche phänotypische Stabilität.

Wenn man auf einen hohen ÖV-Wert hin selektiert, würde man Genotypen auslesen, die den Umwelten adäquat folgen. Bei ungünstigen Umweltbedingungen würden solche Genotypen aber eine geringe Leistung zeigen. Da dies in den meisten Fällen nicht erwünscht ist, erscheint es ratsam, den Ökovalenzwert nicht als Selektionskriterium zu benutzen, sondern ihn allenfalls als ersten Anhaltspunkt zu weiteren Berechnungen heranzuziehen. Geringe Ökovalenzwerte können ein Hinweis auf das Vorliegen einer vom Durchschnitt abweichenden Umweltregression der Phänotypen sein.

2. Sortentypische Umweltregression

Mit dem Parameter Ökovalenz wird nur die Streuung der Sortenleistungen um die Ökovalenzgerade mit $b = 1$ berücksichtigt, unabhängig davon, ob eine unspezifische Streuung oder eine sortentypische Umweltregression vorliegt. Die Ökovalenz ist somit ein Grobmaß, das durch Prüfung der sortentypischen Umweltregression ergänzt werden sollte (WEBLING 1973).

Mit abnehmendem Wert für den Umweltregressionskoeffizienten steigt die phänotypische Stabilität an, vorausgesetzt, daß der Regressionsanteil signifikant ist.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in der Tab. 2 dargestellt. Wenn man eine maximale Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 3\%$ zugrunde legt, können die Werte für β_i wie folgt interpretiert werden:

Die Sorte Riesling besitzt eine überdurchschnittlich hohe phänotypische Stabilität in den Merkmalen Beerengewicht, Traubengewicht und Blattfläche. Daraus folgt, daß sein Erscheinungsbild — relativ kleine Blätter, kleine Trauben und kleine Beeren — durch Umwelteinflüsse wenig modifiziert wird. Die relativ geringe Trieblänge bei RI zeigt zwar ein $\beta_i = 0,48$, der Regressionsanteil ist jedoch nur mit 8% Irrtumswahrscheinlichkeit vorhanden. — In ihrem Säuregehalt reagiert RI empfindlich auf Umwelteinflüsse ($\beta_i = 1,62$), während das Mostgewicht nur als durchschnittlich phänotypisch stabil angesehen werden kann. Anhand dieser beiden ökonomisch wichtigen Merkmale würde man diese Sorte aufgrund der vorliegenden Untersuchungen nur an bevorzugten Standorten anbauen, was den Erfahrungen der Praxis entspricht.

Ähnliches gilt für die Sorte Gewürztraminer. Sie zeigt zwar einen relativ stabilen Säuregehalt ($\beta_i = 0,67$), reagiert jedoch sehr empfindlich im Frischgewicht/Beere auf Umwelteinflüsse. Dabei spielt sicher die sogenannte Jungfernbeerigkeit eine Rolle. Für das Mostgewicht liegt ebenfalls eine hohe Umweltsensibilität vor. Da die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Regressionsanteil aber 8% beträgt, kann diese Aussage nur mit Vorbehalt getroffen werden. GE sollte nach den vorliegenden Ergebnissen nur an günstigen Standorten gute Leistungen erbringen, was mit den Erfahrungen übereinstimmt.

Die Sorte Müller-Thurgau zeigt einen relativ stabilen Säuregehalt mit $\beta_i = 0,52$. Für alle anderen Merkmale konnte keine von $b = 1$ abweichende Regression nachgewiesen werden. Da die meisten Merkmale nur eine durchschnittliche Ökovalenz besitzen, kann man die unspezifische Streuung der Leistungswerte damit erklären, daß von MT bisher keine Klone im allgemeinen Anbau stehen und somit möglicherweise verschiedene Genotypen untersucht wurden. Betrachtet man die

Merkmale Säuregehalt und Mostgewicht, kann man analog zu RI den Schluß ziehen, daß MT unter den verschiedensten Umwelten relativ gleiche Leistungen erbringt.

Bei der Sorte *Ruländer* konnte, abgesehen von der Trieblänge, die eine geringe phänotypische Stabilität zeigt, keine vom Durchschnitt abweichende Sensibilität der Merkmale nachgewiesen werden.

Bei *Silvaner* fällt auf, daß sehr viele Werte für β_1 nahe bei 1 liegen. Wenn man diese mit den Ökovalenzwerten vergleicht, die zwar nicht statistisch signifikant, jedoch allesamt über dem durchschnittlichen Wert liegen, kann man SI als eine Sorte charakterisieren, die sich sehr gut an die jeweiligen Umweltverhältnisse anpaßt (s. hierzu WRICKE 1962, 1964).

Schlußfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen über die phänotypische Stabilität von 6 Sorten lassen den Schluß zu, daß diese Methode auch bei der Prüfung von Zuchtstämmen mit Erfolg angewandt werden kann. In einem Versuch, in dem z. B. 10 Zuchtstämme an 10 Standorten geprüft werden, sollte es mit dieser Methode möglich sein, schon nach 5 Ertragsjahren konkrete Angaben über die Anbaueignung der Zuchtstämme machen zu können.

Zuchtstämme, bei denen für die ökonomisch wichtigen Merkmale eine hohe phänotypische Stabilität nachgewiesen werden kann, können mit hoher Wahrscheinlichkeit für einen allgemeinen Anbau empfohlen werden. Zuchtstämme, bei denen für die betreffenden Merkmale geringe Werte der phänotypischen Stabilität nachgewiesen werden, scheiden für den allgemeinen Anbau aus; sie können jedoch an speziellen Standorten durchaus überragende Ergebnisse bringen.

Es liegt somit auf der Hand, daß mit dieser Methode die Auswahl der Zuchtstämme objektiv, mit relativ wenig Aufwand und in relativ kurzer Zeit durchgeführt werden kann.

Zusammenfassung

Von 9 Merkmalen wurde durch Untersuchungen an 6 Sorten von *Vitis vinifera* an 7—10 Standorten über 2 Jahre die phänotypische Stabilität bestimmt. Als Parameter der phänotypischen Stabilität wurden die Ökovalenz (WRICKE 1964) und die sortentypische Umweltregression (FINLAY und WILKINSON 1963, EBERHART und RUSSEL 1966) berechnet. Zwischen den Sorten konnten für einige Merkmale Unterschiede in der phänotypischen Stabilität nachgewiesen werden, die mit den allgemeinen Erfahrungen der Praxis übereinstimmen. Die Ergebnisse zeigen, daß die Bestimmung der phänotypischen Stabilität eine brauchbare Methode zur Charakterisierung der Anbaueignung von Zuchtstämmen darstellt.

Literatur

- ALLEWELDT, G. und HOFÄCKER, W., 1975: Einfluß von Umweltfaktoren auf Austrieb, Blüte, Fruchtbarkeit und Triebwachstum bei der Rebe. *Vitis* 14, 103—115.
 BECKER, N. J., 1970: Beiträge zur Standortforschung an Reben (*Vitis vinifera* L.). Ergebnisse einer Erhebungsuntersuchung im Rheingau. *Wein-Wiss.* 25, 63—116.

- BERKNER, F., 1930: Pflanzenbaulehre. I. Der Getreidebau. Handbuch der Landwirtschaft Bd. 3, 31—32.
- BÖLL, K. P., 1971: Beziehung zwischen Klima, Traubenertrag und Mostqualität in Baden-Württemberg. Wein-Wiss. 26, 90—111.
- BUTTROSE, M. S., 1969: Vegetative growth of grapevine varieties under controlled temperature and light intensity. Vitis 8, 280—285.
- — and HALB, C. R., 1973: Effect of temperature on development of the grapevine inflorescence after bud burst. Amer. J. Enol. Viticult. 24, 14—16.
- EBERHART, S. A. and RUSSEL, W. A., 1966: Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6, 36—40.
- FINLAY, K. W. and WILKINSON, G. N., 1963: The analysis of adaption in a plant breeding programme. Austral. J. Agricult. Res. 14, 742—754.
- FREEMAN, G. H. and PERKINS, J. M., 1971: Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. Heredity 27, 15—23.
- HALDANE, J. B. S., 1946: The interaction of nature and nurture. Amer. Eugenetics 13, 197—205.
- HANSON, W. D., 1970: Genotypic stability. TAG 40, 226—231.
- KLEINERT, M., 1972: Künstliche Veränderung der meteorologischen Verhältnisse im Rebbestand und Wachstum der Traubenbeeren. Diss. Univ. Gießen.
- LÜDECKE, H. und MÜLLER, A. v., 1958: Sortenversuche mit Zuckerrüben im Bundesgebiet 1953—1956 (Zusammenfassende Auswertung). Arbeiten der DLG 49.
- PLAISTED, R. L., 1960: A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. Amer. Pot. J. 37, 166—172.
- ROEMER, Th., 1917: Sind die ertragsreichen Sorten ertragssicher? Mitt. DLG 87—89.
- SCHNEIDER, W. und STAUDT, G., 1978: Zur Abhängigkeit des Verrieselns von Umwelt und Genom bei *Vitis vinifera*. Vitis 17, 45—53.
- STAUDT, G. und KASSRAWI, M., 1973: Untersuchungen über das Rieseln di- und tetraploider Reben. Vitis 12, 1—15.
- UTZ, H. F., 1972: Die Zerlegung der Genotyp \times Umwelt-Interaktionen. EVD in Medizin und Biologie 2, 52—59.
- WEILING, F., 1973: Zur Bestimmung der Leistungsstabilität von Pflanzentypen nach dem Verfahren von WRICKE, FINLAY, EBERHARDT u. a. Zugleich ein Beitrag zum Wesen sowie zur Analyse von Wechselwirkungen. EDV in Medizin und Biologie 4, 88—98.
- WRICKE, G., 1962: Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzücht. 47, 92—96.
- — , 1964: Zur Berechnung der Ökvalenz bei Sommerweizen und Hafer. Z. Pflanzenzücht. 52, 127—138.
- — , 1965: Die Erfassung der Wechselwirkung zwischen Genotyp und Umwelt bei quantitativen Eigenschaften. Z. Pflanzenzücht. 53, 266—343.
- YATES, F. and COCHRAN, W. G., 1938: The analysis of group of experiments. J. Agricult. Sci. 28, 556—580.

Eingegangen am 21. 6. 1978

Dr. W. SCHNEIDER
Prof. Dr. G. STAUDT
Staatliches Weinbauinstitut
Merzhauser Straße 119
D - 7800 Freiburg i. Br.