

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 18	2	203 – 215	2003	Freiburg im Breisgau 12. Dezember 2003
--	---------	---	-----------	------	---

Zur Rekonstruktion der Witterung im August im Bereich des Kaiserstuhls seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Weinqualität

von

ALEXANDER SIEGMUND & PETER FRANKENBERG *

Zusammenfassung: In dem Beitrag wird der Aufbau eines Regressionsmodells zur Rekonstruktion der solarthermischen August-Witterung für das Gebiet des Kaiserstuhls seit 1550 auf der Basis önologischer Zeitreihen vorgestellt. In diesem „Freiburger Modell“ wird zunächst der rezente Einfluss verschiedener Klimaelemente und daraus abgeleiteter Klimaparameter der Station Freiburg auf Weinertrag und Weingüte am Kaiserstuhl für den Zeitraum von 1949/1951 bis 1986 statistisch quantifiziert. Dabei weist ein Strahlungsfaktor im Monat August, der sowohl Sonnenschein- als auch Bewölkungsvariablen integriert, den stärksten Einfluss auf den Weinqualität auf. Durch Umkehrung der hieraus abgeleiteten Kalibrierungsgleichung ließ sich die der solarthermische Witterungsverlauf der vergangenen 450 Jahre rekonstruieren. Daraus gehen, zum Teil in sehr guter Übereinstimmung mit entsprechenden Rekonstruktionen für die Rheinpfalz und die Schweiz, insbesondere die solarklimatisch ungünstigen Perioden am Anfang der Zeitreihe, Ende des 17. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Gunstphasen werden im Kaiserstuhl vor allem in der ersten Hälfte des 18., in der Mitte des 19. und am Anfang des 20. Jahrhunderts verzeichnet.

Summary: The article presents the structure of a regression model for the reconstruction of the solarthermal august weather in the Kaiserstuhl area since 1550 on the basis of oenological time series. This “Freiburg model” quantifies statistically the current influence of different climate elements as well as climate parameters derived therefrom at the climate-gauge Freiburg on wine yield and wine quality in the Kaiserstuhl area for the period 1949/51 to 1986. As a result a radiation factor integrating both sunshine and cloud variables indicates the strongest influence on wine quality in the month of august. By inversion of the calibration equation derived from this the solarthermal weather progress of the passed 450 years could be reconstructed. This illustrates – partially in remarkable conformity with analogous reconstructions for the Palatinate and Switzerland – especially the solarclimatically unfavourable periods at the beginning of the time series, at the end of the 17th and at the beginning of the 19th century. On the other hand solarclimatical favour periods in the Kaiserstuhl area are shown particularly in the first half of the 18th, in the middle of the 19th and at the beginning of the 20th century.

* Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. A. Siegmund, Univ. Karlsruhe (TH), Inst. für Geographie und Geoökologie I, Kaiserstr. 12, D-76131 Karlsruhe;
Prof. Dr. h.c. P. Frankenberg, Univ. Mannheim, Lehrstuhl für Physische Geographie und Länderkunde, Postfach 103 462, D-68131 Mannheim

1 Einleitung

Weinzeitreihen, die zum Teil über mehrere Jahrhunderte überliefert sind, bieten einen geeigneten Ansatzpunkt zur Rekonstruktion des Klimas einer Region. Die Klimaabhängigkeit der Weinqualität und -quantität bedingt deutliche interannuale Schwankungen des Säuregehalts, des Mostgewichts und der Erntemenge. Über aktuelle statistische Modelle lassen sich die Beziehungen der jährlich variierenden Witterung zu Mostertrag und Mostgüte berechnen. Durch Umkehrung der dabei gewonnenen Regressionsgleichungen kann aus historischen Zeitreihen der Weingüte und des Weinertrags die saisonale Witterung über Jahrhunderte rekonstruiert werden. Dies ist vor allem für Zeiten sinnvoll, aus denen für den entsprechenden Raum keine direkten Klimamessungen vorliegen. LAUER und FRANKENBERG (1986a, 1986b) haben eine derartige Klimarekonstruktion der Mittelhaardt (Rheinpfalz) für den Zeitraum ab der Mitte des 16. Jahrhunderts erstellt.

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird versucht, eine entsprechende Klimarekonstruktion für den südbadischen Raum, basierend auf der Auswertung von Zeitreihen der Weingüte und des Weinertrages, zu erstellen. Sie beruht auf einem Bezugsmodell aktueller Erntangaben in Hektarerträgen und Mostgewicht des Weines aus dem Kaiserstuhl sowie gemessenen Klimadaten der Station Freiburg. Das Aktualmodell, auf welchem die vorliegende Analyse basiert, wird als "Freiburger Modell" bezeichnet. Es basiert methodisch auf dem entsprechenden "Geisenheimer Modell" von LAUER und FRANKENBERG (1986a, 1986b).

2 Datenlage zur Generierung des "Freiburger Modells"

Zur Erstellung des Aktualmodells müssen für einen bestimmten Referenzzeitraum sowohl die notwendigen Klimadaten in hinreichender zeitlicher Auflösung als auch entsprechende önologische Daten der zu untersuchenden Region vorliegen. Für die eigentliche Klimarekonstruktion müssen möglichst weit zurückreichende Weinzeitreihen von Mostertrag, Mostgewicht und andere weinspezifische Angaben erschlossen werden. Zur Generierung des Aktualmodells wurde ein größtmögliches Maß an Variablen für einen möglichst umfangreichen Zeitraum herangezogen. Durch die der Außenstelle des Deutschen Wetterdienstes in Freiburg angegliederte Klimastation standen die notwendigen Daten in unmittelbarer Nähe zum Kaiserstuhl und damit hinreichend repräsentativ für die dortigen klimatischen Verhältnisse zur Verfügung. Die entsprechenden Informationen über die insgesamt 85 unterschiedlichen Parameter konnten aus verschiedenen Meteorologischen Jahrbüchern entnommen werden (vgl. Deutscher Wetterdienst 1957-1987). Die einzelnen Klimavariablen sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die historischen Angaben zu Weinertrag und Weingüte wurden aus einer Vielzahl von Aufzeichnungen von Weingütern sowie Herbstbüchern aus Archiven der Region zusammengestellt.

Tab. 1: Liste der klimatischen Ausgangsvariablen zur Ableitung der aktuellen Beziehung von Wein-ertrag/Weingüte und Klima am Kaiserstuhl.

List of the climatic original variables for the derivation of the current interrelations of wine yield/wine quality and climate in the Kaiserstuhl area.

VAR 004	Luftdruck Mittel	VAR 036	Zahl der Tage mit Niederschlag > 0,1 mm
VAR 005	Luftdruck Mittel Meeresspiegel	VAR 037	Zahl der Tage mit Niederschlag > 1,0 mm
VAR 006	Lufttemperatur 7 Uhr	VAR 038	Zahl der Tage mit Niederschlag > 10,0 mm
VAR 007	Lufttemperatur 14 Uhr	VAR 039	Zahl der Tage mit Regen
VAR 008	Lufttemperatur 21 Uhr	VAR 040	Zahl der Tage mit Schneefall
VAR 009	Lufttemperatur Tagesmittel	VAR 041	Zahl der Tage mit Schneedecke
VAR 010	Lufttemperatur mittleres Maximum	VAR 042	Zahl der Tage mit Hagel
VAR 011	Lufttemperatur mittleres Minimum	VAR 043	Zahl der Tage mit Graupel
VAR 012	Lufttemperatur absolutes Maximum	VAR 044	Zahl der Tage mit Nebel
VAR 013	Lufttemperatur absolutes Minimum	VAR 045	Zahl der Tage mit Gewitter
VAR 014	Dampfspannung	VAR 063	Sonnenscheindauer Std. Mittel
VAR 015	Relative Feuchte 7 Uhr	VAR 064	Sonnenscheindauer Std. in % der möglichen Dauer
VAR 016	Relative Feuchte 14 Uhr	VAR 065	Zahl der Tage ohne Sonne
VAR 017	Relative Feuchte 21 Uhr	VAR 066	Zahl der Tage mit Sonne 0,1-0,9 Std.
VAR 018	Relative Feuchte Tagesmittel	VAR 067	Zahl der Tage mit Sonne > 10,0 Std.
VAR 019	Relative Feuchte Minimum	VAR 068	Erdbodentemperatur in 0,1 m Tiefe 7 Uhr
VAR 020	Bewölkung 7 Uhr	VAR 069	Erdbodentemperatur in 0,1 m Tiefe 14 Uhr
VAR 021	Bewölkung 14 Uhr	VAR 070	Erdbodentemperatur in 0,1 m Tiefe 21 Uhr
VAR 022	Bewölkung 21 Uhr	VAR 071	Erdbodentemperatur in 0,1 m Tiefe Maximum
VAR 023	Bewölkung Tagesmittel	VAR 072	Erdbodentemperatur in 0,1 m Tiefe Minimum
VAR 024	Niederschlag Summe	VAR 073	Erdbodentemperatur in 0,2 m Tiefe 7 Uhr
VAR 025	Niederschlag Tagessumme	VAR 074	Erdbodentemperatur in 0,2 m Tiefe 14 Uhr
VAR 026	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Maximum < 0,0°C	VAR 075	Erdbodentemperatur in 0,2 m Tiefe 21 Uhr
VAR 027	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Minimum < -10,0°C	VAR 076	Erdbodentemperatur in 0,2 m Tiefe Maximum
VAR 028	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Minimum < 10,0°C	VAR 077	Erdbodentemperatur in 0,2 m Tiefe Minimum
VAR 029	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Maximum > 25,0°C	VAR 078	Erdbodentemperatur in 0,5 m Tiefe 7 Uhr
VAR 030	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Maximum > 30,0°C	VAR 079	Erdbodentemperatur in 0,5 m Tiefe 14 Uhr
VAR 031	Zahl der Tage mit Lufttemperatur Minimum > 20,0°C	VAR 080	Erdbodentemperatur in 0,5 m Tiefe 21 Uhr
VAR 032	Zahl der Tage mit Windstärke > 6 Beaufort	VAR 081	Erdbodentemperatur in 0,5 m Tiefe Maximum
VAR 033	Zahl der Tage mit Windstärke > 8 Beaufort	VAR 082	Erdbodentemperatur in 0,5 m Tiefe Minimum
VAR 034	Zahl der Tage mit Bewölkung < 1/6	VAR 083	Erdbodentemperatur in 1,0 m Tiefe 14 Uhr
VAR 035	Zahl der Tage mit Bewölkung > 4/6	VAR 084	Erdbodentemperatur in 1,0 m Tiefe Maximum
		VAR 085	Erdbodentemperatur in 1,0 m Tiefe Minimum

Zur Berechnung von Abhängigkeiten der önologischen Ausprägungen eines Jahres von den Klimavariablen und Klimafaktoren einzelner Monate über die 18 Monate des Vegetationszyklusses der Rebe wurden für die Jahre 1949 bzw. 1951 bis 1986 die Daten der mittleren Weinerträge (in hl/ha) und der mittleren Weingüte (in °Öchsle) für das Weinanbauggebiet des Kaiserstuhls zusammengestellt. Dabei lagen Daten des Mostertrags ab 1949 vor, für das Mostgewicht wurden dagegen erst ab 1951 Gebietsmittelwerte veröffentlicht. Bei den Daten handelt es sich um gemittelte Durchschnittswerte, die verschiedene, vom Boden und vom Geländeklima (z.B. von der Exposition, der Neigung, der Frostgefahr, etc.) her unterschiedliche Einzellagen umfassen. Die Daten wurden Statistischen Jahrbüchern entnommen (vgl. Statistisches Bundesamt 1948-1960, 1961-1975, 1976-1986).

3 Der aktuelle Zusammenhang zwischen Weingüte/Weinertrag und Klima für das Gebiet des Kaiserstuhls

3.1 Statistische Ableitung klimatischer Variablenkomplexe für die witterungsklimatischen Einflussgrößen des Weins

In einem ersten Modellschritt wurden die önologischen Parameter Weinertrag und Weingüte des Kaiserstuhls zunächst über eine schrittweise multiple Regression mit den verschiedenen Klimaparametern der Station Freiburg (vgl. Tab. 1) einzeln in Beziehung gesetzt. Die önologischen Daten flossen dabei als über Rebsorten hinweg gemittelte Größe ein, da eine für die rezenten Gegebenheiten durchaus mögliche Rebsortendifferenzierung für die Vergangenheit nicht möglich ist. Die in monatlicher Auflösung durchgeführten Berechnungen erstreckten sich dabei über einen Zeitraum von 18 Monaten, der vom Mai des Vorjahres (Bildung der Winterknospen) bis zum Oktober des Erntejahres (letzte Reifephase) reichte.

Mit Hilfe einer Faktorenanalyse wurden in einem zweiten Modellschritt aus der Vielzahl von Klimavariablen pro Monat wenige synthetische, "übergeordnete" Faktoren gebildet, die sich im Zeitraum von 1949 bzw. 1951 bis 1986 in ihrem Einfluss auf die Weinparameter ähnlich verhalten. Dabei wurde auf monatlicher Basis eine Hauptkomponentenanalyse mit der Extrahierung aller Faktoren mit einem Eigenwert über 1,0 und maximal 25 Iterationen sowie einer KAISER-Normalisierung für die Faktorladungen bei der orthogonalen Varimax-Rotation durchgeführt.

Auf diese Weise ergaben sich für die einzelnen Monate verschiedene klimatische Variablenkomplexe, die durch unterschiedlich große erklärte Varianzen den jahreszeitlich variierenden statistischen Zusammenhang mit den Weinvariablen Mostertrag und Mostgewicht widerspiegeln. So wird im Juli der dominierende erste Faktor von einer hohen Ladungen der Bewölkung gekennzeichnet, der bei vielen mittelhohen Ladungen (+/- 0,5 bis 0,7) thermischer, hygrischer und solarer Variablen eine Varianzerklärung von 20,3% aufweist. Im August tritt ein überwiegender Luft- und Bodentemperaturfaktor (32% Varianzerklärung) als erstes in Erscheinung, gefolgt von einem Niederschlags- und Bewölkungsfaktor (16,5% Varianzerklärung). Feuchte und Strahlung folgen mit noch jeweils über 8% erklärter Varianz. In diesen Strahlungsfaktor gehen das Strahlungsmittel und die Zahl der Tage mit über 10 Stunden Sonnenscheindauer stark positiv ein.

3.2 Regressionsanalyse der Klimafaktorwerte mit den Parametern Weingüte/Weinertrag

Im letzten Modellschritt wurden die berechneten Faktoren der Klimavariablen der einzelnen Monate mit Hilfe schrittweiser multipler linearer Regressionen als Einflussgröße auf die beiden önologischen Größen Weingüte und Weinertrag bezogen. Die Berechnungen fanden dabei getrennt für alle Monate des Vegetationszyklusses der Rebe statt.

3.3.1 Der Mostertrag

Der Mostertrag wird im Juni des Vorerntejahres durch einen Klimavariablenfaktor negativ beeinflusst, der die Bewölkungsvariablen dieses Monats integriert. Er stellt für die ersten vier Monate des Vegetationszyklusses den einzigen, auf dem 95%-Niveau signifikanten Prädiktor dar. Erst im September tritt mit einem Bodentemperaturmaximumfaktor, der die oberen beiden Bodenschichten von 10 und 20 cm Tiefe umfasst, wieder eine negativ signifikante Einflussgröße auf, die jedoch nur eine Varianzerklärung von jeweils etwa 16% aufweist. Im Oktober des Vorjahres bedingen zwei Faktoren den Weinertrag. Ein Temperaturminimumfaktor und ein Bodentemperaturmaximum-Faktor der unteren beiden Bodenschichten mit jeweils etwa 20 % Varianzerklärung. Damit bedingen diese beiden Faktoren weniger als 1% der Irrtumswahrscheinlichkeit des Modells. Im November beeinflusst ein durch eine hohe Ladung auf der Zahl der Tage mit Gewittern gebildeter Faktor den Weinertrag signifikant negativ mit 20% Varianzerklärung. An zweiter Stelle tritt in diesem Monat ein Strahlungsfaktor auf. Für den Dezember des Vorjahres tritt ein Niederschlagsfaktor, der aber nicht mit den Schneetagen korreliert, als erster Prädiktor positiv mit weniger als 1% Irrtumswahrscheinlichkeit hervor.

Von den ersten fünf Monaten des Erntejahres (Januar bis Mai) beeinflusst nur ein positiv korrelierender "Schnee"-Faktor des Februars den Mostertrag mit einer Signifikanz von mehr als 95%. Dieser hebt wohl die positive Wirkung der Schneedecke für den Rebstock im Spätwinter hervor. Im Juni sind die Einflüsse eines solarthermischen Faktors auf die Weinerträge mit Varianzen um 30% hoch. Er liegt dabei auf dem 99%-Wahrscheinlichkeitsniveau. Die höchsten Varianzen weist aber ein reiner Erdbodentemperaturfaktor des Julis auf. Im August beeinflusst ein vergleichbarer thermischer Faktor wie im Juni als einziger signifikant den Mostertrag. Im Oktober des Erntejahres tritt schließlich der Hagelfaktor negativ mit etwa 33% Varianzerklärung in Erscheinung.

3.3.2 Das Mostgewicht

Für das durchschnittliche Mostgewicht erscheint ein Niederschlagsfaktor des Junis des Vorjahres auf dem 99%-Niveau als Einflussgröße signifikant positiv. Die Bewölkung im Juli beeinflusst das Mostgewicht negativ. Der August tritt durch hohe Varianzen mit 95% Wahrscheinlichkeit eines Niederschlagsfaktors sowie mit einem weiteren Faktor hervor, der sonnenlose Tage und Gewittertage integriert. Im September weist der Feuchtefaktor mit über 95% Wahrscheinlichkeit einen positiven Einfluss auf das Mostgewicht auf, während im November des Vorjahres der thermische und Bodentemperaturfaktor die untere Signifikanz-

schwelle überschreitet. Auch für das Mostgewicht ergeben sich in den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar keine nennenswerten klimatischen Einflussfaktoren. Im März und April zeigen sich unterschiedliche erste Faktoren, bei allerdings geringen Varianzerklärungen. Durchgehend signifikant positiv korrelieren im Mai ein thermischer und Bodentemperaturfaktor, deren Varianzerklärung aber auch z.T. deutlich unterhalb von 20% liegen. Im Juli tritt nur ein Faktor als wichtigster und einzig positiv signifikanter Prädiktor hervor, der in erster Linie die Bewölkung negativ lädt, aber auch Ladungen über +0,5 mit thermischen und solaren Variablen aufweist. Für ihn ergibt sich eine Varianzerklärung von 24,5%, womit er fast auf dem 99%-Wahrscheinlichkeitsniveau signifikant ist.

Der August erweist sich für die Mostgüte als der einflussreichste Monat. Den wichtigsten Faktor stellt ein Strahlungsfaktor dar, der die Sonnenscheinvariablen hoch lädt, aber auch (negativ) Bewölkungsvariablen integriert und damit große Ähnlichkeit mit dem Bewölkungsfaktor im Juli besitzt. Dieser Faktor erklärt über 35% der Varianz des Mostgewichtes. Zusammen mit einem zweiten thermischen Faktor weisen diese beiden insgesamt über 50% Varianzerklärung auf. Der solare Faktor des Augusts, der nicht zuletzt auch durch seine Ähnlichkeit mit dem wichtigsten Faktor des Julis die solare bzw. solarthermische Sommerwitterung repräsentiert, soll wegen der höchsten Varianzerklärung in der folgenden Ableitung klimatischer Zeitreihen aus historischen Weingütedaten als Zielgröße verwendet werden. Die solarthermische Sommerwitterung ist derjenigen des "Geisenheimer Modells", mit dem die Sommerwitterung des Haardtrandes der Pfalz über die Weingüte rekonstruiert wurde (vgl. LAUER & FRANKENBERG 1986a, 1986b), durchaus vergleichbar. Im September erweisen sich der Bewölkungsfaktor, der auch Sonnenscheinarmut integriert, mit nur 5% Irrtumswahrscheinlichkeit und etwa 1% als signifikante Einflussgröße für das Mostgewicht. Im Oktober spielt für die schon weitgehend abgeschlossene Zuckerkonzentration der Rebe nur noch eine hohe Erdboden-Maximumtemperatur der oberen Schichten eine positive Rolle.

4 Ableitung einer Kalibrierungsgleichung für die historisch-önologische Klimazeitreihe

Zur Rekonstruktion des Klimas aus Weinertragsdaten wurden zunächst die quantitativen Werte des Mostgewichts klassifiziert werden, da aus früheren Zeiten keine Angaben über das Mostgewicht in °Öchsle vorliegen. Die historischen Quellen enthalten Güteangaben, die "benotet" wurden. Diese "Noten" werden in der Kalibrierungsgleichung mit Werten in °Öchsle in Beziehung gesetzt. Erst so kann bei einer Umkehrung der Gleichungen aus historischen Güteangaben eine Rekonstruktion des Klimas errechnet werden.

Entsprechend den in die beiden Regressionsmodelle quantitativ eingegangenen Weingütejahren 1951 bis 1979, wurde auch für die Klassifizierung der Weingüte (°Öchsle) nur diese Nachkriegsperiode herangezogen. Hierzu wurde die Standardreihe ("Zorn von Bulach" aus der Ortenau) in ihrer Häufigkeitsverteilung analysiert. Die Abbildung 1 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Mostgewichts für den aktuellen Untersuchungszeitraum. Ihre Verteilung ist zwar nicht streng normal, mit -0,088 ist ihre Schiefe jedoch sehr gering ausgeprägt. Auf der Basis der quantitativen Weingütedaten bzw. einer durchgeführten Klassifizierung der Weingüte der Jahre 1951 bis 1979 und der zuvor extrahierten Klimafaktoren, ließ sich eine Regressionsgleichung für die Berechnung der Weingüte des Gebietes Kaiserstuhl aus dem solaren Augustfaktor aufstellen. Die Gleichung lautet:

$$y = 3,879 x + 79,615 (+/- 5,354)$$

mit: y = Mostgewichtsklassen-Mittelwert
 x = Faktorwert des solaren Faktors im August
 Standardfehler = +/- 5,354

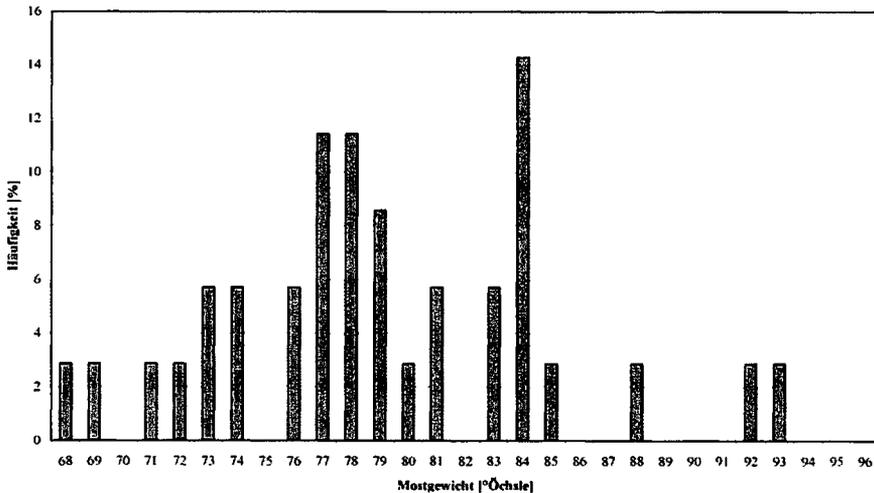


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Weingüte am Kaiserstuhl für den Zeitraum 1951 bis 1986.
 Frequency distribution of wine quality in the Kaiserstuhl area for the period 1951 to 1986.

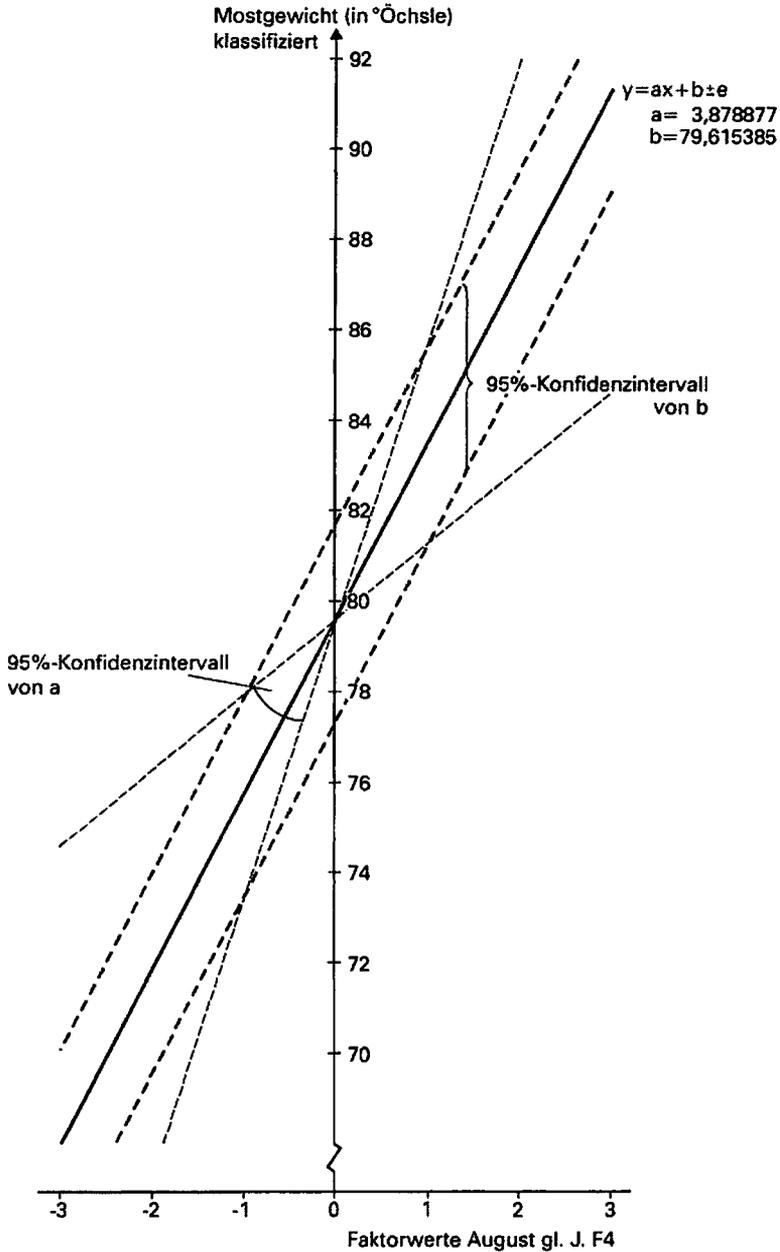


Abb. 2: Verlauf der Regressionsgeraden des Aktualmodells sowie der Konfidenzintervalle des Steigungskoeffizienten und der Achsenabschnittskoeffizienten für die Weingüteklassenmittelwerte.
Progression of the regression straight line of the actual model and progression of the confidence intervals of the slope coefficient and the axis segment coefficients for the average values of wine quality classes.

Die Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Regressionsgeraden und der Konfidenzintervalle des Steigungskoeffizienten sowie die Achsenabschnittskoeffizienten für die Weingüteklassenmittelwerte. Für die umgekehrte Ermittlung der Klimazeitreihe musste eine Umkehrung dieser Funktion vorgenommen werden, damit aus den vorhandenen historischen Werten der Weingüteklassen die Klimafaktorwerte ermittelt werden konnten. Dazu wurden die quadrierten Abstände der rechnerisch abhängigen Klimafaktorwerte minimiert. Diese Regressionsgerade folgt für die Mostgewichtsklassenmittelwerte folgender Gleichung:

$$y = 0,091 x - 7,255 (+/- 0,821)$$

mit $y =$ Faktorwert des solaren Faktors im August
 $x =$ Mostgewichtsklassen-Mittelwert
 Standardfehler = 0,821

Diese Gleichung, auf deren Basis der solare Faktorwert des Augusts durch das Mostgewicht mit 35,4% Varianzerklärung berechnet werden kann, diente zur Generierung einer Klimazeitreihe aus historischen Angaben zur Weingüte. Die Faktorwerte sind für den in die Regression einbezogenen Zeitraum standardnormalverteilt mit einem Mittelwert von 0,0 und einer Standardabweichung von 1,0. Diese Verteilung gilt es zu berücksichtigen, wenn die folgenden Faktorwert-Zeitreihen sowie die daraus gebildeten zehnjährig gleitenden binomialgefilterten Mittel interpretiert werden.

5 Die Witterungszeitreihe der Region Kaiserstuhl von 1550 bis 1980

Mit Hilfe der oben abgeleiteten Kalibrierungsgleichung konnte für die Region Kaiserstuhl eine Zeitreihe der Faktorwerte der solarthermischen August-Witterung aufgestellt werden. Hierbei wurden nicht die Einzeljahre zu einer Erklärung von Klima und Witterung herangezogen, sondern über 10 Jahre gleitend binomialgefilterte Werte ermittelt. Diese Gauß'sche Tiefpaßfilterung soll längere Perioden (hier 10 Jahre und mehr) mit deutlichen Abständen vom langjährigen (rezenten) Mittel hervorheben.

Die in Abbildung 3 dargestellte Zeitreihe der Faktorwerte der solarthermischen Sommerwitterung repräsentiert die Schwankungen des entsprechenden Faktors für die Jahre 1550 bis 1980, vor allem für den Monat August, aber auch für den Juli und mit Abstrichen für den Mai. Je höher die Faktorwerte, umso günstiger sind die solarthermischen Bedingungen für die entsprechende Zeit anzunehmen. In der Abbildung 4 sind die zehnjährig gleitenden Standardabweichungen von jeweils 10 Faktorwerten von den gefilterten Mitteln für den Kaiserstuhl aufgetragen. Sie geben einen Eindruck von der Konstanz oder Variabilität der solarthermischen Verhältnisse innerhalb der Bezugsperioden wieder. Darüber hinaus gibt die Abbildung 5 zum Vergleich den entsprechenden Verlauf der solarthermischen Sommerwitterung für die Rheinpfalz wieder (vgl. LAUER & FRANKENBERG 1986a, 1986b).

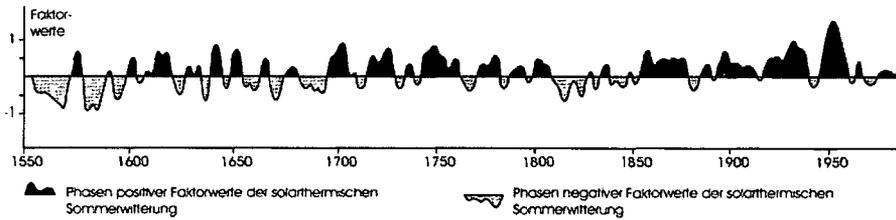


Abb. 3: Binominalgefilterte Zeitreihe der Faktorwerte der solarthermischen Sommerwitterung für den Kaiserstuhl.
 Binomial filtered time series of the factor values of the solarthermal summer weather for the Kaiserstuhl area.

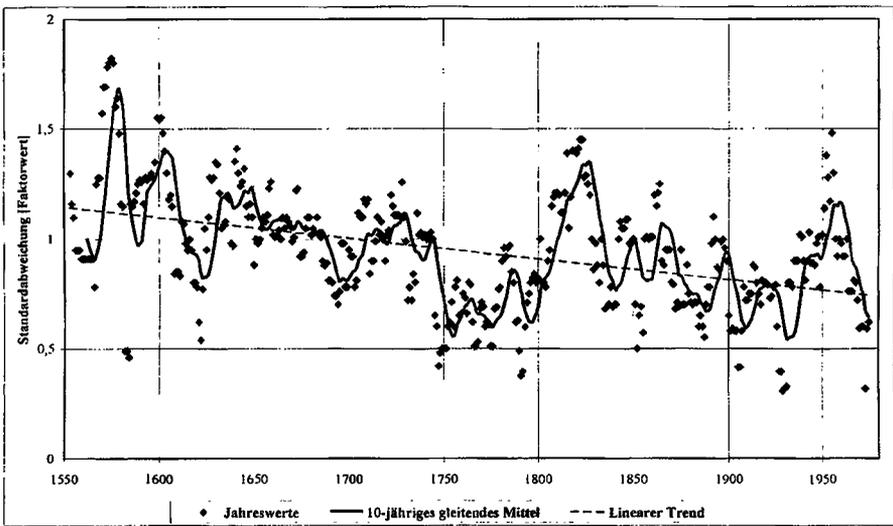


Abb. 4: Zehnjährig gleitende Standardabweichungen der solarthermischen Sommerwitterung für den Kaiserstuhl.
 Ten-year sliding standard variations of the solarthermal summer weather in the Kaiserstuhl area.

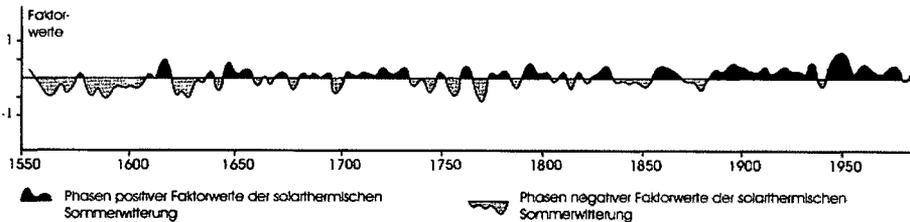


Abb. 5: Binominalgefilterte Zeitreihe der Faktorwerte der solarthermischen Sommerwitterung für die Rheinpfalz (vgl. LAUER, FRANKENBERG 1986a, S. 57, 1986b, S. 101).
 Binomial filtered time series of the factor values of the solarthermal summer weather for the Palatinate (see LAUER, FRANKENBERG 1986a, S. 57, 1986b, S. 101).

Der erste Zeitraum nach 1550 stellt sich als solarthermisch ungünstigste Periode während des Sommers des gesamten 430jährigen Untersuchungszeitraums dar. Bis etwa 1570 sank das 10jährig gleitende Mittel bis auf einen Wert von 0,86, bei insgesamt hohen Standardabweichungen. Wenige günstige Erntejahre lassen zwar einen positiven Kurvenverlauf in der Mitte der 70er Jahre des 16. Jahrhunderts aufkommen, der aber wieder schnell auf Negativwerte bis fast -1,0 absinkt und bis zur Jahrhundertwende nur noch einmal kurz und nur leicht ansteigt. Durch diese Strahlungsungunst, sowohl was die Dauer als auch die Intensität negativer Faktorwerte angeht, ist dieses halbe Jahrhundert klimatisch noch voll zur "Kleinen Eiszeit" zu rechnen - ganz in Übereinstimmung mit den Ergebnissen für die Rheinpfalz auf der Grundlage des "Geisenheimer Modells" (vgl. LAUER & FRANKENBERG 1986a, 1986b, 1989).

In den weiteren Jahrzehnten und Jahrhunderten sind die Parallelen zwischen den beiden Regionen nicht mehr so deutlich. Die südlichere Lage des Kaiserstuhls macht auch eine insgesamt für die Rebe etwas günstigere Klimaprägung wahrscheinlich. So zeigte sich die in der Pfalz als solarthermisch ungünstig gekennzeichnete Periode von etwa 1620 bis 1640 am Kaiserstuhl noch als positiv bzw. als durchschnittlich. Hier treten von 1630 bis 1680 kürzerfristige Pendelungen mit z.T. hohen Amplituden auf - ein Zeichen für interannual variables Strahlungsklima. Erst nach 1680 bis etwa 1700 tritt eine Phase durchgehend negativer Strahlungsfaktormittelwerte auf, allerdings ohne extreme Werte und mit mittleren Standardabweichungen.

Von 1700 bis 1730 ist eine Phase optimaler Strahlungsbedingungen zu erkennen, die lediglich einmal kurz unterbrochen ist. Auch dieses Klimaoptimum hat sein exaktes zeitliches Pendant in der Rheinpfalz, es erscheint aber am Kaiserstuhl noch ausgeprägter. Während sich in der Pfalz eine etwa 50 Jahre lange Phase mit überwiegend negativen Mittelwerten anschließt, erweist sich in Baden die Zeitspanne von etwa 1740 bis Mitte der 60er Jahre als deutlich positiv (vgl. LAUER & FRANKENBERG 1986a, 1986b). Die Kurve fällt aber, bei niedrigen Standardabweichungen und mittleren Schwankungen der gefilterten Reihe auch dort bis ins erste Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts auf das heutige solarthermische Faktormittel ab.

Das zweite Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts weist wieder Strahlungsdefizite auf. Hier signalisieren hohe Standardabweichungen, dass der überwiegenden Zahl solarthermisch ungünstiger Jahre auch einige wenige mit überdurchschnittlich hoher Strahlung gegenüberstehen. Diese Pessimumpphase, die auch in der Pfalz aufgetreten ist, zeigt bis zur Mitte des Jahrhunderts wieder einen Anstieg bis zum Mittelwert, um zwischen 1850 und etwa 1875 durchgehend strahlungsgünstig zu erscheinen. Diese Gunstphase dauerte in der Pfalz nur etwa 15 Jahre, wurde aber etwa zur gleichen Zeit wie am Kaiserstuhl von einem solarthermischen Ungunsteinbruch beendet.

Das letzte Jahrzehnt des vorigen und das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts stellen wieder eine Gunstphase dar, der nach kurzer Unterbrechung um 1912 eine deutliche solarthermische Gunstperiode bis Mitte der dreißiger Jahre folgte. Dabei zeigt sich, wie überproportional hoch die erste als "klimatologische Normal-

periode" bezeichnete Zeit von 1901 bis 1930 eigentlich gewesen ist und wie wenig repräsentativ sie sich für die etwa 350 vorhergehenden Jahre erweist. Nach solarthermisch ungünstigeren Sommern um 1940 folgte bis Mitte der 50er Jahre eine maximale Gunstphase, beides vergleichbar mit den solarthermischen Witterungserscheinungen in der Pfalz.

Entsprechende Untersuchungen für die Schweiz zeigen etliche Parallelen zum solarthermischen Witterungsverlauf am Kaiserstuhl und in der Rheinpfalz (vgl. u.a. PFISTER 1981 und PFISTER 1998). So treten dort insbesondere die positiven solarklimatischen Anomalien in der ersten Hälfte des 18. und im Verlauf des 20. Jahrhunderts ebenso in Erscheinung wie negative Temperatursignale zwischen etwa 1550 und 1600 sowie zu Beginn und um die Mitte des 19. Jahrhunderts.

6 Schlussbemerkungen

Die gewonnenen Ergebnisse der historischen Klimazeitreihe des Kaiserstuhls decken sich weitgehend mit der Klimaentwicklung anderer, bisher untersuchter Weinbauregionen Deutschlands. Zum Teil scheint das Kaiserstuhlgebiet jedoch gegenüber anderen Regionen, wie beispielsweise der Rheinpfalz, seit 1550 mitunter strahlungsklimatisch etwas begünstigt gewesen zu sein. Durch die Untersuchung weiterer Weinzeitreihen, die für zahlreiche deutsche Weinbauregionen vorhanden sind und die Ableitung entsprechender Klimakurven, ließen sich die vorliegenden Ansätze auf andere Regionen übertragen und damit vergleichende und überregionale Klimastudien durchführen.

Dank: Die Autoren danken Herrn Dipl.-Geogr. W. Erlenbach für die hilfreiche Unterstützung bei der Durchführung der umfangreichen statistischen Berechnungen und Analysen. Herrn Prof. Dr. W. Lauer gilt der Dank als Projektleiter ebenso wie dem BMBF für die Projektförderung.

Literatur

- Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (1957-1987): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1955-1986. Offenbach am Main.
- FRANKENBERG, P. (1984): Ähnlichkeitsstrukturen von Ernteertrag und Witterung in der Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden.
- GLASER, R. (1991): Klimarekonstruktion für Mainfranken, Bauland und Odenwald anhand direkter und indirekter Witterungsdaten, FRENZEL, B. (Hrsg.): Paläoklimaforschung 5. Akademie der Wissenschaft und der Literatur Mainz. Stuttgart/New York.
- LAUER, W. & FRANKENBERG, P. (1986a): Zur Rekonstruktion des Klimas im Bereich der Rheinpfalz seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Weinquantität und Weinqualität. FRENZEL, B. (Hrsg.): Paläoklimaforschung 2. Akademie der Wissenschaft und der Literatur Mainz. Stuttgart/New York.
- LAUER, W. & FRANKENBERG, P. (1986b): Wein und Witterung in der Rheinpfalz und im Rheingau seit Mitte des 16. Jahrhunderts. In: Festschrift für H. Hahn, Colloquium Geographicum 19. Bonn, 99-112.
- LAUER, W. & FRANKENBERG, P. (1989): Klimazeitreihen zur "kleinen Eiszeit" in Südwest-Deutschland nach Weinernte-Daten. In: Klimaforschungsprogramm, Konferenzbericht des Statusseminars 10.1.-12.1.1989. Bundesministerium für Forschung und Technologie. Bonn, 509-513.
- LAUER, W. (1989): Wein und Paläoklima. In: Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz 1949-1989. Stuttgart, 168-182.

PFISTER, C. (1981): Die Fluktuation der Weinmosterträge im Schweizerischen Weinland vom 16. bis ins frühe 19. Jahrhundert, Klimatische Ursachen und sozio-ökonomische Bedeutung. In: Schweizerische Zeitschrift für Geschichte 31, 445-491.

PFISTER, C. (1984): Klimageschichte der Schweiz von 1525-1860, Das Klima der Schweiz und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. *Academica Helvetica* 6/I. Bern/Stuttgart.

PFISTER, C. (1998): Raum-zeitliche Rekonstruktion von Witterungsanomalien und Naturkatastrophen 1496 - 1995. Schlussbericht NFP 31. Zürich.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (1948-1960): Statistik der Bundesrepublik Deutschland, Bände 28, 206, 223, 242 und 263. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (1961-1975): Fachserie B: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 2: Gartenbau und Weinbau (ab 1965: Gartenbau und Weinwirtschaft). Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (1976-1986): Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Reihe 3: Pflanzliche Erzeugung. Wiesbaden.

(Am 30. September 2002 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: [NF_18_2](#)

Autor(en)/Author(s): Siegmund Andrea, Frankenberg Peter

Artikel/Article: [Zur Rekonstruktion der Witterung im August im Bereich des Kaiserstuhls seit Mitte des 16. Jahrhunderts mit Hilfe von Zeitreihen der Weinqualität 203-215](#)