

Auswertung von Klimadaten und Traubenreifeparametern mit dem Ziel einer Reifepronose im Weinbau

MARTIN MEHOFER, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER, KAREL HANAK und FERDINAND REGNER

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Martin.Mehofer@hblawo.bmlfuw.gv.at

Ein auf den Klimadaten Wärmesumme und Sonnenscheindauer aufbauendes präzises Reifepronosemodell wird vorgestellt. Zusätzlich zu den beiden Klimadaten bedarf es aber der Messung eines zeitlichen Reifeverlaufs, um die vielen nicht berücksichtigten reiferlevanten Faktoren einarbeiten zu können. So konnte bei den Sorten 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt' der Reifeverlauf an Hand von Mostgewicht (°KMW) und Säuregehalt (g/l) in eine sichere Beziehung zur Wärmesumme und zur Sonnenscheindauer gebracht werden. Dabei wurde festgestellt, dass die Jahrgangindividualität für die Berechnung nur erhalten bleibt, wenn für jeden Jahrgang eine eigene Reifekorrelation berechnet wird. Durch die Erstellung einer Regressionsgeraden konnte die Reife prognostiziert werden. Es wurde eine gute Übereinstimmung zwischen prognostizierten und tatsächlich gemessenen Reifewerten (Mostgewicht in °KMW) festgestellt.

Schlagwörter: Rebe, Reifepronose, Wärmesumme, Sonnenscheindauer

Evaluation of climatic data and ripeness parameters for ripeness prognoses in viticulture. A model for ripeness prognosis based on the climatic data heat summation and duration of sunshine is presented. Additionally to these two climatic data, however, the measurement of a temporal course of ripeness is required, in order to take into calculation the many not considered ripeness relevant factors. Thus by measurements of must weight (°KMW) and acidity (g/l) a correlation could be established between the course of ripening and the parameters heat summation and duration of sunshine with the cultivars 'Grüner Veltliner' and 'Zweigelt'. It was found out that vintage characteristics only can be maintained in computation, if individual ripeness correlations are computed for each vintage year. Ripeness prognosis was possible due to calculation of a regression line. A good correlation between prognosticated and actually measured ripeness values (must weight in °KMW) was determined.

Key words: Grapevine, maturity prediction, heat summation

Évaluation de données climatiques et de paramètres de maturité des raisins en vue d'un pronostic de maturité dans le domaine de la viticulture. Un modèle précis de pronostic pour la maturité basé sur les données climatiques de degrés-jours et à durée d'ensoleillement est présenté. En plus des deux données climatiques, il est également nécessaire de mesurer la maturation dans le temps, afin de pouvoir intégrer les nombreux facteurs importants pour la maturation qui n'ont pas été pris en compte jusqu'à présent. Les valeurs relatives à la densité du moût (°KMW) et à l'acidité (g/l) ont ainsi permis d'établir une relation certaine entre la maturation et les degrés-jours et la durée d'ensoleillement. Il a été constaté dans ce contexte que l'individualité du millésime ne subsiste pour le calcul que si une corrélation de maturité est calculée pour chaque millésime. L'établissement d'une droite de régression a permis de faire un pronostic pour la maturité. On a constaté une bonne coïncidence entre les valeurs de la maturité réellement mesurées et pronostiquées (densité du moût en °KMW).

Mots clés: vigne, pronostic de maturité, degrés-jours, durée d'ensoleillement

Die Wahl des Lesezeitpunktes hat nach FOX (2000) unbestritten einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Trauben- und Weinqualität. Zur Bestimmung

des optimalen Erntezeitpunktes der Trauben werden neben der optischen und sensorischen Beurteilung der Beeren als weitere wichtige Reifeparameter das

Mostgewicht (°KMW) und der Säuregehalt (g/l) verwendet, weil diese nach EDER et al. (2004) den Reife fortschritt in den Trauben grundlegend widerspiegeln. Nach BACH et al. (1991) soll bei frühreifen Rebsorten die Wahl des Lesezeitpunktes eher die Erhaltung eines ausreichenden Säuregehalts als das Erreichen eines möglichst hohen Mostgewichts zum Ziel haben. BRANDES et al. (2001) stellen bei den Rebsorten 'Rheinriesling', 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt' einen sehr einheitlichen Verlauf der Zuckerakkumulation mit fortschreitender Reife fest, während hingegen die Säurekonzentration im zeitlichen Verlauf sortentypische Unterschiede zeigt.

Das Wachstum der Rebe und die Reife der Trauben werden neben den Bodenverhältnissen besonders stark von den klimatischen Gegebenheiten beeinflusst. Nach HÖCHLI und KOBLET (1993) wird ein gutes Weinjahr durch Sonne und Wärme bestimmt, die eine optimale Traubenreife gewährleisten. Weinbau ist daher nur in jenen Gebieten zu finden, wo bestimmte klimatische Mindestvoraussetzungen gegeben sind. WINKLER et al. (1974) definierten zum ersten Mal Weinbaugegenden auf Grund ihrer Wärmesummen. Zur Berechnung der Wärmesumme werden die Tagestemperaturen über 10 °C von 1. April bis 31. Oktober aufsummiert, wobei sich beispielsweise für Geisenheim 1790 °C und für Budapest 2570 °C ergeben. Für österreichische Standorte ergeben sich nach REDL et al. (1996) folgende Werte: Wien: 3350 °C, Krems (Niederösterreich): 3196 °C, Neusiedl (Burgenland): 3400 °C und Leibnitz (Steiermark): 2976 °C. Als mögliche Kenngröße zur Beurteilung der Traubenqualität über die Temperatur bietet sich somit die Wärmesummenmethode an. Neben den Temperaturverhältnissen hat auch die vorhandene Sonnenscheindauer während der Vegetationszeit einen starken Einfluss auf die Ausreifung der Trauben. Die Sonnenscheindauer stellt eine mögliche Kenngröße zur Qualitätsbeurteilung dar, weil diese, wie REDL et al. (1996) erläutern, die Erwärmung des Bodens und die Assimilationsleistung der Rebe maßgeblich beeinflusst. Allerdings kann ein nicht ausreichendes Wasser- und Nährstoffangebot limitierend wirken und so den positiven Effekt von Temperatur und Sonnenstrahlung mindern. Nach HARLFINGER (2000) bzw. HARLFINGER und FORMAYER (2004) zeigt eine Abschätzung der Einflussgrößen, dass über das Klima cirka 70 % und über den Boden ca. 30 % der natürlichen Ertragsfähigkeit erklärt werden können.

Material und Methoden

Standorte der Weingärten

Die im Versuch verwendeten Rebsorten sind 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt', da diese flächenmäßig die Hauptsorten in der österreichischen Weinproduktion darstellen. Der Standort der Versuchsfelder ist das Versuchsgut Agneshof der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg in Niederösterreich (Tab. 1).

Probennahme

Es wurden 100 bis 150 Beeren von mehreren über die jeweilige Versuchsfeldfläche verteilten Rebstöcken entnommen. Die Entnahme erfolgte sowohl von der Sonnenseite als auch von der Schattenseite der Trauben. Außerdem wurde bei der Probenziehung die unterschiedliche Stellung am Traubengerüst berücksichtigt. Danach wurden 100 Beeren von jeder Probe abgezählt und deren Gewicht ermittelt. Die Entsaftung erfolgte mittels einer Hochleistungszentrifuge (Fa. Santos, Modell 28) und die Filtration mit Hilfe von Faltenfiltern 602 H 1/2 (Fa. Schleicher und Schuell, D-37586 Dassel). Die Analyse der filtrierten Proben erfolgte aus technischen Gründen erst am darauffolgenden Tag. Der gesamte Ablauf der Beerenprobennahme wurde bis zur Beendigung der Hauptlese jedes Jahr wöchentlich wiederholt.

Reifeanalysen

Die Bestimmung des Mostgewichts erfolgte mittels Handrefraktometers (Fa. Bleeker, Zeist, Niederlande).

Tabelle 1:

Beprobte Rebanlagen (Pflanzjahr Rothäcker IV: 1992; Göbling: 1985; Oberleiten I: 1988)

Standort	Rothäcker IV	Göbling	Oberleiten I
Rebsorte	Grüner Veltliner	Grüner Veltliner	Zweigelt
Unterlage	K 5BB	K 5BB	K 5BB
Pflanzverband (m)	3,00 x 1,20	3,00 x 1,20	3,00 x 1,20
Stockanzahl pro ha	3125	3125	3125
Fläche pro Stock (m ²)	3,6	3,6	3,6
Erziehung und Schnitt	verschiedene Erziehungsformen	Hochkultur, zweiarmiger Kordon, 5 Augen pro m ²	Hochkultur, talseitiger Kordon mit kurzem Bergast, 4 Augen pro m ²

Der Säuregehalt wurde durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum Umschlagspunkt (pH = 7) bestimmt (EDER und BRANDES, 2003).

Aufzeichnung der Klimadaten

Der Standort der Wetterstation (Fa. Kroneis, Wien) befindet sich am Versuchsgut Agneshof in unmittelbarer Nähe der beprobten Flächen. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei Komponenten. Die Messfühler dienen zur Ermittlung der Klimadaten und der Datenlogger zur Aufzeichnung dieser Werte. Die Aufzeichnung mit dem Datenlogger erfolgt auf Grund eines genau definierten Aufzeichnungsintervalls, welches bei dieser Wetterstation zwei Sekunden beträgt. Diese Daten werden intern gespeichert und nach einer Minute gemittelt beziehungsweise summiert. Diese gemittelten und summierten Werte werden wiederum gespeichert. Nach Ablauf einer Stunde werden diese „Minutenwerte“ wieder gemittelt beziehungsweise summiert und dann in einer Ausgabedatei festgehalten. Diese Ausgabedatei wird mittels Laptop einmal im Monat ausgelesen und die so gewonnenen Daten werden am PC weiter verrechnet. Dazu werden die „Stundenwerte“ tageweise zusammengefasst und am Ende des Monats in Form einer Monatsübersicht ausgedruckt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Reife- und Klimadaten wurde mit dem Programm Microsoft Excel[®] durchgeführt.

In Anlehnung an HARLFINGER (2000) bzw. HARLFINGER und FORMAYER (2004) wurden zur Berechnung der Wärmesumme die 14-Uhr-Temperaturen aller jener Tage herangezogen, an denen das Temperaturminimum mindestens 5 °C und das Temperaturmaximum mindestens 15 °C betragen hat. Diese 14-Uhr-Temperaturwerte wurden dann im Laufe des jeweiligen Jahres aufsummiert.

Die Anzahl der Sonnenscheinstunden wurde im Laufe des jeweiligen Jahres von den Monaten März bis Oktober aufsummiert.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der einfachen linearen Korrelations- und Regressionsrechnung in Kombination mit dem t-Test und dem F-Test.

Als Signifikanzgrenzen wurden nach EHRENDORFER (1958) folgende benutzt:

Wahrscheinlichkeit: P ≤ 0,001 „sicher“

P ≤ 0,01 „hoch signifikant“

P ≤ 0,05 „signifikant“

P > 0,05 „nicht signifikant“

Ergebnisse

Zusammenhang zwischen Wärmesumme und Reifeparameter bei der Sorte 'Grüner Veltliner'

Wird die Korrelations- und Regressionsanalyse zwischen Wärmesumme und Mostgewicht sowie Wärmesumme und Säuregehalt für jeden Jahrgang getrennt durchgeführt, so ergeben sich in allen Jahren (2000 bis 2004) „sichere“ Zusammenhänge (P < 0,001).

In den Jahren 2000 bis 2004 schwankt die durch die Wärmesumme erklärbare Varianz beim Mostgewicht zwischen 68 % und 93 % (Tab. 2) und beim Säuregehalt zwischen 81 % und 92 % (Tab. 3). Aus den Regres-

Tabelle 2:

Statistische Zusammenhänge zwischen Mostgewicht und Wärmesumme bei 'Grünem Veltliner' (Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,001 %)

Jahre	Durch Wärmesumme erklärbare Varianz des Mostgewichts (%)	Anstieg des Mostgewichts bei Zunahme der Wärmesumme um 100 °C	
		(°KMW)	(°Oe)
2004	68	0,91	4,6
2003	92	0,60	3,0
2002	74	0,91	4,6
2001	93	0,98	4,9
2000	89	0,94	4,7
2000 bis 2004	51	0,55	2,8

Tabelle 3:

Statistische Zusammenhänge zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei 'Grünem Veltliner' (Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,001 %)

Jahre	Durch Wärmesumme erklärbare Varianz des Säuregehalts (%)	Verringerung des Säuregehalts bei Zunahme der Wärmesumme um 100 °C (g/l)
2004	86	2,1
2003	92	0,9
2002	81	0,7
2001	84	2,7
2000	90	1,5
2000 bis 2004	64	1,2

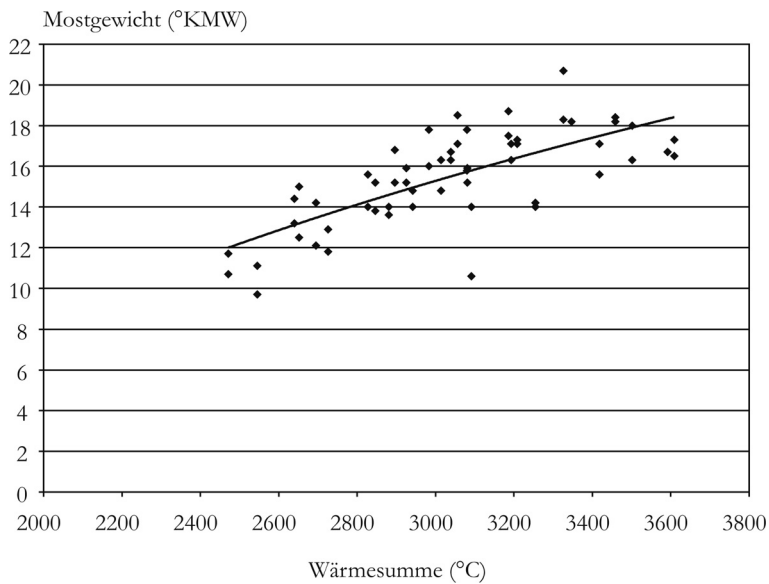


Abb. 1: Korrelation zwischen Mostgewicht und Wärmesumme bei der Sorte 'Grüner Veltliner' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

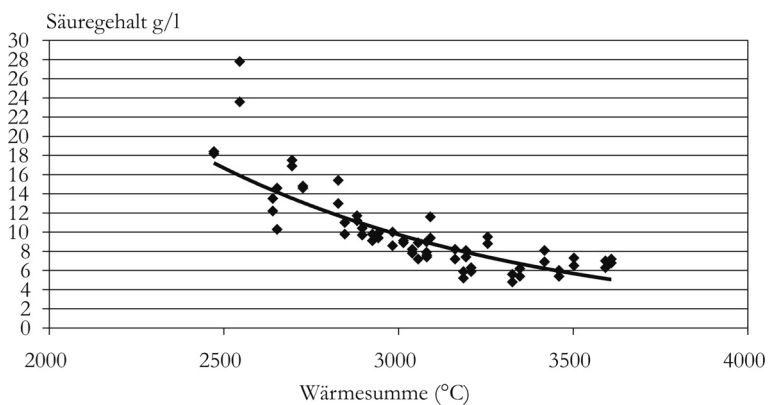


Abb. 2: Korrelation zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei der Sorte 'Grüner Veltliner' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

sionsanalysen ergibt sich pro 100 °C Wärmesummenzunahme ein Anstieg des Mostgewichtes zwischen 0,6 ° und 1,0 °KMW (Tab. 2) und eine Abnahme des Säuregehalts zwischen 0,7 g/l und 2,7 g/l (Tab. 3).

Erfolgt die Berechnung der Korrelations- und Regressionsanalyse zwischen Wärmesumme und Mostgewicht sowie Wärmesumme und Säuregehalt aus den gepoolten Messwerten der fünf Jahre, so ergeben sich ebenfalls „sichere“ Zusammenhänge ($P < 0,001$). Die durch die Wärmesumme erklärbare Varianz liegt beim Mostgewicht bei 51 % (Tab. 2) und beim Säuregehalt bei

64 % (Tab. 2). Aus den Regressionsanalysen ergibt sich pro 100 °C Wärmesummenzunahme ein Anstieg des Mostgewichtes um 0,6° KMW und eine Abnahme des Säuregehalts um 1,2 g/l (Tab. 2 und 3).

In Abbildung 1 ist der Zusammenhang zwischen Mostgewicht und Wärmesumme bei der Sorte 'Grüner Veltliner' an beiden Standorten graphisch dargestellt.

In Abbildung 2 ist der Zusammenhang zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei der Sorte 'Grüner Veltliner' an beiden Standorten graphisch dargestellt.

Zusammenhang zwischen Wärmesumme und Reifeparameter bei der Sorte 'Zweigelt'

Die für jedes Jahr einzeln durchgeführten Korrelations- und Regressionsanalysen zwischen Wärmesumme und Mostgewicht sowie Wärmesumme und Säuregehalt ergaben zumindest „signifikante“ Zusammenhänge (P zwischen $< 0,001$ und $< 0,02$). Die im Versuchszeitraum durch die Wärmesumme erklärbare Varianz schwankt beim Mostgewicht zwischen 87 % und 99 % (Tab. 4) und beim Säuregehalt zwischen 73 % und 97 % (Tab. 5). Aus den Regressionsanalysen ergibt sich in den Jahren 2000 bis 2004 pro 100 °C Wärmesummenzunahme ein Anstieg des Mostgewichtes zwischen 0,5 und 0,8° KMW (Tab. 4) und eine Abnahme des Säuregehalts zwischen 0,5 g/l und 1,8 g/l (Tab. 5).

Bei der Berechnung der Korrelations- und Regressionsanalyse zwischen Wärmesumme und Mostgewicht sowie Wärmesumme und Säuregehalt aus den gepoolten

Messwerten der fünf Jahre wurden „sichere“ Zusammenhänge ($P < 0,001$) festgestellt. Die durch die Wärmesumme erklärbare Varianz liegt beim Mostgewicht bei 66 % (Tab. 4) und beim Säuregehalt bei 61 % (Tab. 5). Aus den Regressionsanalysen ergibt sich pro 100 °C Wärmesummenzunahme ein Anstieg des Mostgewichtes um 0,5 °KMW (Tab. 4) und eine Abnahme des Säuregehalts um 0,8 g/l (Tab. 5).

In Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen Mostgewicht und Wärmesumme bei der Sorte 'Zweigelt' graphisch dargestellt.

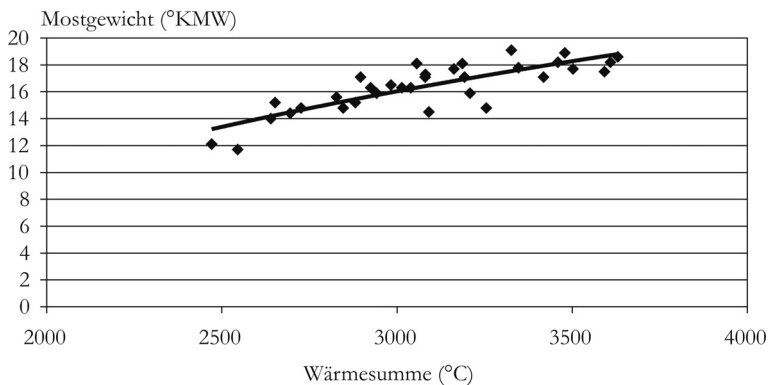


Abb. 3: Korrelation zwischen Mustgewicht und Wärmesumme bei der Sorte 'Zweigelt' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

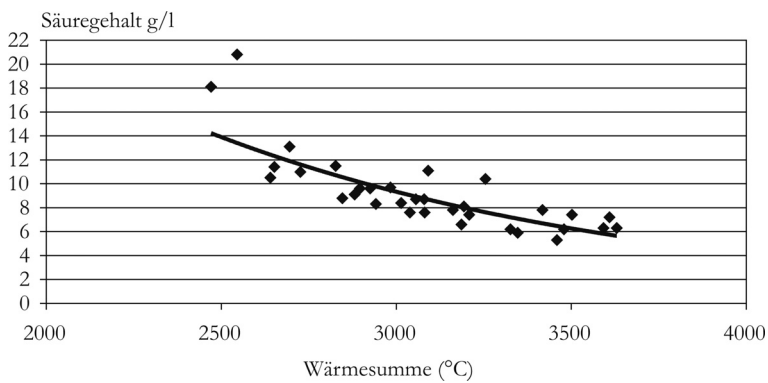


Abb. 4: Korrelation zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei der Sorte 'Zweigelt' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

In Abbildung 4 ist der Zusammenhang zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei der Sorte 'Zweigelt' graphisch dargestellt.

Zusammenhang zwischen Sonnenscheindauer und Reifeparametern bei der Sorte 'Grüner Veltliner'

Die für jedes Jahr einzeln durchgeführten Korrelations- und Regressionsanalysen zwischen Sonnenscheindauer und Mustgewicht sowie Sonnenscheindauer und Säuregehalt ergaben „sichere“ bis „hochsignifikante“ Zusammenhänge ($P < 0,001$ und $P < 0,005$).

Die durch die Sonnenscheindauer erklärbare Varianz schwankt beim Mustgewicht zwischen 69 % und 93 % (Tab. 6) und beim Säuregehalt zwischen 60 % und 92 % (Tab. 7). Aus den Regressionsanalysen ergibt sich in den Jahren 2000 bis 2004 pro 100 Stunden Sonnenscheindauer ein Anstieg des Mustgewichtes zwi-

schen 1,8 und 3,2 °KMW (Tab. 6) und eine Abnahme des Säuregehalts zwischen 1,4 und 8,9 g/l (Tab. 7).

Bei der Berechnung der Korrelations- und Regressionsanalysen zwischen Sonnenscheindauer und Mustgewicht sowie Sonnenscheindauer und Säuregehalt mit den gepoolten Messwerten aller fünf Jahre zeigen sich ebenfalls „sichere“ Zusammenhänge ($P < 0,001$). Die durch die Sonnenscheindauer erklärbare Varianz liegt sowohl beim Mustgewicht als auch beim Säuregehalt bei 60 %. Aus den Regressionsanalysen ergibt sich pro 100 °C Wärmesummenzunahme ein Anstieg des Mustgewichtes um 1,5 °KMW (Tab. 6) und eine Abnahme des Säuregehalts um 2,8 g/l (Tab. 7).

In Abbildung 5 ist der Zusammenhang zwischen Mustgewicht und Sonnenscheindauer bei der Sorte 'Grüner Veltliner' an beiden Standorten dargestellt.

In Abbildung 6 ist der Zusammenhang zwischen Säuregehalt und Sonnenscheindauer bei der Sorte 'Grüner Veltliner', beide Standorte, dargestellt.

Anwendung eines Prognosemodells zur Berechnung des Mustgewichtes (°KMW) anhand von reifeabhängigen Messdaten

In den folgenden Tabellen werden Prognosemodelle für den Reifeparameter Mustgewicht (°KMW) und die Ergebnisse der Regressionsanalyse

Tabelle 4: Statistische Zusammenhänge zwischen Mustgewicht und Wärmesumme bei 'Zweigelt' (Irrtumswahrscheinlichkeit $< 0,001$ %; in den Jahren 2000 und 2002 $< 0,005$ %)

Jahre	Durch Wärmesumme erklärbare Varianz des Mustgewichtes (%)	Anstieg des Mustgewichtes bei Zunahme der Wärmesumme um 100 °C (°KMW)	(°Oe)
2004	99	0,68	3,4
2003	94	0,49	2,5
2002	91	0,74	3,7
2001	91	0,82	4,1
2000	87	0,65	3,3
2000 bis 2004	66	0,47	2,4

Tabelle 5:
Statistische Zusammenhänge zwischen Säuregehalt und Wärmesumme bei 'Zweigelt' im Quartier Oberleiten I

Jahre	Durch Wärmesumme erklärbarer Varianz des Säuregehalts (%)	Verringerung des Säuregehalts bei Zunahme der Wärmesumme um 100 °C (g/l)	Irrtumswahrscheinlichkeit (%)
2004	97	1,1	< 0,001
2003	86	0,5	< 0,005
2002	93	0,9	< 0,002
2001	73	1,8	< 0,02
2000	84	1,1	< 0,005
2000 bis 2004	61	0,8	< 0,001

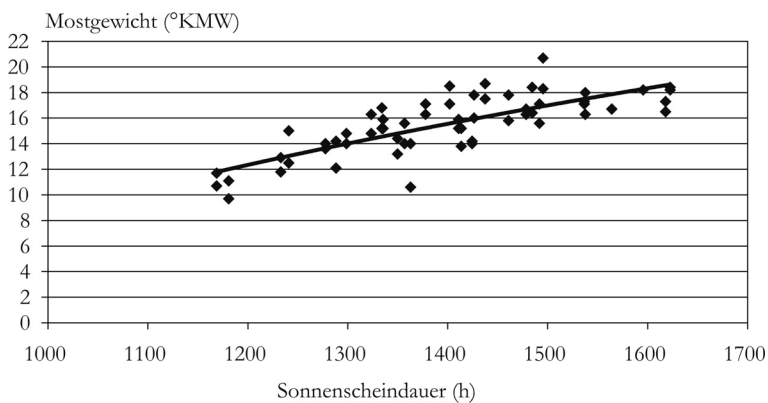


Abb. 5: Korrelation zwischen Mostgewicht und Sonnenscheindauer bei der Sorte 'Grüner Veltliner' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

Tabelle 6:
Statistische Zusammenhänge zwischen Mostgewicht und Sonnenscheindauer bei 'Grünem Veltliner' in den Quartieren Rothäcker IV und Göbling (Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,001 %)

Jahre	Durch Sonnenscheindauer erklärbarer Varianz des Mostgewichts (%)	Anstieg des Mostgewichts bei Zunahme der Sonnenscheindauer um 100 h (°KMW)	(°Oe)
2004	70	2,2	10,9
2003	93	1,8	8,8
2002	69	1,9	9,6
2001	93	3,2	16,2
2000	90	2,5	12,5
2000 bis 2004	60	1,5	7,4

für verschiedene Jahrgänge und Sorten dargestellt (Tab. 8 = GV 2001, Tab. 9 = GV 2002, Tab. 10 = GV 2002; Tab. 11 = GV 2004, Tab. 12 = ZW 2004). Die Regressionsgerade wurde dazu für jedes Jahr aus den gemessenen Werten der Wärmesumme (x) und des Mostgewichts (y_G) der Monate August und September berechnet. Die gemessenen Werte und die daraus errechneten Regressionsgeraden sind im oberen Teil der Tabellen dargestellt. Mit Hilfe dieser so erstellten Regressionsgeraden erfolgte dann eine Berechnung beziehungsweise Prognose des zu erwartenden Mostgewichts (y_B) bei bestimmten Wärmesummen (x). Die so berechneten Mostgewichtsprognosen (y_B) sind im Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Mostgewichtswerten (y_G) bei den angegebenen Wärmesummen im unteren Teil der Tabellen dargestellt.

Prognosemodell - 'Grüner Veltliner', Jahrgang 2001

In Tabelle 8 sind die oben im Text beschriebenen Berechnungen der Regressionsgerade und des Reifeparameters Mostgewicht (y_B) und der Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Werten (y_G) für die Ernte im Jahr 2001 dargestellt. Die Messungen erfolgten in den Quartieren Rothäcker IV (RH IV) und Göbling (Gb).

Prognosemodell - 'Grüner Veltliner', Jahrgang 2002

In Tabelle 9 sind die oben beschriebenen Berechnungen der Regressionsgerade und des Reifeparameters Mostgewicht (y_B) und der Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Mostgewichtswerten (y_G) für die Ernte im Jahr 2002 dargestellt. Die Messungen erfolgten im Quartier Göbling (Gb).

Prognosemodell - 'Grüner Veltliner', Jahrgang 2003

In Tabelle 10 sind die oben beschriebenen Berechnungen der Regressionsgeraden und des Reifeparameters Mostgewicht (y_B) und der Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Mostgewichtswerten (y_G) für die Ernte im Jahr 2003 dargestellt. Die Messungen erfolgten in den Quartieren RH IV und Gb.

Tabelle 7:

Statistische Zusammenhänge zwischen Säuregehalt und Sonnenscheindauer bei 'Grünem Veltliner' in den Quartieren Rothäcker IV und Göbling (Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,001 %; im Jahr 2002 < 0,005 %)

Jahre	Durch Sonnenscheindauer erklärbare Varianz des Säuregehalts (%)	Verringerung des Säuregehalts bei Zunahme der Sonnenscheindauer um 100 h (g/l)
2004	92	5,1
2003	91	2,7
2002	60	1,4
2001	83	8,9
2000	90	3,9
2000 bis 2004	60	2,8

Prognosemodell - 'Grüner Veltliner', Jahrgang 2004

In Tabelle 11 sind die oben beschriebenen Berechnungen der Regressionsgeraden und des Reifeparameters Mostgewicht (y_B) und der Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Mostgewichtswerten (y_G) für die Ernte im Jahr 2004 dargestellt. Die Messungen erfolgten im Quartier Gb.

Prognosemodell - 'Zweigelt', Jahrgang 2004

In Tabelle 12 sind die oben im Text beschriebenen Berechnungen der Regressionsgeraden und des Reifeparameters Mostgewicht (y_B) und der Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Mostgewichtswerten (y_G) für die Ernte im Jahr 2004 dargestellt. Die Messungen erfolgten im Quartier Oberleiten I.

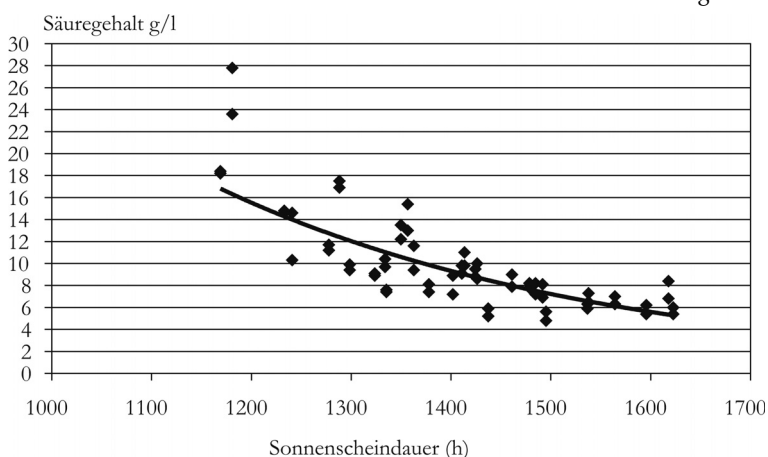


Abb. 6: Korrelation zwischen Säuregehalt und Sonnenscheindauer bei der Sorte 'Grüner Veltliner' (gepoolte Werte der Jahre 2000 bis 2004)

Diskussion

Aus den in dieser Arbeit durchgeführten Berechnungen lässt sich ableiten, dass eine Reifeproggnose anhand klimatischer und reifeabhängiger Parameter möglich ist. Mit den durchgeführten Berechnungen konnte gezeigt werden, dass die klimatischen Parameter Wärmesumme und Sonnenscheindauer zwei wesentliche Einflussfaktoren für eine Reifeproggnose darstellen. Die Einbeziehung weiterer Faktoren und ein komplexeres statistisches Modell scheinen für exaktere Berechnungen notwendig, wobei die Witterungsschwankungen zwischen den einzelnen Jahren und die kleinklimatischen Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen, Gebieten und Lagen besonders zu beachten sind. Auch wäre es sinnvoll, in den Prognosemodellen zusätzliche Einflussfaktoren auf die Reifeentwicklung der Trauben, wie zum Beispiel Wasser- und Nährstoffversorgung, zu berücksichtigen.

Anhand dieser komplexen Anforderungen ist ersichtlich, dass kein allgemein gültiges Prognosemodell für alle Winzerbetriebe erstellt werden kann. Eine brauchbare Prognose kann bestenfalls sorten- und lagenbezogen durchgeführt werden. Letztendlich wirken sich die Bewirtschaftungsweise, Bewirtschaftungsqualität und das Bewirtschaftungsziel hinsichtlich Qualität und Menge für jede einzelne Rebanlage entscheidend aus. Diese positive Beeinflussung der Reife durch zahlreiche weinbauliche Maßnahmen kennzeichnet eben die Qualität eines Betriebes. In die Reifeproggnose innerhalb eines Betriebes fließen diese Faktoren mit der Datenerhebung ein. Gibt es also zu einer Rebanlage Reifedaten

und sind Aufzeichnungen über Wärmesummen oder Sonnenscheinstunden vorhanden, so lässt sich auch für den versierten Praktiker eine Reifeproggnose erstellen.

Zur leichteren Durchführung einer Reifeproggnose sei mitgeteilt, dass an einem durchschnittlichen Tag (Jahresdurchschnitt von 2000 bis 2004) im September in Klosterneuburg die Wärmesumme um 13,0 °C (jahresabhängig um 11,5 °C bis 14,4 °C) und die Sonnenscheindauer um 5,9 Stunden (jahresabhängig um 3,3 bis 7,7 Stunden) angestiegen ist. Diese Werte haben im Oktober in Klosterneuburg für die Wärmesumme 6,5 °C (jahresabhängig 2,9 °C bis 10,9 °C) und für die Sonnenscheindauer 3,5 Stunden (jahresabhängig 2,9 bis 4,1 Stunden) betragen.

Tabelle 8:

Prognose des Mostgewichtes (°KMW) für das Jahr 2001 mit Hilfe der Wärmesumme für das Erntejahr 2001 bei 'Grünem Veltliner'

Datum	Quartier	Gemessene Werte zur Berechnung der Regressionsgeraden	
		Wärmesumme (x)	°KMW (y _G)
20.8.	RH IV	2545	9,7
20.8.	Gb	2545	11,1
27.8.	RH IV	2726	11,8
27.8.	Gb	2726	12,9
4.9.	RH IV	2881	13,6
4.9.	Gb	2881	14,0
11.9.	RH IV	2942	14,0
11.9.	Gb	2942	14,8

Berechnete Regressionsgerade: $y = -15,0770 + 0,0100 x$
 Korrelationskoeffizient: $r = 0,951 (P < 0,001)$
 Bestimmtheitsmaß: $r^2 = 0,90$
 Regressionskoeffizient: $b = 0,010 (P < 0,001)$
 Varianzanalyse: $F = 56,78 (P < 0,001)$

Datum	Quartier	Vergleich gemessene und berechnete Werte:		
		Wärmesumme (x)		°KMW (y)
		gemessen	gemessen (y _G)	berechnet (y _B)
20.9.	RH IV	3014	14,8	15,1
20.9.	Gb	3014	16,3	15,1
25.9.	RH IV	3081	15,2	15,7
25.9.	Gb	3081	15,9	15,7
2.10.	RH IV	3193	16,3	16,9
2.10.	Gb	3193	17,1	16,9

Tabelle 9:

Prognose des Mostgewichtes (°KMW) mit Hilfe der Wärmesumme für das Jahr 2002 bei 'Grünem Veltliner' im Quartier Göbling

Datum	Quartier	Gemessene Werte zur Berechnung der Regressionsgeraden	
		Wärmesumme (x)	°KMW (y _G)
27.8.	Gb	3091	10,6
3.9.	Gb	3255	14,0
10.9.	Gb	3418	15,6
16.9.	Gb	3502	16,3

Berechnete Regressionsgerade: $y = -31,1349 + 0,0136 x$
 Korrelationskoeffizient: $r = 0,978 (P < 0,05)$
 Bestimmtheitsmaß: $r^2 = 0,96$
 Regressionskoeffizient: $b = 0,014 (P < 0,05)$
 Varianzanalyse: $F = 43,75 (P < 0,05)$

Datum	Quartier	Vergleich gemessene und berechnete Werte:		
		Wärmesumme (x)		°KMW (y)
		gemessen	gemessen (y _G)	berechnet (y _B)
21.9.	Gb	3592	16,7	17,7
4.10.	Gb	3609	16,5	17,9

Tabelle 10:

Prognose des Mostgewichtes (°KMW) mit Hilfe der Wärmesumme für das Jahr 2003 bei 'Grünem Veltliner'

Datum	Quartier	Gemessene Werte zur Berechnung der Regressionsgeraden	
		Wärmesumme (x)	°KMW (y _G)
11.8.	RH IV	2640	14,4
11.8.	Gb	2640	13,2
18.8.	RH IV	2846	15,2
18.8.	Gb	2846	13,8
25.8.	RH IV	3039	16,7
25.8.	Gb	3039	16,3

Berechnete Regressionsgerade: $y = -4,1887 + 0,0067 x$
 Korrelationskoeffizient: $r = 0,865 (P < 0,05)$
 Bestimmtheitsmaß: $r^2 = 0,75$
 Regressionskoeffizient: $b = 0,007 (P < 0,05)$
 Varianzanalyse: $F = 11,91 (P < 0,05)$

Datum	Quartier	Vergleich gemessene und berechnete Werte:		
		Wärmesumme (x)		°KMW (y)
		gemessen	gemessen (y _G)	berechnet (y _B)
1.9.	RH IV	3208	17,3	17,3
1.9.	Gb	3208	17,1	17,3
8.9.	RH IV	3347	18,2	18,2
8.9.	Gb	3347	18,2	18,2
15.9.	RH IV	3459	18,4	19,0
15.9.	Gb	3459	18,2	19,0

Tabelle 11:

Prognose des Mostgewichtes (°KMW) mit Hilfe der Wärmesumme für das Jahr 2004 bei 'Grünem Veltliner' im Quartier Göbling

Datum	Quartier	Gemessene Werte zur Berechnung der Regressionsgeraden	
		Wärmesumme (x)	°KMW (y _G)
6.9.	Gb	2695	14,2
13.9.	Gb	2827	15,6
20.9.	Gb	2925	16,1
27.9.	Gb	2983	17,8

Berechnete Regressionsgerade: $y = -16,3038 + 0,0113 x$
 Korrelationskoeffizient: $r = 0,956 (P < 0,05)$
 Bestimmtheitsmaß: $r^2 = 0,91$
 Regressionskoeffizient: $b = 0,011 (P < 0,05)$
 Varianzanalyse: $F = 21,38 (P < 0,05)$

Datum	Quartier	Vergleich gemessene und berechnete Werte:		
		Wärmesumme (x)		°KMW (y)
		gemessen	gemessen (y _G)	berechnet (y _B)
4.10.	Gb	3080	17,8	18,5
9.10.	Gb	3162	18,4	19,4

Tabelle 12:

Prognose des Mostgewichtes (°KMW) mit Hilfe der Wärmesumme bei 'Zweigelt' für das Jahr 2004 im Quartier Oberleiten I

Datum	Quartier	Gemessene Werte zur Berechnung der Regressionsgeraden			
		Wärmesumme (x)	°KMW (y _G)		
6.9.	Oblt. I	2695	14,4		
13.9.	Oblt. I	2827	15,6		
20.9.	Oblt. I	2925	16,3		
27.9.	Oblt. I	2983	16,5		
Berechnete Regressionsgerade: $y = -5,6039 + 0,0075 x$					
Korrelationskoeffizient: $r = 0,990 (P < 0,01)$					
Bestimmtheitsmaß: $r^2 = 0,98$					
Regressionskoeffizient: $b = 0,007 (P < 0,01)$					
Varianzanalyse: $F = 102,25 (P < 0,01)$					
Vergleich gemessene und berechnete Werte:					
Datum	Quartier	Wärmesumme (x)		°KMW (y)	
		gemessen	gemessen	berechnet (y _G)	berechnet (y _B)
4.10.	Oblt. I	3080	17,1	17,5	
9.10.	Oblt. I	3162	17,7	18,1	

Falls keine dieser Methoden im Betrieb durchführbar ist, bleibt immer noch die Möglichkeit der Benützung der Reifeverlaufskurven diverser Weinbaueinrichtungen. Der Stand der Reife und deren weitere Entwicklung lassen sich auch hier recht gut erkennen. Als günstige Situation für eine Prognose kann eine Parallelentwicklung der Reife am selben Standort und derselben Sorte gesucht werden.

Literatur

- BACH, H.P., KOHL, E. und WINTRICH, K.-H. 1991: Der Einfluss des Lesezeitpunktes auf Trauben und Most. Dt. Weinbau 27: 1099-1103
- BRANDES, W., BAUMANN, R., PAAR, E., PISCHINGER, K., EDER, R., ROSNER, A. und WUNDERER, W. 2001: Über den Konzentrationsverlauf wichtiger Inhaltsstoffe von Trauben der Sorten 'Rheinriesling', 'Grüner Veltliner' und 'Zweigelt' während der Reife des Lesejahres 2000 - Teil 1: Niederösterreich und Wien. Mitt. Klosterneuburg 51: 79-99
- EDER, R. und BRANDES, W. (2003): Weinanalyse im eigenen Betrieb : Grundparameter. - Leopoldsdorf: Agrarverl., 2003
- EDER, R., SCHOBER, V., KARNER, M., ROSNER, A. und BRANDES, W. 2004: Erkenntnisse und Perspektiven des Reifeprognoseprojektes im Weinbau. Arbeitsgemeinschaft Lebensmittel, Veterinär, Agrar (ALVA) - Jahrestagung 2004
- EHRENDORFER, K. 1958: Grundbegriffe des Versuchswesens: Der Feldversuch. - Wien: Gerold, 1958
- FOX, R. 2000: Lesetermin - Einflüsse auf Weintyp und Weinqualität. Rebe und Wein 53: 350-355
- HARLFINGER, O. 2000: Die klimatischen Bedingungen für den Qualitätsweinbau in Österreich. Der Förderungsdienst 48 (9): 77-80
- HARLFINGER, O. and FORMAYER, H. 2004: The mesoclimatic conditions for viticulture in Austria. 28th O.I.V.-Congress - Vienna, 2004
- HOCHLI, U. und KOBLET, W. 1993: Optimale Lesezeit und Säureharmonie des Weines. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau 129: 505-509
- REDL, H., RUCKENBAUER, W. und TRAXLER, H. 1996: Weinbau heute: Handbuch für Beratung, Schulung und Praxis. - Graz: Stocker, 1996
- WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M. and LIDER L.A. 1974: General viticulture. 2nd Ed. - Berkeley: Univ. Calif. Press, 1974

Manuskript eingelangt am 13. April 2005