

Rebenentwicklung und Traubenreife von zwölf Rebsorten unter dem Einfluss geographisch weit gestreuter Standorte

NORBERT BECKER¹ und VOLKER STEINMETZ²

¹ ehemaliger Mitarbeiter des Staatlichen Weinbauinstituts
D-79100 Freiburg, Ziegelweg 2

² Staatliches Weinbauinstitut
D-79100 Freiburg, Merzhauserstraße 119
E-mail: Volker.Steinmetz@wbi.bwl.de

Die Ergebnisse zeigen, dass es ein allgemeines, von der Rebsorte unabhängiges „klimatisches Reifungspotenzial der Trauben“, wie es 1987 vom Rat der Europäischen Gemeinschaft postuliert wurde, nicht gibt. Das Reifungspotenzial, also die Fähigkeit der Rebe, unter bestimmten meteorologischen bzw. klimatischen Bedingungen vollreife Trauben hervorzubringen, ist nur zum Teil abhängig von den meteorologischen Faktoren, ganz wesentlich jedoch eine Frage der an die örtlichen Gegebenheiten angepassten Rebsorten. Für die vorliegende Arbeit wurden weinbauliche und meteorologische Daten ausgewertet, welche zwischen 1978 und 1990 an zehn weit gestreuten und somit klimatisch sehr unterschiedlichen Standorten sowie an zwölf von ihrer geographischen Herkunft sehr verschiedenen Rebsorten erfasst wurden. Zwischen den meteorologischen Parametern (Temperatursumme, Sonnenscheindauer und Wasserbilanz) bestehen über die Standorte und Vegetationsphasen hinweg enge Korrelationen. Die Versuchssorten zeigen signifikante Unterschiede bezüglich des Zeitpunkts des Erreichens der phänologischen Entwicklungsstadien: Die Sorten der nördlichen Weinbauzone durchlaufen die Entwicklung schneller als die Sorten der südlicheren Zone. Sie werden somit auch früher geerntet. Auch bezüglich der Zucker- und Säuregehalte der Moste reagieren die Sorten sehr unterschiedlich auf die meteorologischen Bedingungen. Hierbei ist auch das sortenspezifische Ertragsniveau zu beachten.

Schlagwörter: *Vitis vinifera*, Rebsorten, meteorologische Bedingungen, phänologische Entwicklung, Zuckergehalt, Säuregehalt, Mostreife

Influence of widely different geographic locations on the development of vine and grape maturity with twelve grape cultivars. The results show that there is not a general „climatic ripening potential of grapes“ independent of the grape cultivar, as postulated by the Council of the European Community in 1987. The ripening potential, i.e. the ability of the vine to produce fully matured grapes under particular meteorological or climatic conditions, is only partly dependent on the meteorological factors. It is, however, significantly influenced by the adaptation of the grape cultivars to the local conditions. For the present study viticultural and meteorological data collected between 1978 and 1990 were evaluated. These had been obtained from ten widely distributed locations with distinct climatic conditions as well as from twelve cultivars of different geographical origin. A close correlation exists between the individual meteorological parameters of the vegetative period (temperature summation, sunshine hours and water balance) for the different locations and years. The cultivars tested showed significant differences regarding the phenological stages. The cultivars from more Northern areas proceeded through developmental stages more rapidly than cultivars from more Southern areas. They therefore are harvested earlier. The sugar and acid contents of musts were markedly dependent on the response of the different cultivars to meteorological conditions. Here the cultivar typical yield level is also to be regarded.

Key words: *Vitis vinifera*, grape cultivars, meteorological conditions, phenological development, sugar content, acidity, must maturity

Développement des vignes et maturité des raisins de 12 cépages sous l'influence d'habitats très éloignées géographiquement les uns des autres. Les résultats montrent qu'il n'existe aucun „potentiel climatique de maturation des raisins“ général et indépendant du cépage, tel qu'il a été postulé par le Conseil des Communautés Européennes en 1987. Le potentiel de maturation, c'est-à-dire la capacité de la vigne de produire des raisins complètement mûrs dans des conditions météorologiques et/ou climatiques précises, ne dépend que partiellement des facteurs météorologiques, mais est essentiellement une question des cépages adaptés aux conditions locales. Pour le présent travail, on a exploité des données viticoles et météorologiques qui avaient été saisies entre 1978 et 1990 sur dix habitats éloignés les uns des autres et donc très différents du point de vue climatique, et sur douze cépages très différents de par leur provenance géographique. Il existe des corrélations étroites entre les paramètres météorologiques (sommées de températures, durée d'ensoleillement et bilan hydrique) quand on considère les sites et les périodes de végétation dans leur ensemble. Les cépages d'essai montrent des différences significatives en ce qui concerne le moment où ils atteignent les stades de développement phénologiques. Les cépages de la zone viticole du Nord se développent plus rapidement que les cépages des zones situées plus dans le Sud. Ils sont donc vendangés plus tôt. Les cépages réagissent de manière très différente aux conditions météorologiques, également en ce qui concerne les teneurs des moûts en sucre et en acide. Dans ce contexte, il faut également tenir compte du niveau de rendement spécifique des cépages.

Mots clés: *Vitis vinifera*, cépages, conditions météorologiques, développement phénologique, teneur en sucre, teneur en acide, maturation du moût

In den klassischen Weinbauländern Europas wurden über Jahrhunderte die traditionellen, autochthonen Rebsorten angebaut. In den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begann jedoch vielerorts ein vorsichtiges Experimentieren mit Sorten, die im jeweiligen Gebiet bis dahin keine Bedeutung hatten. Renommierte Rebsorten aus den mäßig warmen Anbauzonen, wie 'Chardonnay', 'Weißer Sauvignon' und 'Riesling', wurden auch in relativ heißen Gebieten sowohl in Europa als auch in Übersee gepflanzt. In den südfranzösischen Weinbaugebieten fanden Sorten der Bordeaux-Region Eingang. Andererseits begannen die Winzer der nördlichsten Gebiete südlichere Sorten, wie 'Cabernet Sauvignon' und 'Merlot', zu pflanzen. Daraus ergab sich die Frage, welche spezifischen Klimaansprüche die einzelnen Rebsorten besitzen und wie sie ihre Eigenschaften unter geographisch sehr unterschiedlichen Bedingungen ausprägen.

Deshalb hat Mitte der 1970er Jahre der Präsident der „Arbeitsgruppe Weinbau“ der O.I.V. PIERRE HUGLIN einen „Internationalen weinbau-ökologischen Versuch“ an 24 Instituten in Europa und Übersee in die Wege geleitet, mit dem Ziel, an geographisch weit gestreuten Standorten den Einfluss der meteorologischen Bedingungen auf die Rebenentwicklung, die Ertragsbildung und die Reifung der Trauben zu untersuchen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den sehr unterschiedlichen Reaktionen der einzelnen Rebsorten. Ein weiterer Teil der Ergebnisse des „Internationalen weinbau-ökologischen Versuchs“ wurde bereits von CALO et al. (1992a, b) veröffentlicht.

Die Ergebnisse dieser Versuchstätigkeit flossen auch in eine Untersuchung ein, mit der die EU-Kommission im Jahre 1989 eine Gruppe von Experten aus den weinbaureibenden Mitgliedstaaten beauftragte. Ziel dieser Untersuchung war es, die Wirkung der klimatischen Bedingungen der Weinbauregionen der EU auf das Reifungspotenzial der Trauben zu charakterisieren und daraus die weinrechtlichen Zonen der EU neu zu ordnen. Die Ergebnisse wurden der EU-Kommission vorab in einem Bericht zur oben genannten Fragestellung geliefert (BECKER et al., 1992) und im Weiteren von RIOU (1994) veröffentlicht.

Material und Methoden

Versuchsplanung

Bei 24 Weinbau-Versuchsstationen wurden zwölf Sorten (Tab. 1) von unterschiedlicher geographischer Herkunft und Reifezeit gepflanzt. Die Edelreiser zur Herstellung der Pfropfreben der einzelnen Sorten waren als Klonmaterial jeweils von einer der beteiligten Stationen an die anderen geliefert worden. Sie wurden dort auf die gebietsüblichen Unterlagen gepfropft. Die Pflanzungen wurden mit mindestens einer Wiederholung sowie mit mindestens zehn Stöcken pro Wiederholung erstellt und mit den ortsüblichen Pflanzabständen und Erziehungssystemen aufgebaut. Die beteiligten Stationen hatten sich bereit erklärt, eine Beschreibung des Versuchsstandorts zu liefern und während der Versuchsdauer die meteorologischen Daten aufzuzeichnen

Tabelle 1:
Die im Versuch verwendeten Rebsorten

Rotweinsorten	Weissweinsorten
Carignan	Muscat von Alexandria
Grenache	Trebbiano (Ugni blanc)
Syrah	Weisser Sauvignon
Kadarka	Riesling
Cabernet Sauvignon	Gutedel (Chasselas)
Lemberger (Blaufränkisch)	
Portugieser (Portugais bleu)	

sowie an den zwölf Sorten bestimmte pflanzliche Parameter zu erfassen.

Zehn der beteiligten Stationen (Tab. 2) wurden in die hier vorliegende Auswertung einbezogen, da von ihnen nach Abschluss der Versuchsdurchführung die wichtigsten Daten weitgehend vollständig bereitgestellt werden konnten.

Parameter

Die bei der Auswertung verwendeten Parameter sind in Tabelle 3 dargestellt.

Das Temperaturklima wurde, wie in der weinbaulichen Bioklimatologie üblich, durch die Summen der über 10 °C liegenden Tagesmittelwerte charakterisiert (BRANAS, 1974; WINKLER, 1962; CONSTANTINESCU, 1967).

Tabelle 2:
Weinbau-Stationen

Station	Gebiet	Breite	Institution und Versuchsort	Betreuer	Versuchsjahre
Trier, D	Mosel	49,7°N	Landes- Lehr- und Versuchsanstalt für Landw. und Weinbau, Trier	Bourquin, H.D.	1980 – 1985
Colmar, F	Elsass	48,1°N	INRA Colmar, Domaine Bergheim	Huglin, P.	1980 – 1986
Freiburg, D	Baden	48,0°N	Staatliches Weinbauinstitut Freiburg	Becker, N. Zimmermann, H.	1980 – 1984
Angers, F	Loire	47,5°N	INRA Angers Domaine Montreuil-Bellay	Lemaitre, C.	1981 – 1986
Changins, CH	Genfersee	46,3°N	Eidgenössische Landw. Forschungsanstalt Changins, Domaine Pully	Jaquet, L.	1980 – 1985
Conegliano, I	Venetien	45,9°N	Istituto sperimentale per la Viticoltura, Conegliano	Calo, A. Costacurta, A.	1982 – 1986
Bordeaux, F	Bordelais	44,5°N	INRA Bordeaux Domaine Couhins, Pont de la Maye	Renoux, I. Leclair, N.	1985 – 1990
Montpellier, F	Hérault	43,6°N	INRA Montpellier, Domaine Chapitre Villeneuve de Maguellone	Wagner, R.	1978 – 1987
Jerez de la Frontera, E	Andalusien	36,7°N	I.N.I.A. Departamento de Viticultura y Enología, Rancho de la Merced	Garcia de Lujan, A.	1983 – 1987
Stellenbosch, SA	Kaprovinz	33,5°S	Viticultural and Oenological Research Institute, Stellenbosch	de Villiers, F.S.	1982 – 1985

Bei den INRA-Stationen in Frankreich sowie bei der Eidgen. Forschungsanstalt Changins oblag die Versuchsdurchführung den Sektionen „Weinbau“ bzw. „Weinbau und Önologie“.

Die *Potenzielle Evapotranspiration (PET)* stellt einen rein theoretischen Wert dar, der den Verdunstungsanspruch der Atmosphäre, aber nicht die reale Verdunstung der Bodenoberflächen und der Vegetation angibt. Die *Klimatische Wasserbilanz* (der um die gemessene oder berechnete *Potenzielle Evapotranspiration* verminderte gemessene Niederschlag, *N-PET*) kann deshalb an den trocken-heißen Standorten stark negative Werte annehmen, obwohl in der Realität nicht mehr Wasser verdunsten kann, als vorhanden ist.

Zur Charakterisierung der lokalen Wuchsbedingungen der jeweiligen Vegetationsperiode wurden zwei Gruppen von meteorologischen Bedingungen gebildet, die im Weiteren kurz als „humid“ und „arid“ bezeichnet werden (Tab. 4); von den 60 Vegetationsperioden (Summe der Versuchsjahre über alle Versuchstationen) fallen 26 in die Gruppe „arid“, 16 in die Gruppe „humid“, 18 lassen sich keiner der beiden Gruppen zuordnen.

Ergebnisse

Variation der meteorologischen Bedingungen

Nach Tabelle 5 ergeben sich aus den zehn Versuchstandorten (= Stationen) und der jeweiligen Zahl der

Tabelle 3:

Definition direkt gemessener sowie abgeleiteter Parameter (Die jahreszeitbezogenen Parameter wurden für Stellenbosch (Südhalkugel) jeweils um 6 Monate versetzt berücksichtigt.)

Parameter	Definition
Temperatursumme	Summe der positiven Abweichungen der Tages-Mitteltemperaturen von 10°C, angegeben in K, in den Monaten April bis September. Bestimmt durch die „internationale Methode“ des jeweiligen Mittelwerts aus Tagesmaximum und Tagesminimum.
Wasserbilanz	Klimatische Wasserbilanz = Niederschlag in mm minus Potentielle Evapotranspiration in mm in den Monaten April bis September. Die Potentielle Evapotranspiration wurde bestimmt mit Hilfe verschiedener Methoden zwischen den Standorten.
Sonnendauer	Sonnenscheindauer in Stunden der Monate April bis September. Bestimmt mit dem Sonnenscheinautographen nach Campbell-Stokes
Zucker u. Säuregehalt	Entsprechend einer Empfehlung der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (HUGLIN, 1979) werden die Zuckergehalte in Gramm pro Liter und die Säuregehalte in Milliäquivalent pro Liter Traubenmost angegeben.
Phänologische Termine	Austrieb: „grüner Punkt“ (BAGGIOLINI, 1952); Vollblüte: 50 % der Blüten geöffnet; Reifungsbeginn: Beginn des Weichwerdens und der Verfärbung der Beeren; Erntetermin (jeweils angegeben in Tagen nach Jahresanfang)
Erntemenge	Trauben-Flächenertrag in kg/m ²

Tabelle 4:

Zuordnungsbedingungen der lokalen Jahreswitterung zu „humiden“ bzw. „ariden“ Vegetationsperioden.

	Gruppe 1 „humid“	Gruppe 2 „arid“
Beide Bedingungen müssen erfüllt sein	Ernten aus mäßig warm/feuchten Vegetations-Perioden	Ernten aus heiß/trockenen Vegetations-Perioden
Bedingung 1	Temperatursumme 850 bis 1350 K	Temperatursumme 1450 bis 2100 K
Bedingung 2	Wasserbilanz + 330 bis - 330 mm	Wasserbilanz - 600 bis - 1300 mm

Tabelle 5:

Anzahl der ausgewerteten Versuchsjahre sowie Charakterisierung des Wärmeklimas der Versuchsstandorte durch Temperatursummen gemäß Tabelle 3

Station	Zahl der Jahre Summe: n=60	Temperatursumme [K]		
		Minimum = kühlste Veg.-Periode	Mittel der Versuchsjahre	Maximum = wärmste Veg.-Periode
Trier	6	860	1024	1187
Colmar	7	868	1041	1162
Freiburg	5	907	1065	1223
Angers	6	1039	1122	1253
Changins	6	940	1091	1247
Conegliano	5	1333	1647	1758
Bordeaux	6	1273	1450	1588
Montpellier	10	1454	1607	1747
Jerez	5	1913	1991	2098
Stellenbosch	4	1694	1801	1917

Tabelle 6:

Korrelationen zwischen meteorologischen Parametern. Fehlende Einzelangaben zu Sonnenscheindauer bzw. Wasserbilanz bedingen eine Reduktion auf 50 bzw. 43 nutzbare Wertepaare

Temperatursumme zu Sonnenscheind.	r = +0,754 (n=50)
Temperatursumme zu Wasserbilanz	r = - 0,748 (n=50)
Sonnendauer zu Wasserbilanz	r = - 0,852 (n=43)

Versuchsjahre 60 statistische Vegetationsereignisse. Die berechneten Temperatursummen dokumentieren die große Variation der meteorologischen Bedingungen der Stationen und der Jahre.

Tabelle 6 zeigt die Abhängigkeiten, welche zwischen den meteorologischen Parametern bestehen. Die Temperatursumme und die Sonnenscheindauer sind erwartungsgemäß positiv korreliert. Mit zunehmender Wärmesumme und vor allem mit zunehmender Sonnenscheindauer nimmt auch die Potenzielle Evapotranspiration zu, sodass die Wasserbilanz bis hin zu stark negativen Werten abnimmt.

Phänologische Entwicklung

Da die absoluten Termine stark von der geographischen Lage und der jeweiligen Witterung des Jahres bestimmt werden, wurden zur allgemeinen Charakterisierung der Rebsortenunterschiede die jeweiligen phänologischen Termine aller

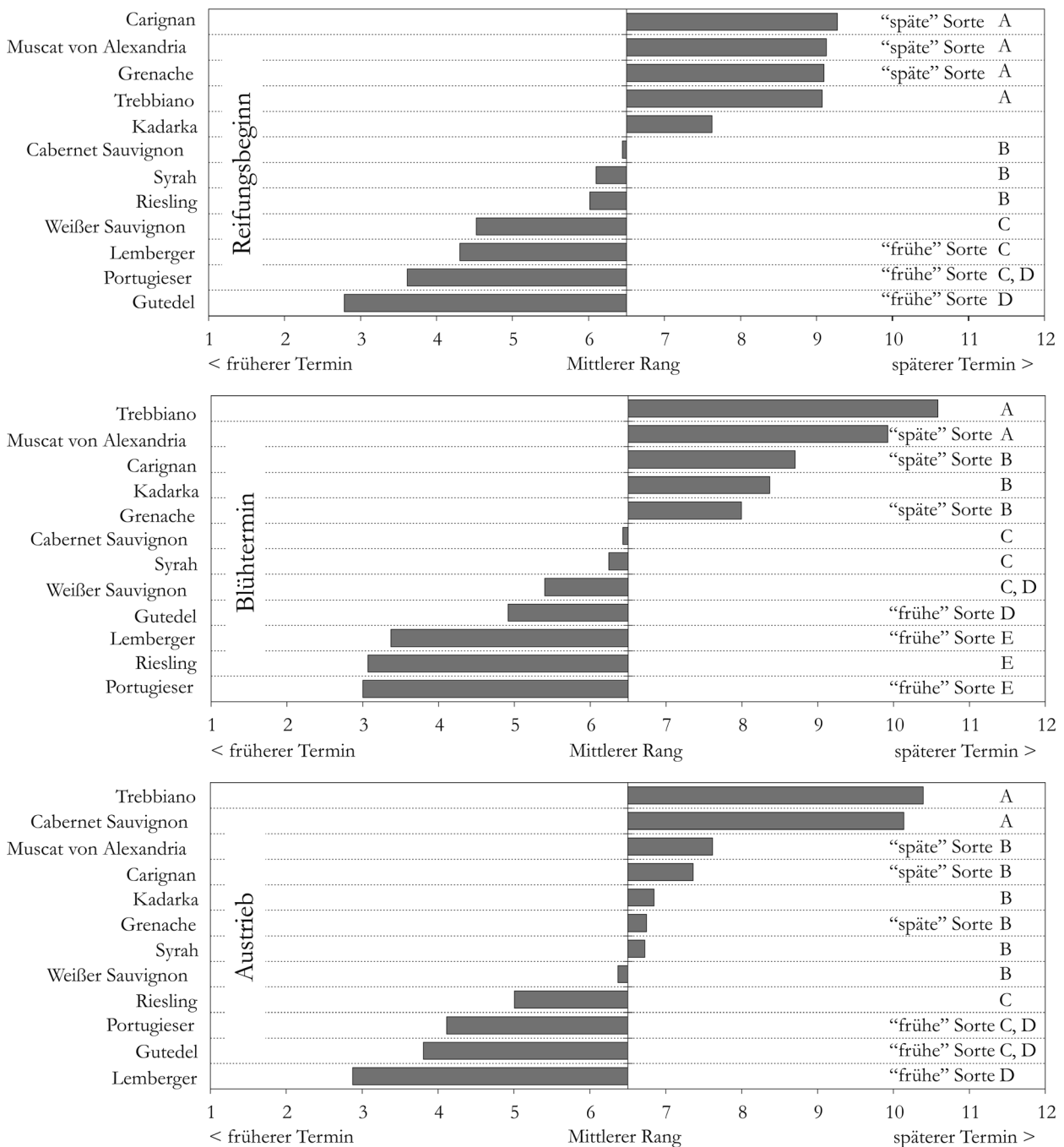


Abb. 1: Zeitliche Rangfolge der phänologischen Entwicklung der 12 Rebsorten über alle Standorte und Versuchsjahre. Gleiche Buchstaben in der rechten Diagrammhälfte markieren Rebsorten, deren mittlerer Rang des phänologischen Ereignisses nicht signifikant unterscheidbar ist. Markiert sind auch jeweils drei Sorten, die in folgenden Betrachtungen die beiden Gruppen „frühe“ und „späte“ Sorten bilden.

Rebsorten eines Standortes innerhalb eines Jahres mit Rangnummern versehen und diese für die weitere Verrechnung verwendet. Die Sorte, die ein phänologisches

Stadium als erste erreichte, erhielt den Rang 1, die späteste Sorte den Rang 12. Die Sortenunterschiede wurden dann durch Verrechnung der Ränge über alle

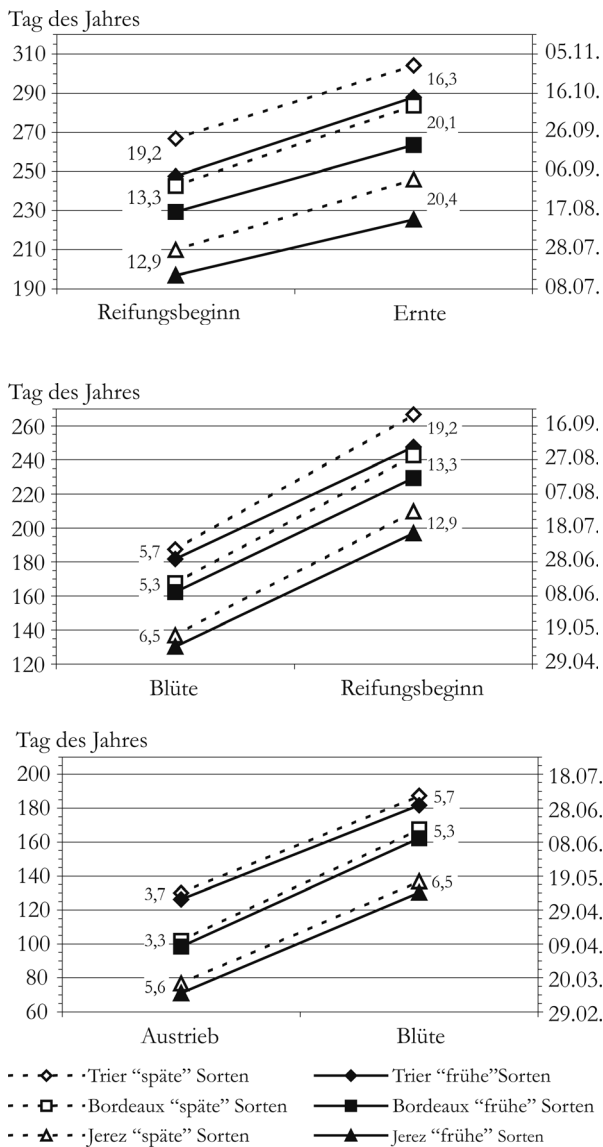


Abb. 2: Zeitpunkt des Erreichens der phänologischen Entwicklungsstadien sowie des Erntetermins an drei ausgewählten Standorten. Mittelwerte für die drei „frühen“ und die drei „späten Sorten“ (siehe Abb. 1) über alle Beobachtungsjahre. Im Diagramm angegebene Zahlen bezeichnen den Entwicklungsvorsprung der „frühen“ gegenüber den „späten“ Sorten am jeweiligen Standort, angegeben in Tagen.

Standorte und Jahre hinweg in Varianzanalyse und multiplem Test nach Newman-Keuls bestimmt (Abb. 1). Mit der Erntemenge wurde entsprechend verfahren (Abb. 4).

Die Ergebnisse zu den phänologischen Stadien gehen aus Abbildung 1 hervor. Es zeigt sich, dass in der Gesamttendenz die Sorten der nördlicheren Weinbauzone die jeweiligen phänologischen Entwicklungsstadien früher erreichen als die Sorten der südlichen, mediterranen Weinbauzone. Um diese Sortenunterschiede übersichtlich darstellen zu können, haben wir drei nördliche „frühe“ Sorten, nämlich 'Gutedel', 'Portugieser' und 'Lemberger', und drei südliche, „späte“ Sorten, 'Carignan', 'Grenache' und 'Muskat v. Alexandrien' ausgewählt. Nach Abbildung 1 unterscheidet sich bei allen drei phänologischen Parametern der mittlere Rang jeder dieser drei nördlichen Sorten signifikant vom mittleren Rang jeder der drei südlichen Sorten. Im Folgenden behandeln wir daher der Einfachheit halber die drei Sorten der nördlicheren Weinbauzone ('Gutedel', 'Portugieser' und 'Lemberger') als Gruppe „früher Sorten“ und die drei Sorten der südlichen, mediterranen Weinbauzone ('Carignan', 'Grenache' und 'Muscat v. A.') als Gruppe „später Sorten“.

In Abbildung 2 sind die mittleren phänologischen Termine der frühen und der späten Sortengruppe für Trier als nördlichste Station, für Jerez als (in Europa) südlichste Station sowie für Bordeaux als Station mittlerer Breite dargestellt. Es zeigt sich, dass die Unterschiede stärker durch den Standort beeinflusst werden als durch die Sortengruppe.

Austrieb bis Blüte

Die Entwicklung vom Austrieb bis zur Blüte verläuft sowohl bei den beiden Sortengruppen als auch im Vergleich der drei Stationen weitgehend parallel. Bei den Sortengruppen ist sie um wenige Tage zeitversetzt. Demgegenüber führen die meteorologischen Bedingungen der geographisch weit entfernten Stationen, wie zu erwarten, zu einer erheblichen zeitlichen Verschiebung. Im Mittel der Versuchsjahre und der jeweils drei Sorten vergeht zwischen dem Austrieb in Trier und der Vollblüte in Jerez nur etwa eine Woche. Wenn also in Trier an den ausgetriebenen Augen (Rebknospen) die Blütenanlagen sichtbar wurden, standen die Reben in Jerez im Mittel der Jahre bereits in voller Blüte.

Blüte bis Reifungsbeginn

Nach der Blüte laufen die Linien der beiden Sortengruppen auseinander. Die „frühen Sorten“ erreichen früher das Stadium des Reifungsbeginns (Véraison). Ihr Vorsprung, der zur Zeit der Blüte im Durchschnitt nur 5,3 bis 6,5 Tage betrug, vergrößert sich in Trier auf rechnerisch 19,2 Tage und in Bordeaux und Jerez auf

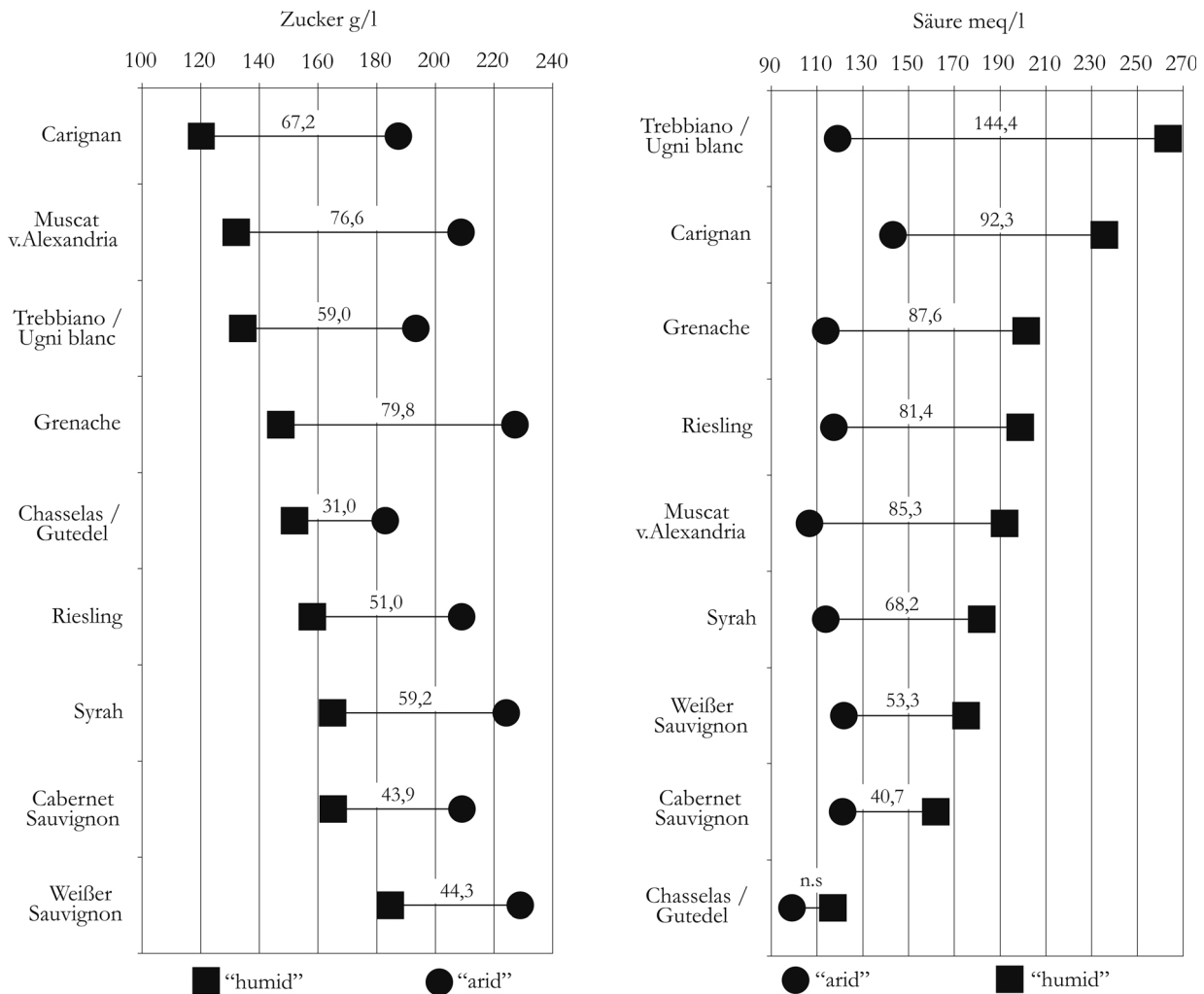


Abb. 3: Reaktionsbreite der Rebsorten: mittlere Zucker- und Säuregehalte der Moste bei Gruppierung der lokalen Witterung während der Vegetationsperiode nach „humid“ und „arid“ (s. Tab. 4). Angegebene Zahlen bezeichnen den Unterschied zwischen dem mittleren Gehalt unter „ariden“ und „humiden“ Bedingungen. Diese Unterschiede sind - bis auf den Säuregehalt von Gutedel - signifikant.

ca. 13 Tage. Dies bedeutet beispielsweise, dass den Trauben der „späten Sorten“ in Trier im Vergleich zu den „frühen Sorten“ ca. 19 September-Tage für den Reifungsprozess verloren gehen. Die Abbildung zeigt schließlich, dass zur Zeit des Reifungsbeginns in Trier die aus den jeweils gleichen Sorten gewonnenen Weine in Jerez bereits durchgegangen sein konnten.

Reifungsbeginn bis Zeitpunkt der Ernte

Streng genommen ist der Zeitpunkt der Ernte kein phänologisches Stadium, sondern ein vom Versuchsbetreuer mit einiger Willkür gesetzter Termin. Der Ver-

lauf der Linien lässt dennoch erkennen, dass in Bordeaux und Jerez der bei Reifungsbeginn vorhandene Rückstand der „späten Sorten“ zur Ernte hin weiter vergrößert wird.

Ein anderes Bild zeigt sich in Trier. Der bei Reifungsbeginn vorhandene Rückstand der „späten Sorten“ scheint zur Ernte hin nicht vergrößert, sondern verkleinert zu werden. Der Verlauf der Linien könnte hier zu der falschen Folgerung führen, dass die „späten Sorten“ bis zur Ernte den bei Reifungsbeginn gegebenen Rückstand zum Teil aufholen. Die richtige Erklärung dürfte jedoch sein, dass in Trier die „späten Sorten“ Anfang

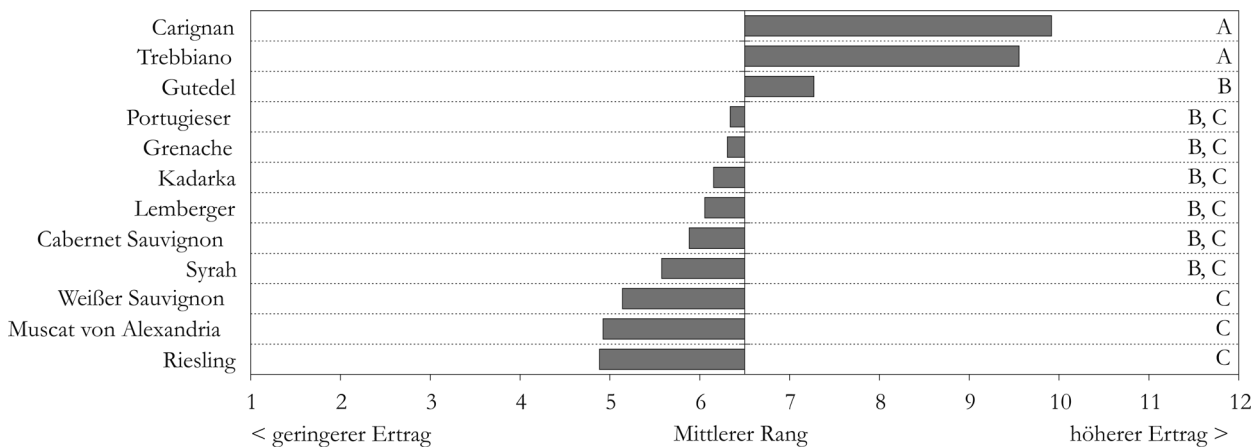


Abb. 4: Höhe des Ertrages nach Rängen, betrachtet über alle Standorte und Versuchsjahre. Im rechten Teil der Abbildung bezeichnen gleiche Buchstaben Rebsorten, deren Ränge des Ertrages sich nicht signifikant unterscheiden lassen.

November einen so geringen Reifegrad erreicht hatten, dass eine Verschiebung der Ernte angesichts der im weiteren Verlauf des November zu erwartenden Witterung keinen Sinn machte und das Experiment mit der Ernte der ungenügend gereiften Trauben abgebrochen wurde. Anders ausgedrückt: Die für die Ausreifung der frühen Sorten während der oft noch warmen mittleren und letzten Oktoberdekade nutzbaren günstigen Witterungsbedingungen lassen sich bei 19 Tagen Verzug der späten Sorten nicht im November nachholen.

Zuckergehalte und Säuregehalte der Traubenmoste

Wir haben, wie in Tabelle 4 angegeben, die Zuckergehalte und Säurewerte nach den entsprechenden Bedingungen der Vegetationsperiode gruppiert („arid“, „humid“; siehe Methodenteil). Die drei Sorten 'Kadarka', 'Lemberger' und 'Portugieser' konnten in diese Auswertung nicht einbezogen werden, da sie an einer der südlichen Stationen nicht gepflanzt worden waren und eine Mittelung über die restlichen Stationen zu nicht vergleichbaren Werten geführt hätte.

Zuckergehalte der Moste

In Abbildung 3, linker Teil, sind für die neun betrachteten Sorten die mittleren Zuckergehalte gegenübergestellt. Die Anordnung der Sorten von oben nach unten entspricht dem zunehmenden mittleren Zuckergehalt unter „humiden“ Bedingungen. Die Differenzen der beiden Mittelwerte sind in allen Fällen statistisch signifikant. Auffällig ist, wie unterschiedlich die einzelnen Sorten bezüglich der Zuckergehalte auf die kli-

matischen Bedingungen reagieren.

'Carignan', als spät reifende, mediterrane Sorte, brachte unter den „humiden“ Bedingungen die geringsten mittleren Zuckergehalte und erreichte auch unter „ariden“ Bedingungen Zuckergehalte, die im Mittel nur für etwa 11 %vol. Alkohol ausreichen. Sehr ähnlich reagiert 'Trebbiano' ('Ugni blanc'). Ursache hierfür sind wahrscheinlich die hohen Erträge. Die beiden Sorten heben sich diesbezüglich deutlich von den übrigen Sorten ab (Abb. 4).

'Muscat v.A.' bringt nach Abbildung 4 gegenüber anderen Sorten unterdurchschnittliche Erträge, erreicht aber dennoch unter den „humiden“ Bedingungen nur geringe Zuckergehalte. Dies deutet auf die hohen Wärmeansprüche dieser aus Nordafrika stammenden Sorte hin, die offenbar nur unter „ariden“ Bedingungen einen hohen Zuckergehalt der Moste erreicht.

'Gutedel' ('Chasselas') erreicht unter „humiden“ Bedingungen nur mittlere Zuckergehalte, bringt aber auch unter „ariden“ Bedingungen die geringsten Zuckergehalte aller neun Sorten. Dies hat seine Ursache unter anderem darin, dass die 'Gutedel'-Trauben unter den „ariden“ Bedingungen sehr früh eine optisch erkennbare physiologische Reife erreichten und entsprechend früh geerntet wurden. In Jerez wurde 'Gutedel' beispielsweise um Mitte August geerntet, in Trier jedoch in der dritten Oktober-Dekade.

'Grenache' und 'Syrah' erreichten unter den „ariden“ Bedingungen sehr hohe Zuckergehalte, welche einem Alkoholgehalt von 13,4 bis 13,6 %vol. entsprechen.

Der 'Weiße Sauvignon' brachte insgesamt sehr hohe

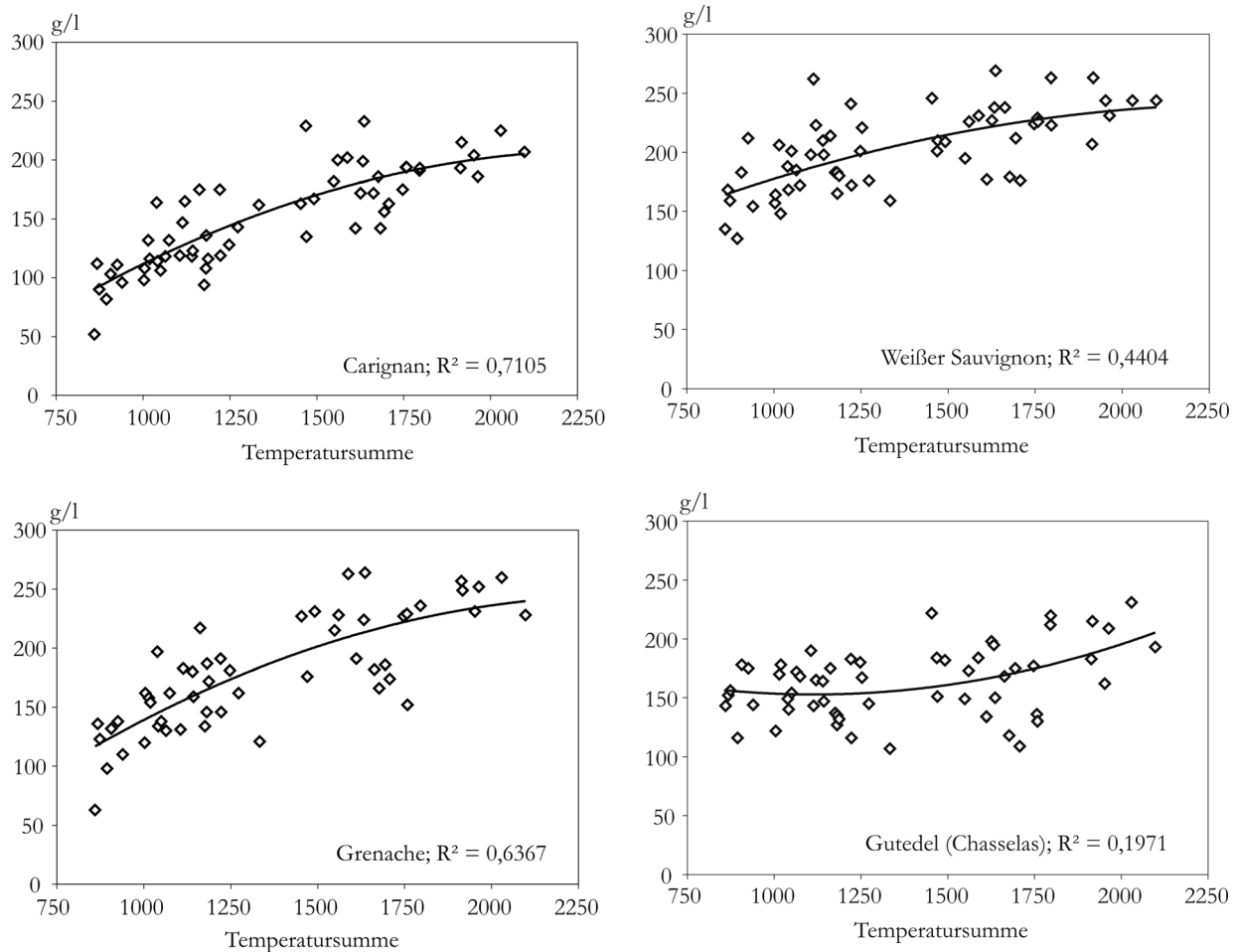


Abb. 5: Beziehungen zwischen dem Zuckergehalt und der Temperatursumme (siehe Tab. 3) bei vier Rebsorten. Regression mit quadratischem Ansatz

Zuckerleistungen - unter den „humiden“ Bedingungen die höchsten aller Rebsorten.

Säuregehalte der Moste

Abbildung 3, rechter Teil, zeigt die mittleren Säuregehalte. Die Anordnung der Sorten von oben nach unten entspricht der abnehmenden mittleren Säure unter „humiden“ Bedingungen. Auch hier fallen die stark unterschiedlichen Reaktionen der Sorten ins Auge, sowohl was die mittleren Säuregehalte innerhalb der Gruppierungen „arid-humid“ als auch die Differenzen zwischen den beiden Gruppierungen betrifft. Diese Differenzen der mittleren Säuregehalte sind bei acht der Sorten statistisch signifikant und lediglich bei 'Gutedel' ('Chasselas') nicht gesichert. Unter „ariden“ Bedingungen liegen die mittleren Säuregehalte relativ eng beisammen. Unter „humiden“ Bedingungen hinge-

gen ergeben sich beachtliche Differenzen.

'Trebbiano' ('Ugni blanc') brachte unter „humiden“ Bedingungen im Mittel aller Ernten umgerechnet rund 20 g/l Säure, als Weinsäure berechnet. 'Gutedel' ('Chasselas') hingegen nur ca. 8 g/l.

Beziehungen zwischen Wärmesummen und Mostreife

Für alle Sorten wurden lineare, quadratische und kubische Gleichungsansätze für die Beziehung zwischen der Temperatursumme und den Zucker- und Säuregehalten der Moste berechnet. Zu beachten sind auch die in Tabelle 6 dargestellten engen Korrelationen der Wärmesummen zur Sonnenscheindauer und zur Klimatischen Wasserbilanz: Mit erhöhten Wärmesummen gehen meist erhöhte Sonnenscheindauer und vor allem eine zunehmend negative Wasserbilanz einher.

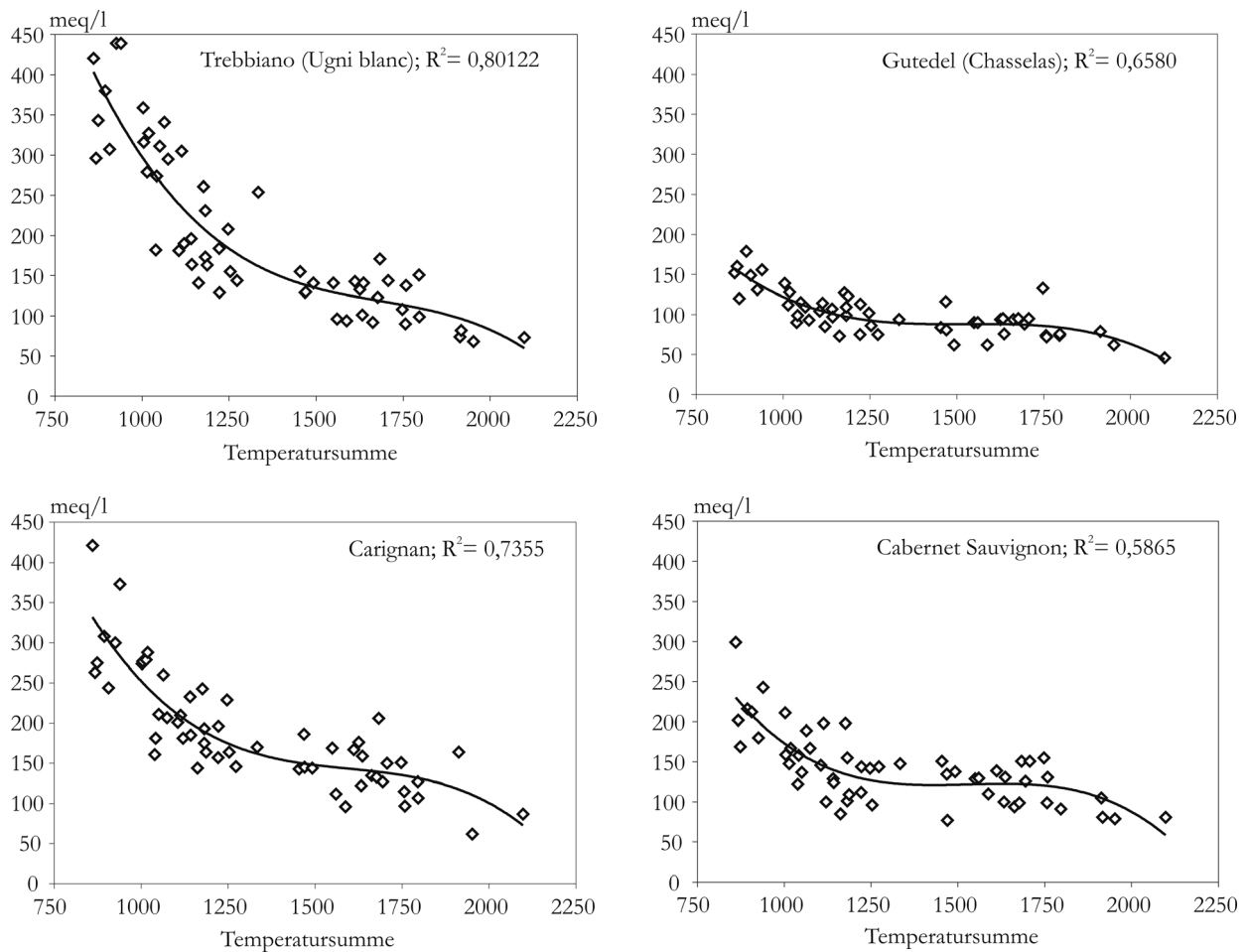


Abb. 6: Beziehungen zwischen dem Säuregehalt und der Temperatursumme. Regression mit kubischem Ansatz

Zuckergehalte

Bei der Darstellung der Abhängigkeit des Zuckergehalts von der Temperatursumme zeigten sich systematische Abweichungen von einem linearen Ansatz; im Rahmen der Streuung lässt sich der Zusammenhang recht gut durch eine quadratische Gleichung beschreiben. Bei fast allen Sorten (Ausnahme: 'Gutedel') flacht der Zuckergehalt mit zunehmender Wärmesumme nach zunächst deutlichem Anstieg ab. In Abbildung 5 sind beispielhaft die Kurven der „späten Sorten“ 'Carignan' und 'Grenache' denen der „frühen Sorten“ 'Weißer Sauvignon' und 'Gutedel' gegenübergestellt.

Für die beiden „frühen“ Sorten werden geringe Bestimmtheitsmaße (R^2) berechnet. Der 'Weiße Sauvignon' bringt bereits bei relativ niedrigen Wärmesummen hohe Zuckergehalte. Der 'Gutedel' weicht hiervon stark ab: Ein klarer Einfluss der Wärmesummen auf

den Zuckergehalt ist hier nicht zu erkennen, was auch das sehr niedrige Bestimmtheitsmaß bestätigt.

Die abweichenden Ergebnisse der beiden „frühen“ Sorten sind auch dadurch begründet, dass die Trauben an den südlichen Stationen schon zwischen Mitte August und Mitte September als „reif“ geerntet wurden und somit den meteorologischen Bedingungen der nachfolgenden Wochen, die in die Berechnung der Temperatursumme mit eingehen, gar nicht ausgesetzt waren.

Säuregehalte

Hier brachten kubische Gleichungsansätze die höchsten Bestimmtheitsmaße (R^2). Insgesamt liegen diese höher als bei den Zuckergehalten. Die Säuregehalte werden demzufolge deutlicher als die Zuckergehalte von den meteorologischen Bedingungen beeinflusst.

Wie Abbildung 6 zeigt, sinken mit zunehmender Wärmesumme die Säuregehalte zunächst deutlich, dann jedoch langsamer ab. Dass die Kurven aller vier Sorten bei den höchsten Wärmesummen tendenziell nochmals stärker abfallen, mag damit zu erklären sein, dass unter sehr heißen und trockenen Bedingungen der Reifungsphase nicht nur Äpfelsäure, sondern auch Weinsäure veratmet wird.

Im oberen Teil der Abbildung 6 sind als extremer Gegensatz die Kurven von 'Trebiano' und 'Gutedel' gegenübergestellt. 'Trebiano' hat bei mäßig warmen Bedingungen unter allen Sorten die höchsten Säurewerte. 'Gutedel' bringt nur bei den kühlest Bedingungen leicht erhöhte Säure. Im breiten Mittelfeld der Wärmesummen sind bei 'Gutedel' die Säuregehalte praktisch gleich, wobei auch hier zu bedenken ist, dass die ausgewiesenen Wärmesummen wegen der oft sehr frühen Erntetermine gar nicht zur Wirkung kommen konnten. Weniger krass sind die Unterschiede zwischen 'Carignan' und 'Cabernet Sauvignon'. Dennoch erweist sich 'Cabernet Sauvignon' von der Säurereife her für mäßig warme Bedingungen als eher geeignet als die mediterrane Sorte 'Carignan'.

Diskussion

Die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass Rebsorten von sehr verschiedener geographischer Herkunft sehr unterschiedlich auf die meteorologischen Bedingungen der Vegetationsphase reagieren.

Die früh reifenden Sorten der nördlicheren Klimazone durchlaufen die Entwicklungsphasen von Austrieb über Blüte zu Reifungsbeginn schneller als die spät reifenden Sorten der mediterranen Klimazone. Somit vergrößert sich während der Vegetationsphase die zeitliche Verschiebung der phänologischen Stadien. Entsprechend werden die Trauben der „frühen Sorten“ auch früher geerntet. Die oft zu findende Aussage, dass der besondere Charakter der Weine der nördlicheren, mäßig warmen Weinbauzone darauf beruhe, dass die Trauben sich dort langsamer entwickeln und langsamer reifen als in den heißeren Anbaugebieten, ist also nicht zutreffend. Die Trauben der „nördlichen“ Sorten entwickeln sich und reifen nicht langsamer, sondern im Gegenteil schneller - in ihren angestammten Verbreitungsgebieten jedoch später im Jahr und somit bei niedrigeren Temperaturen sowie bei meist ausreichender Feuchte. Besonders darin dürfte der andersartige Charakter der Weine begründet sein.

Die sehr unterschiedlichen Reaktionen der Sorten, die

insbesondere in Abbildung 3 zum Ausdruck kommen, bestätigen auch die einleitend getroffene Aussage, dass es ein allgemeines „klimatisches Reifungspotenzial der Trauben“ nicht gibt. Ein solches Potenzial hatte im Jahr 1987 der Rat der Europäischen Gemeinschaft postuliert und die Brüsseler Kommission beauftragt, von einer internationalen Expertengruppe eine entsprechende Studie als Grundlage der damals beabsichtigten Neueinteilung der weinrechtlichen Zonen erarbeiten zu lassen (EU, 1987).

Wie die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen, ist das Reifungspotenzial im Sinne der Reaktion des Zucker- und Säuregehaltes auf die meteorologischen Bedingungen ganz wesentlich eine Frage der Rebsorten. Diese Auffassung haben wir seinerzeit bereits in einem Bericht an die EU-Kommission dargelegt (BECKER et al., 1992). Dieser Bericht stand im Widerspruch zu den von der Expertengruppe erarbeiteten und von RIOU (1994) publizierten Ergebnissen. Die EU-Kommission verzichtete deshalb auf die ursprünglich beabsichtigte Neueinteilung der weinrechtlichen Zonen.

Angesichts der Unsicherheit über das Ausmaß und die Folgen der im Ansatz bereits erkennbaren Klima-Veränderungen (BECKER, 2003) scheint es auch nicht sinnvoll, die weinrechtlichen Zonen derzeit erneut zur Diskussion zu stellen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Kollegen der zehn Stationen (Tab. 2), die den größten Teil der Daten erhoben haben.

Literatur

- BAGGIOLINI, M. 1952: Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Rev. Romande Agric. Vitic.* 8(1): 4-6
- BECKER, N. (1995): Zuckergehalte der Mosternten 1972 bis 1991 nach den amtlichen Erntestatistiken der deutschen Anbaugebiete. Bedeutung der Jahreswitterung gegenüber der Ertragshöhe. Beeinflussung durch weinbauliche Maßnahmen? Niederschrift über die Tagung des Bundesausschusses für Weinforschung vom 6. bis 8. Juni 1995. - Freiburg/Breisgau, 1995
- BECKER, N. 2003: Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Weinbau in Deutschland - Chancen, Gefahren und Risiken. *Dt. Weinbau-Jb.* 54: 13-18
- BECKER, N., HABERMANN, E. und STEINMETZ, V. (1992): Untersuchungen zum klimatischen Reifungspotential der Traubenernten verschiedener Rebsorten. Unveröffentlichter Bericht des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg an die EU-Kommission, (deutsch und französisch). - Freiburg/Breisgau, August 1992

- BRANAS, J. (1974): Viticulture. - Montpellier: Dehan, 1974
- CALO, A., COSTACURTA, A., TOMASI, D., BECKER, N., BOURQUIN, H.D., DE VILLERS, F.S., GARCIA DE LUJAN, A., HUGLIN, P., JAQUINET, L. et LEMAITRE, C. 1992a: La teneur en sucre du raisin: le déterminisme climatique. Riv. Vitic. Enol. 45(3): 3-29
- CALO, A., COSTACURTA, A., TOMASI, D., BECKER, N., BOURQUIN, H.D., DE VILLERS, F.S., GARCIA DE LUJAN, A., HUGLIN, P., JAQUINET, L. et LEMAITRE, C. 1992b: Durée de la période végétative de la vigne comme indice de caractérisation du milieu. Quaderni Vitic. Enol. Univ. Torino 16: 189-194
- CONSTANTINESCU, G. 1967: Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages appropriés. Bull. O.I.V. 40: 1179-1205
- EU, 1987: Verordnung (EWG) Nr. 1390/87 des Rates vom 18. Mai 1987 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 über die gemeinsame Marktorganisation für Wein. Amtsblatt L 133: 3-4
- HUGLIN, P. 1979: Présentation internationale uniforme et rationnelle des résultats d'essais viticoles. Bull. O.I.V. 52: 999-1006
- HUGLIN, P. et SCHNEIDER, C. (1998): Biologie et écologie de la vigne. 2. Ed. - Paris: Lavoisier, 1998
- RIOU, C. 1994: Le déterminisme climatique de la maturation du raisin : Application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté Européenne. Centre commun de recherche CEE : Un système d'information agronomique pour la CEE, 319 p.
- WINKLER, A.J. (1962): General viticulture. - Berkeley: Univ. California Press, 1962
- Manuskript eingelangt am 30. Juni 2005