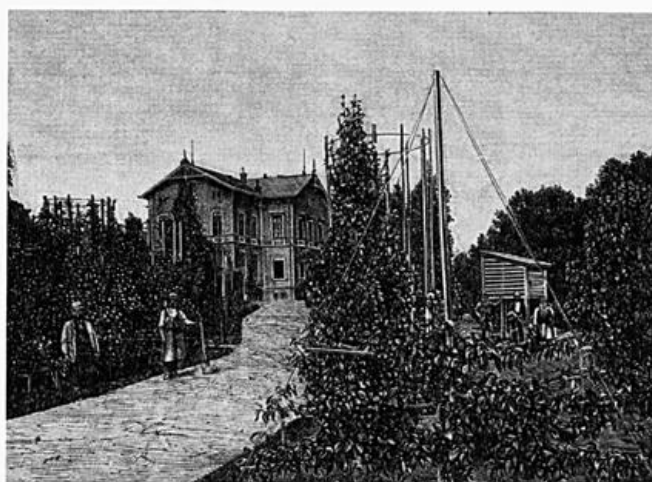


Deutscher Wetterdienst



Annalen der Meteorologie



45

**125 Jahre  
Wetterstation Geisenheim  
1884-2009**

**Jubiläumsband mit Beiträgen aus der agrarmeteorologischen  
Forschung und Beratung**

Herausgegeben von  
Cornelia Perseke-Ockelmann

**Redaktionsteam**

Dr. Cathleen Frühauf, Helga Hassemer-Schwarz,  
Brigitte Klante und Dr. Cornelia Perseke-Ockelmann  
Deutscher Wetterdienst  
Abteilung Agrarmeteorologie  
Außenstelle Geisenheim  
Kreuzweg 25  
65366 Geisenheim

**Layout und Satz**

Andreas Ehlig und Melanie Mascher  
Deutscher Wetterdienst  
Außenstelle Geisenheim  
Abteilung Agrarmeteorologie  
Kreuzweg 25  
65366 Geisenheim

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Deutschen Wetterdienstes in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet oder verbreitet werden. Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

---

ISSN 0072-4122

ISBN 978-3-88148-438-1

---

Herausgeber und Verlag  
Deutscher Wetterdienst  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach am Main  
Deutschland



## Grußwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir feiern heute das 125-jährige Bestehen der Klimastation Geisenheim. Am 1. Juli 1884 begannen hier die meteorologischen Messungen und Beobachtungen. Die Messstation lag auf dem Gelände der Königlich Preußischen Lehranstalt für Obst- und Weinbau, der heutigen Forschungsanstalt. Die Klimabeobachter waren gleichzeitig Lehrer an der Lehranstalt. Daher wurde in Geisenheim schon frühzeitig agrarmeteorologisch gearbeitet.

Die Außenstelle Geisenheim kann mit Stolz auf die 125-jährigen Klimabeobachtungen und Messungen blicken. Die langen Datenreihen von Lufttemperatur, Sonnenscheindauer sowie die phänologischen Beobachtungen sind ein Datenschatz von außergewöhnlichem Wert.

Hierbei handelt es sich übrigens um die längste Klimadatenreihe eines deutschen Weinanbaugebiets. Diese Daten geben Auskunft über die Entwicklung des Klimas während der letzten 125 Jahre im Rheingau. Sie sind deshalb für Untersuchungen zum Klimawandel von großer Bedeutung: es liegt nahe, die meteorologischen Daten mit den Datenreihen zum Mostgewicht und Ertrag der Trauben zu korrelieren und interessante Schlüsse zu ziehen.

Die Außenstelle Geisenheim hat eine mehr als 75-jährige Tradition in der Agrarmeteorologie mit dem Schwerpunkt der Forschung zu Sonderkulturen, das heißt im Bereich Weinbau, Obstbau und Gemüsebau. Erwähnen möchte ich die Beiträge zur Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete mit Karten u. a. zur Sonneneinstrahlung, Frostgefährdung, Windgefährdung und zum potentiellen Mostgewicht sowie die Gütekarte zum „Ersten Gewächs“. Von kaum zu überschätzender Bedeutung für den umweltschonenden Weinbau sind auch die Arbeiten zu den witterungsbedingten Prognosemodellen von Pflanzenkrankheiten, wie der Rebenperonospora (Falscher Mehltau) und Schaderregern, wie dem Traubenwickler. Hierbei besteht interdisziplinäre Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Geisenheim und dem Weinbauamt Eltville. Jeder Winzer im Rheingau kennt das Wetterfax für den Weinbau.

Zu den wichtigen Aufgaben der Außenstelle Geisenheim gehört – wie Sie sicher wissen – die agrarmeteorologische Beratung für die Landwirtschaft in 4 Bundesländern – in NRW, Hessen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland. Unsere Beratungsprodukte stehen als Agrarwettervorhersagen für den telefonischen Ansgedienst und als Wetterfax für die Landwirtschaft zur Verfügung. Die notwendige Kommunikation mit dem Endkunden wird durch konstruktive Zusammenarbeit mit den staatlichen Beratungsstellen oder der Landwirtschaftskammer realisiert.

125 Jahre Klimabeobachtungen zeigen auch die Mess- und Informationstechnik im Wandel der Zeit.

Besonders empfehlen möchte ich Ihnen den Jubiläumsband mit vielen interessanten Beiträgen aus der agrarmeteorologischen Beratung und Forschung. Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre.

Ulrich Otte

Leiter der Abteilung Agrarmeteorologie



## **Vorwort**

Vor 125 Jahren – am 1. Juli 1884 begannen die meteorologischen Messungen und Wetterbeobachtungen in Geisenheim am Rhein.

Bei den Planungen zur 125-Jahr-Feier kam sehr bald die Idee auf, einen Jubiläumsband zusammenzustellen. Er sollte jedoch nicht nur einen Rückblick auf Historisches enthalten. Vielmehr war unser Wunsch, einen Einblick in aktuelle Fragestellungen der Agrarmeteorologie zu geben. Ich freue mich außerordentlich, dass ich auf meinen „Call for Papers“ im Sommer 2008 eine so große Resonanz gefunden habe.

Zunächst möchte ich Sie auf eine Zeitreise in das 19. Jahrhundert mitnehmen und über die Anfänge der meteorologischen Messungen und Beobachtungen im Rheingau berichten. Die Recherche zur geschichtlichen Entwicklung der Klimastation und der agrarmeteorologischen Außenstelle Geisenheim hat mir viel Freude bereitet und findet sicher auch Ihr Interesse.

Mit der 125-jährigen Messreihe, der längsten aus einem deutschen Weinanbaugebiet, liegt ein großer Datenschatz vor, der auch für aktuelle Fragestellungen zum Klimawandel und Weinbau hervorragend genutzt werden kann.

Die thematischen Beiträge beschäftigen sich einerseits mit der agrarmeteorologischen Beratung und andererseits mit der agrarmeteorologischen Forschung. Dabei werden wissenschaftliche Untersuchungen aus den Bereichen Weinbau, Obstbau und Gemüsebau vorgestellt.

Ich möchte mich an dieser Stelle ganz herzlich bei allen bedanken, die einen Beitrag zu diesem Jubiläumsband verfasst haben.

Dr. Cornelia Perseke-Ockelmann



## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <i>Cornelia Perseke-Ockelmann</i><br>Geschichte der Klimastation und der Agrarmeteorologie in Geisenheim  | 9  |
| <i>Andreas Ehlig</i><br>Einblick in die Stationsgeschichte von Geisenheim anhand ausgewählter Beobachtungstabellen  | 25 |
| <i>Hans-Helmut Schmitt</i><br>125 Jahre Klimabeobachtungen in Geisenheim  | 29 |
| <i>Günther Völkel, Gerd Deisenroth</i><br>Vom Fernsprechanagedienst (FAD) zum Wetterfax für die Landwirtschaft  | 33 |
| <i>Michael Spieles, Ulrich Nöth, Erich Jörg</i><br>Wetterfax als innovatives Beratungsinstrument für die Landwirtschaft   | 37 |
| <i>Werner Buchner</i><br>Klimawandel und Witterungsextreme im Spannungsfeld der pflanzenbaulichen Beratung  | 41 |
| <i>Manfred Hellmann</i><br>Wetterfax für die Obstbaupraxis in Rheinland-Pfalz   | 47 |
| <i>Peter-Jürgen Paschold, Ute Eckes</i><br>Veränderungen des Wasser- und Beregnungsbedarfs von Freilandgemüse, kalkuliert anhand von Klimadaten des DWD   | 49 |
| <i>Gabriele Leinhos, Brigitte Klante, Harald Braden, Stephanie Friedrich, Norbert Laun</i><br>ZWIPERO – Bundesweite Umsetzung der Bestandsklima basierten Prognose für Falschen Mehltau an Zwiebeln | 53 |
| <i>Andreas Booß, Berthold Fuchs, Hans-Helmut Schmitt</i><br>Die Entwicklung rebenphänologischer Daten im Rheingau seit 1955   | 58 |
| <i>Andreas Booß</i><br>Eisweinerzeugung und Eisweinlesetermine in Hessen  | 63 |
| <i>Kurt Emde</i><br>Die Erosivität der Niederschläge in den Hessischen Weinbaugebieten und ihre Auswirkungen auf die Bodenerosion in den Weinbergen   | 72 |
| <i>Manfred Stoll, Hans Rainer Schultz</i><br>Infrarot-Thermographie zur Früherkennung von Stress an Reben   | 77 |
| <i>Georg K. Hill, Karl Breth</i><br>Ansätze zur Frühprognose des Befallsdrucks durch <i>Erysiphe necator</i>  | 81 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Beate Berkelmann-Löhnertz, Cathleen Frühauf</i><br>Rückschau und Ausblick: Arbeiten zur Erweiterung und Optimierung der Geisenheimer Peronospora-Prognose   | 94  |
| <i>Daniel Molitor, Cathleen Frühauf, Ottmar Baus, Beate Berkelmann-Löhnertz</i><br>Erarbeitung eines temperaturbasierten Modells zur Bestimmung der Inkubationszeit von <i>Guignardia bidwellii</i> an Weinreben | 102 |
| <i>Dieter Hoppmann</i><br>Klimawandel und Weinbau  | 106 |
| <i>Thomas Kartschall, Martin Wodinski, Manfred Stock, Herrmann Österle, Peter C. Werner und Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe</i><br>Änderung weinbaulich relevanter Klimagrößen im Rheingau bis zum Jahre 2060     | 124 |
| <i>Marco Hofmann, Hans R. Schultz</i><br>Die Modellierung des Wasserhaushalts von Rebanlagen im Steilhang unter Einbeziehung zukünftiger Klimaszenarien  | 130 |
| <i>Annette Reineke</i><br>Der Klimawandel und seine Bedeutung für das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im deutschen Weinbau   | 137 |
| <i>Dieter Ofenhitzer</i><br>Tätigkeit der Sachverständigenausschüsse nach dem Weinrecht in Bayern  | 143 |

# **Geschichte der Klimastation und der Agrarmeteorologie in Geisenheim**

*Cornelia Perseke-Ockelmann, Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim*

## **1884**

Am 1. Juli 1884 begannen die meteorologischen Messungen und Wetterbeobachtungen in Geisenheim am Rhein. Die Messstation II. Ordnung wurde am 30. Juni 1884 durch Prof. Dr. Gustav Hellmann, den Interims- und späteren Direktor des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts in Berlin, eingerichtet. Der Standort lag bei der Königlich Preußischen Lehranstalt für Obst und Weinbau. Eine zusätzliche Niederschlagsstation in einer Obstanlage auf der Windeck oberhalb von Rüdesheim war von November 1884 bis 1.10.1890 der Station angegliedert.

Wie kam es zur Gründung einer meteorologischen Beobachtungsstation in Geisenheim?

## **Die Randbedingungen - Geisenheim am Rhein 1884**

Seit 1872 besteht in Geisenheim die Königlich Preußische Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau. Die Gemeinde Geisenheim am Rhein, die seit 1866 zu Preußen gehört, hat zu dieser Zeit etwa 3000 Einwohner.

Bei seinen Bemühungen zur Gründung einer „pomologischen“ Lehranstalt in Geisenheim setzte Eduard von Lade auf das bevorzugte Klima des Rheingaus, das eine Vielzahl von Obstsorten, wie Äpfel, Aprikosen, Birnen, Kirschen, Pfirsiche und Weintrauben reifen lässt. Er soll mehrfach Kisten mit ausgesuchten Obstsorten an König Wilhelm I. und Otto von Bismarck nach Berlin geschickt haben (STRUCK 1972).

Das günstige Klima des Rheingaus war bisher immer mit Worten geschildert worden, jetzt war die Zeit reif für systematische Messungen und Beobachtungen.

## **Der Weinbau im Rheingau**

Die Gemeinden im Rheingau sind seit mehr als tausend Jahren und bis heute durch den Weinanbau geprägt. Die ersten Klostergründungen in Johannisberg und Eberbach waren maßgeblich für die Entwicklung des Weinbaus im Rheingau. Fast 80 % der gut 3100 ha Anbaufläche im Rheingau sind heute mit der Rebsorte Riesling bestockt, die etwa seit 1720 in größerem Umfang angebaut wird.

## **Die Meteorologie und der meteorologische Dienst im 19. Jahrhundert**

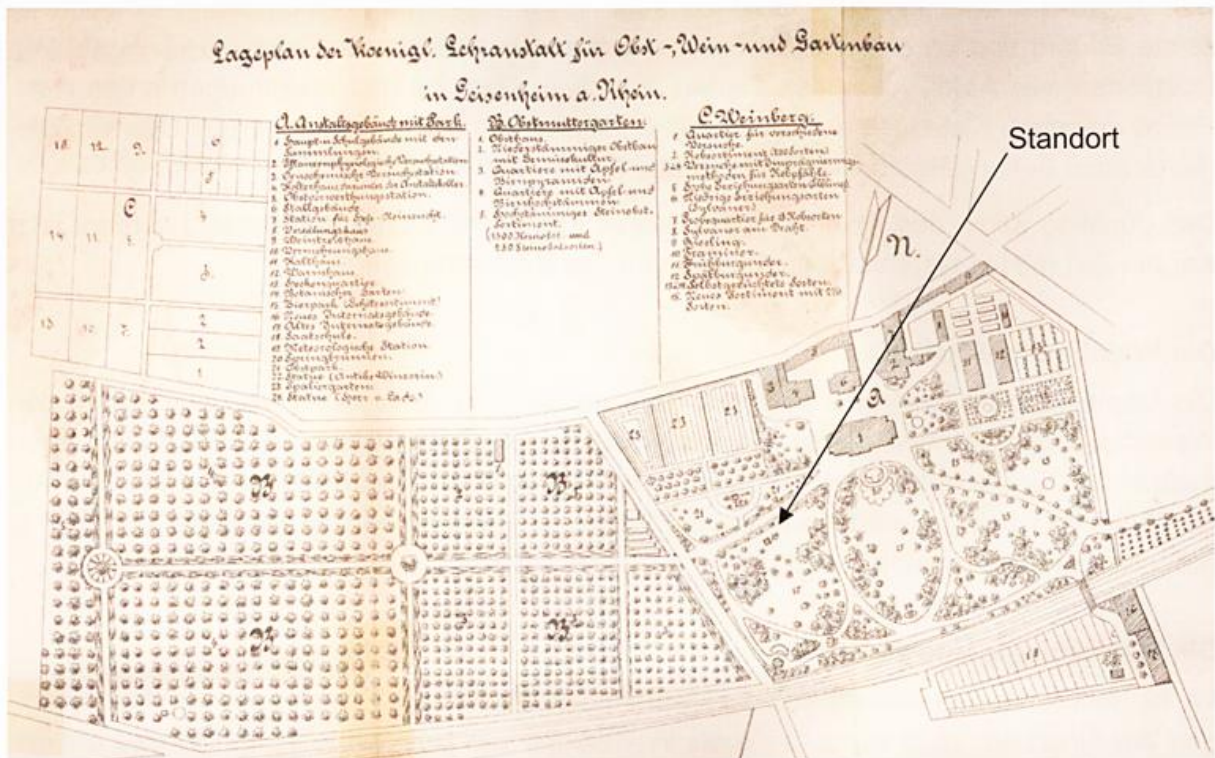
Im 19. Jahrhundert entwickelt sich die Meteorologie als Teil der Physik zu einer eigenständigen Wissenschaft. 1826 wurde die erste Wetterkarte von Heinrich Wilhelm Brandes erstellt. Seit Januar 1876 veröffentlicht die Deutsche Seewarte in Hamburg einen täglichen Witterungsbericht, der am 15. Februar durch eine Karte und im September durch eine kurze Prognose erweitert wird. Seit 1847 besteht das Königlich Preußische Meteorologische Institut in Berlin. 1885 wird in Berlin der erste Lehrstuhl für Meteorologie an einer deutschen Hochschule eingerichtet und von WILHELM VON BEZOLD (1837-1907) bekleidet (EMEIS 2003).

## Zur Stationsgründung in Geisenheim

Das Königlich Preußische Meteorologische Institut in Berlin unterhielt bereits ein Stationsmessnetz, das weiter ausgebaut werden sollte und es bestand der Wunsch, eine Station im Rheingau aufzubauen (CHRIST 1897).

Was stand dem im Weg? Wie immer waren es die Finanzen, es fehlte einfach am Geld für die Messgeräte. In einem Schreiben vom 17.04.1884 wandte sich das meteorologische Institut an den Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten mit der Bitte, die Mittel zur Errichtung einer meteorologischen Station II. Ordnung bei der Königlich Preußischen Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim zur Verfügung zu stellen. Das meteorologische Institut erklärte sich zur Beaufsichtigung der Station und Prüfung der Beobachtungen bereit. Mit einem Erlass vom 27.05.1884 wurde der Bitte entsprochen, die Station wurde eingerichtet und konnte am 1. Juli 1884 den Beobachtungsdienst aufnehmen.

1897 können wir im Bericht zum 25-jährigen Bestehen der Forschungsanstalt eine ausführliche Dokumentation über die meteorologische Beobachtungsstation lesen, die der Stationsleiter Oberlehrer Dr. CHRIST (1897) verfasst hat. Die historische Beschreibung enthält eine Abbildung zum Standort auf dem Gelände der Forschungsanstalt sowie eine ausführliche Darstellung der ersten instrumentellen Ausstattung mit technischen Zeichnungen (siehe Abb. 1 und Abb. 5 bis 7).



**Abb. 1: Lageplan der Königlich Preußischen Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau 1897**

Die jährlich erscheinenden Berichte der Königlich Preußischen Lehranstalt enthalten seit 1884 jeweils ein Kapitel, das der meteorologischen Beobachtungsstation gewidmet und vom Stationsleiter verfasst ist. Darin enthalten sind die Ergebnisse der Messungen und Beobachtungen in Form von Tabellen mit Monatsmittel- und Jahresmittelwerten zu Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlägen und Gewittern, Sonnenscheindauer (seit 1889) und phänologischen Beobachtungen (seit 1896) sowie Änderungen im Instrumen-

tarium. So wurde 1889 ein Sonnenscheinautograph nach Campell-Stokes im Weinberg aufgestellt.

Im Bericht von 1897 werden anstelle der Werte des zurückliegenden Jahres die Jahresmittelwerte/-summen des Zeitraums 1884-1896 aufgeführt.

Auszug aus dem Bericht von 1897:

„Geisenheim ist die erste Station dieser Art im Rheingau, .....

Durch die Munifizienz des Kgl. Staatsministeriums ist die hiesige Station mit den bewährtesten Apparaten in größter Vollständigkeit versehen, so dass sie zu den bestausgerüsteten des preußischen Beobachtungsdienstes gehört.“

Das Beobachtungsprogramm mit 3 täglichen Beobachtungen wurde – nur mit Ausnahme von einigen kriegsbedingten Unterbrechungen – ununterbrochen bis heute fortgeführt. Seit 1.12.2006 ist die Klimastation in eine automatische AMDA II Station umgewandelt. Dies stellt für die Wetterbeobachtung einen tiefgreifenden Einschnitt dar. Die heute automatisch gewonnenen Daten liegen in zeitlich hoher Auflösung vor, Augenbeobachtungen gehören leider nicht mehr zum Routineprogramm.

| METEOROLOGISCHE BEOBA |                                    |                                 |                          |           |                          |                                     |       |        |             |                    |        |  |                                       |                        |        |                      |  |             |      |      |                       |       |       |        |                      |      |          |     |  |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------------|-------|--------|-------------|--------------------|--------|--|---------------------------------------|------------------------|--------|----------------------|--|-------------|------|------|-----------------------|-------|-------|--------|----------------------|------|----------|-----|--|
| Jahr 1884             |                                    | Station <i>Geisenheim</i>       |                          |           |                          |                                     |       |        |             |                    |        | Comp. Gefäß-B. Barometer von <i>R. Fuess</i>     |                                       | Nr. <i>772</i>         |        | Thermometer von ..   |  |             |      |      |                       |       |       |        |                      |      |          |     |  |
| Monat <i>Juli</i>     |                                    | Beobachter <i>H. H. Hopmann</i> |                          |           |                          |                                     |       |        |             |                    |        | Letzte Correction des Barometers <i>+ 0,1 mm</i> |                                       | Datum <i>Juli 1884</i> |        | Nullpunkts-Correctio |  |             |      |      |                       |       |       |        |                      |      |          |     |  |
| Datum                 | Unmittelbare Ablesung am Barometer |                                 |                          |           |                          | Luftdruck                           |       |        |             | Temperatur-Extreme |        |  | Temperatur des trockenen Thermometers |                        |        |                      | Temperatur des befeuchteten Thermometers |             |      |      | Absolute Feuchtigkeit |       |       |        | Relativ Feuchtigkeit |      |          |     |  |
|                       | 6*                                 |                                 | 2*                       |           | 10*                      | (auf 0° reduzierter Barometerstand) |       |        |             | Maxim.             | Minim. | Differenz  | 6*                                    |                        | 2*     |                      | 10*                                      | Tagesmittel |      | 6*   |                       | 2*    |       | 10*    | Tagesmittel          |      | Procente |     |  |
|                       | Thermometer am Barometer           | Barometer                       | Thermometer am Barometer | Barometer | Thermometer am Barometer | 6*                                  | 2*    | 10*    | Tagesmittel | 6*                 | 2*     | 10*  | Tagesmittel                           | 6*                     | 2*     | 10*                  | Tagesmittel                              | 6*          | 2*   | 10*  | Tagesmittel           | 6*    | 2*    | 10*    | Tagesmittel          | 6*   | 2*       | 10* |  |
| 1                     | 22,9                               | 60,6                            | 23,9                     | 59,8      | 24,2                     | 59,8                                | 27,9  | 56,9   | 56,8        | 57,26              | 24,9   | 23,8   | 16,9                                  | 16,6                   | 27,7   | 17,8                 | 21,20                                    | 14,7        | 15,8 | 14,1 | 11,3                  | 10,7  | 9,7   | 10,57  | 8,0                  | 3,9  | 6,9      |     |  |
| 2                     | 22,7                               | 59,5                            | 25,8                     | 57,1      | 25,9                     | 57,2                                | 26,9  | 54,0   | 57,8        | 57,72              | 26,8   | 14,7   | 16,1                                  | 16,5                   | 21,1   | 20,9                 | 21,7                                     | 15,0        | 20,9 | 17,7 | 11,8                  | 12,1  | 12,5  | 12,11  | 8,7                  | 5,6  | 6,9      |     |  |
| 3                     | 25,2                               | 57,7                            | 27,1                     | 55,2      | 26,1                     | 55,6                                | 27,2  | 52,9   | 52,4        | 52,52              | 27,5   | 14,9   | 15,1                                  | 19,8                   | 21,6   | 20,2                 | 20,57                                    | 13,2        | 19,4 | 17,2 | 14,6                  | 14,5  | 14,8  | 12,43  | 8,5                  | 7,7  | 7,3      |     |  |
| 4                     | 26,1                               | 54,6                            | 28,0                     | 53,8      | 27,1                     | 53,1                                | 28,1  | 50,4   | 52,1        | 52,33              | 28,4   | 15,9   | 14,8                                  | 18,2                   | 22,9   | 19,8                 | 20,63                                    | 16,6        | 20,7 | 15,3 | 13,1                  | 16,7  | 10,5  | 11,49  | 8,7                  | 7,9  | 6,1      |     |  |
| 5                     | 22,5                               | 53,8                            | 24,9                     | 52,7      | 25,2                     | 52,8                                | 25,2  | 52,0   | 51,9        | 52,5               | 25,9   | 15,5   | 16,9                                  | 21,8                   | 20,6   | 19,8                 | 20,70                                    | 17,8        | 20,1 | 17,2 | 11,7                  | 11,3  | 11,4  | 12,19  | 5,5                  | 4,3  | 5,2      |     |  |
| 6                     | 26,2                               | 56,8                            | 26,2                     | 56,2      | 26,8                     | 57,6                                | 27,8  | 53,0   | 54,9        | 53,42              | 27,8   | 17,1   | 16,7                                  | 20,1                   | 25,8   | 18,4                 | 22,17                                    | 15,6        | 18,4 | 13,8 | 15,0                  | 14,9  | 8,7   | 11,20  | 5,6                  | 1,5  | 5,8      |     |  |
| 7                     | 26,8                               | 57,9                            | 24,9                     | 55,3      | 25,3                     | 55,3                                | 25,3  | 53,2   | 52,5        | 53,67              | 27,7   | 12,4   | 13,2                                  | 17,1                   | 26,4   | 17,1                 | 20,20                                    | 14,4        | 17,1 | 12,6 | 14,6                  | 8,8   | 8,1   | 9,19   | 7,3                  | 3,5  | 5,6      |     |  |
| 8                     | 26,6                               | 55,0                            | 26,5                     | 54,2      | 27,2                     | 54,5                                | 27,4  | 51,1   | 51,4        | 51,62              | 29,7   | 11,8   | 13,6                                  | 16,2                   | 28,2   | 19,6                 | 21,33                                    | 14,0        | 17,8 | 13,9 | 14,6                  | 8,8   | 10,5  | 9,77   | 7,7                  | 3,1  | 6,1      |     |  |
| 9                     | 21,8                               | 54,9                            | 23,0                     | 52,3      | 24,1                     | 51,7                                | 24,7  | 49,0   | 48,5        | 49,73              | 24,0   | 11,8   | 11,2                                  | 19,4                   | 24,5   | 22,6                 | 24,17                                    | 16,7        | 19,7 | 17,5 | 11,0                  | 10,0  | 11,2  | 10,93  | 6,5                  | 3,4  | 5,2      |     |  |
| 10                    | 25,9                               | 56,8                            | 27,7                     | 54,7      | 28,1                     | 53,2                                | 27,6  | 44,0   | 43,8        | 44,38              | 23,1   | 14,8   | 15,3                                  | 14,2                   | 21,2   | 19,2                 | 20,32                                    | 15,3        | 20,8 | 15,7 | 15,0                  | 11,9  | 13,7  | 14,20  | 9,0                  | 3,5  | 4,5      |     |  |
| Summe                 | ×                                  | ×                               | ×                        | ×         | ×                        | ×                                   | 53,18 | 51,5,0 | 52,1,1      | 52,2,68            | 30,50  | 14,0,0   | 16,1,1                                | 18,6,7                 | 2,93,2 | 19,6,7               | 22,6,0                                   | ×           | ×    | ×    | 124,7                 | 105,1 | 113,1 | 114,24 | 77,3                 | 34,4 | 66,3     |     |  |
| 11                    | 26,6                               | 54,8                            | 25,3                     | 53,0      | 25,2                     | 52,2                                | 25,6  | 48,6   | 48,00       | 26,7               | 14,4   | 14,9   | 17,7                                  | 26,3                   | 16,8   | 20,7                 | 16,1                                     | 17,1        | 13,8 | 12,6 | 8,7                   | 10,0  | 10,30 | 5,7    | 2,6                  | 7,0  |          |     |  |

Abb. 2: Ausschnitt aus dem ersten Klimabogen von Juli 1884

Die alten handschriftlichen Beobachtungstabellen sind ein Stück Geschichte und vermitteln nicht nur Mess- und Beobachtungswerte, sondern auch die Schilderung von besonderen Ereignissen, wie Gewitterbeobachtungen oder Erdstößen. Seit 1896 werden auch routinemäßig phänologische Beobachtungen vorgenommen.

Die Ortsveränderungen der Station in den Jahren 1915, 1936, 1972, 1983 und 2006 (HOPPMANN 1984) sind teilweise in den Deutschen Meteorologischen Jahrbüchern 1945, 1963 und seit 1951 in der Stationsakte dokumentiert und wurden aufgrund baulicher Maßnahmen erforderlich (siehe Abb. 8 und 9). Zuletzt wurde 2006 die AMDA II Station südlich des alten Klimamessfeldes eingerichtet. Eine weitere historische Darstellung findet man im „Führer durch die staatliche Lehr- und Forschungsanstalt“ (MUTH 1930).

Zum 100-jährigen Jubiläum (1984) wurde die Entwicklung von der Beobachtungsstation zur agrarmeteorologischen Forschungsstelle von Dr. Hoppmann beschrieben, der die Agrarmeteorologische Dienststelle von 1984 bis 2002 leitete (HOPPMANN 1984). Unter dem Titel





XIV.  
Die meteorologische Beobachtungsstation.

Von Oberlehrer Dr. Ehrlich

Das Königl. Preussische meteorologische Institut zu Berlin wünschte seit langer Zeit im Rheingau eine vollständige meteorologische Station zu besitzen, um die besonderen klimatischen Verhältnisse dieses von der Natur so begünstigten Landstriches unseres Vaterlandes in hohem Maße zu erforschen zu können. Bekannt ist, wie die sehr spät zur Reife gelangende Rieslingtraube ihre schönsten Triumphe im Rheingau feiert, wie hier eine ganze Anzahl Pflanzen im Freien überwintern, welche an anderen Orten Deutschlands sorgfältig in Häusern vor der Winterkälte geschützt werden müssen. Daher erschien es sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis von hohem Interesse, diese außerordentlichen klimatischen Verhältnisse durch genaue Beobachtungen festzustellen.

Da jedoch das Königl. Preuss. meteorologische Institut damals bei seinen beschränkten Mitteln leider nicht in der Lage war, eine Station auf eigene Kosten auszurüsten und die Remuneration für den Beobachter zu gewähren, richtete es unter dem 17. April 1884 an den Herrn Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten die Bitte, bei der Königl. Veranstaltg. für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Weisenheim, welcher Ort für die gedachten Zwecke besonders günstig gelegen war, eine meteorologische Station II. Ordnung aus den Fonds des Ministeriums einzurichten. Das meteorologische Institut erklärte sich bereit zur fortlaufenden Beaufsichtigung der Station und zur Prüfung der Beobachtungen. Da der Herr Minister diesem Antrage mittels Erlasses vom 27. Mai 1884 entsprach, konnte die Station am 20. Juni desselben Jahres durch Prof. Dr. Hellmann eingerichtet werden und am 1. Juli in Thätigkeit treten. Bei der Reorganisation des meteorologischen Instituts im Jahre 1886 wurde die Unterhaltung der Station auf den Etat desselben übernommen. Der Station stand vor von ihrer Gründung bis September 1887 Dr. Dreijer, von September 1887 bis heute Dr. Ehrlich.

Weisenheim ist die erste Station dieser Art im Rheingau, da die nächsten Stationen in Langenschwalbach und Wiesbaden bereits zu hoch liegen, als daß aus deren Beobachtungsergebnissen Schlüsse auf das Klima des Rheingaus gezogen werden dürften. Durch die Anweisung des Kgl. Staatsministeriums ist die hiesige Station mit den bewährtesten Appa-

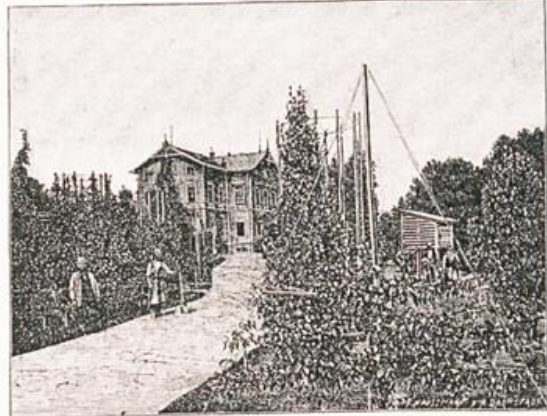


Fig. 33. Meteorologische Beobachtungsstation im Obshart.

raten in größter Vollständigkeit versehen, so daß sie zu den bestausgerüsteten des preussischen Beobachtungsgebietes gehört.

Da der Rhein bei Weisenheim, welches unmittelbar am Ruffe gelegen ist, auf eine kurze Strecke fast genau westwärts fließt, so fällt das ideale Thalgebilde von dem nahen Taunusgebirge aus südwärts ab. Im westlichen Teile Weisenheims befindet sich die meteorologische Station auf dem Terrain der Kgl. Veranstaltg., deren Gartenanlagen sich naturgemäß sehr gut zur Unterbringung der meteorologischen Instrumente eignen. Die Station liegt:

östl. Länge von Greenwich 7° 58', nördl. Breite 49° 59';

Höhe des Nullpunktes des Barometers über N. N. (Normalnull), d. h. über dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels 103,37 m.

Für die Thermometer ist auf dem Rasenlage des Obshartes eine hölzerne Hütte (in Fig. 33 rechts abgebildet), errichtet, welche indes nicht die Höhe der von Willd in Rußland eingeführten Hütte erreicht, indem in Weisenheim die Thermometer sich nur 2 m (anstatt 3 m) über dem Boden befinden. Im übrigen ist die Einrichtung die vorgeschriebene. Die Hütte ist geräumig, nach Norden offen und durch Holzlamellenwände vor jeder Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt. Die Hütte umschließt ein Weisblechgebäude, in welchem enthalten sind:

1. Ein August'sches Bismutometer, bestehend in 2 genau übereinstimmenden, in 0,2° C. getheilten Thermometern (Fig. 34).

Abb. 5: Die historische Stationsbeschreibung von 1897 – Teil 1

(aus dem Bericht der Königlich Preussischen Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau 1897)

2. Ein Alkohol-Minimum-Thermometer mit verschiebbarem Glas-Judee nach Rutherford (Fig. 34.)

3. Ein Maximum-Thermometer mit durch Luftblase abgetrenntem Quecksilber-Judee nach Regretti und Jambro (Fig. 34.)

4. Ein Haarthermometer nach Koppe (Fig. 35.)

Sämtliche Thermometer der Station sind aus der Werkstätte für meteorologische Instrumente von H. Krich zu Steglitz-Berlin bezogen.

Zeit Sommer 1891 ist auch ein Richard'scher Thermograph in der Hütte aufgestellt und zwar außerhalb des Dachgebälges, aber so, daß er von den Sonnenstrahlen niemals getroffen wird. Weil die Bedingungen der Aufstellung für den Thermographen andere sind wie für die Hauptthermometer, so ist also Normalinstrument

Fig. 34. Apparate in der Zimmer der Willd'schen Hütte.

Fig. 35. Föhnwindthermometer.

Fig. 36. Schumann'scher Regenmesser.

Fig. 37. Windmühle mit Schirmhahn und Regenmesser.

Abb. 6: Die historische Stationsbeschreibung von 1897 – Teil 2

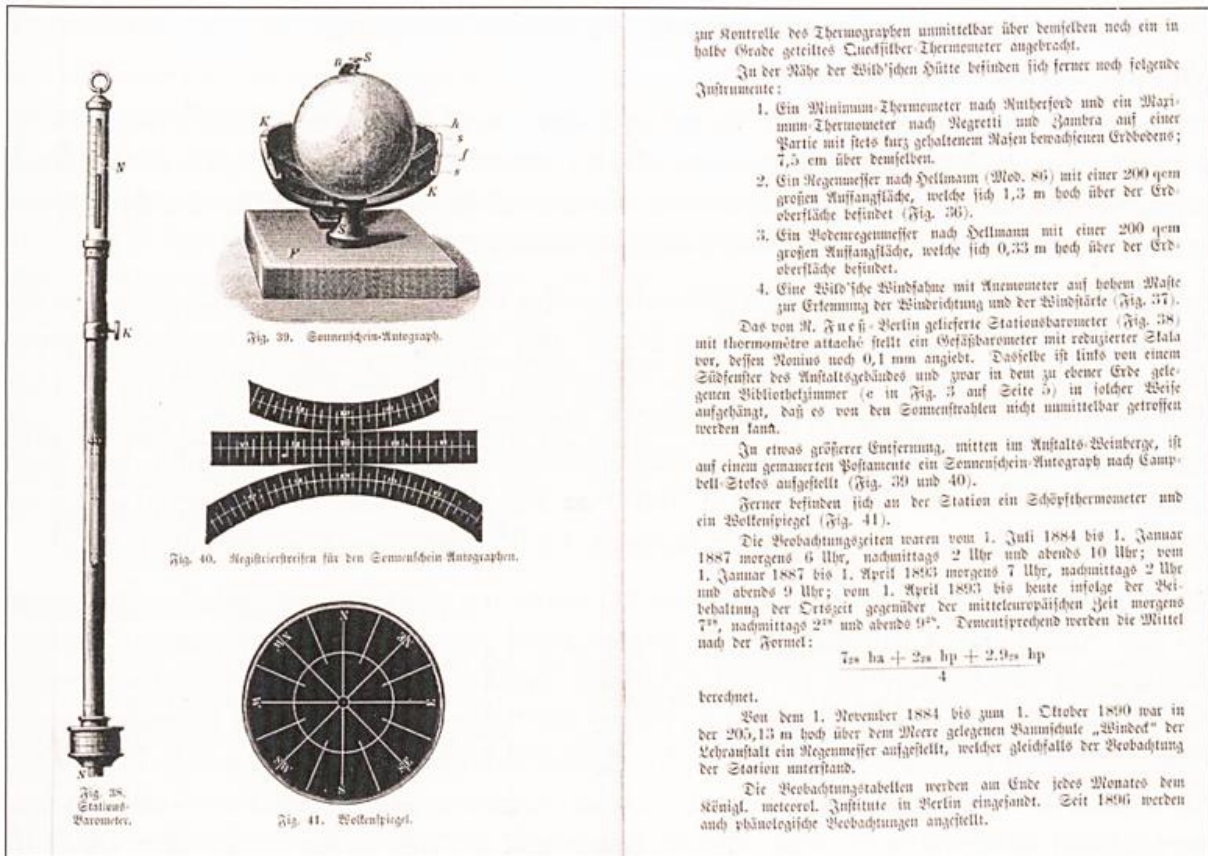


Abb. 7: Die historische Stationsbeschreibung von 1897 – Teil 3

### Geisenheim

Das hessische Städtchen Geisenheim liegt am rechten Rheinufer 3 km oberhalb von Rüdesheim. Der Rhein fließt hier von E nach W. An seinem rechten Ufer steigt das Gelände über Weinberge zum Rheingaugebirge an, das mit Höhen bis zu 620 m NN (Kalte Herberge) den westlichen Ausläufer des Taunus bildet. Am jenseitigen Ufer breitet sich — abgesehen von einem 2 bis 3 km vom Rhein entfernten Terrassenanstieg — flaches Acker- und Obstbaugelände aus; erst in den Weingebieten bei Ingelheim im E und bei Bingen im W wird die Landschaft wieder bergig.

Seit 1884 werden in Geisenheim Klimabeobachtungen angestellt. Die derzeitige Station II. Ordnung befindet sich in freier Hanglage westlich Geisenheim in dem zum Rhein mit etwa 5° Neigung abfallenden Weinberggelände; der Rhein ist knapp 1 km entfernt. Westlich, nördlich und östlich grenzen Weinberge und Acker an. Die Station ist mit Hütte, Regenmesser, Minimumthermometer am Erdboden, Erdbodenthermometern, Stationsbarometer, Barograph, Thermograph, Hygograph, Sonnenscheinautograph und Universal-Böenschreiber ausgerüstet.

Die Beobachtungen sind für das rechtsrheinische Wein-, Obst- und Ackerbaugelände zwischen Wiesbaden und Rüdesheim repräsentativ.

Stationshöhe 109 m. Beobachter: Wetterhilfsnebenstelle Geisenheim, ab 1. 4. Fr. Draczyński und Fr. Katharine Schmalz.

Abb. 8: Stationsbeschreibung Deutsches Meteorologisches Jahrbuch der US-Zone für 1945

Die Station höherer Ordnung ist seit 17. 11. 1949 im Gebäude eines früheren Internats, das zur Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau gehört, in der Beinstraße 2, am Westrand der Stadt, untergebracht. Das Meßfeld befindet sich in freier Hanglage 600 Meter nordwestlich des Unterkunftsgebäudes in dem zum Rhein mit etwa 5 Grad Neigung abfallenden Weinberggelände; der Rhein ist von hier knapp einen Kilometer entfernt und bei Geisenheim etwa 800 Meter breit. Westlich und nördlich grenzen Weinberge an, im Süden und Osten befinden sich Versuchsflächen der Hessischen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau mit wechselnder Nutzung. Im Osten und Nordosten beginnt in einigen hundert Metern Entfernung locker bebauten Siedlungsgelände. Die Station verfügt zusätzlich über ein Stationsbarometer, Erdbodenthermometer, einen Sonnenscheinschreiber, ein Windregistriergerät und einen Regenschreiber.

Meteorologische Beobachtungen im Umfang einer Station höherer Ordnung werden in Geisenheim seit 1884 auf amtlicher Grundlage durchgeführt. Das Meßfeld befand sich zunächst im Gartengelände der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau am westlichen Stadtrand - Beschreibung siehe Jahrbuch Preußen 1889 Seite XXXV - und wurde am 1. 4. 1936 an eine freier gelegene Stelle inmitten von Weinplantagen verlegt. Seine Lage hat sich seitdem trotz zweimaligen Wechsels der Unterkunft - siehe Beschreibung Jahrbuch US-Zone 1945 Seite VIII - nicht geändert.

Die Beobachtungen sind für das rechtsrheinische Wein-, Obst- und Ackerbaugelände zwischen Wiesbaden und Rüdesheim repräsentativ.

Stationshöhe: 109 m NN

Beobachter: Personal der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle

Abb. 9: Stationsbeschreibung Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1963

## **Arbeitsschwerpunkte in der agrarmeteorologischen Forschung**

### **Von der Standortkarte zur Gütekarte**

Reben stellen hohe Ansprüche an Boden und Klima ihres Standorts. Die agrarmeteorologische Dienststelle leistete während der letzten 50 Jahre wesentliche Beiträge zu Standortuntersuchungen, bei denen letztendlich die Zusammenhänge zwischen Boden und den klimatischen Standortfaktoren und der Weinqualität ermittelt wurden.

In den Jahren 1956-58 war die agrarmeteorologische Versuchs- und Beratungsstelle (AMVB) Geisenheim Basisstation für die wichtige Boden- und Klimakartierung der hessischen Weinbaugebiete. Die Klimakarten zur Sonneneinstrahlung, Frost- und Windgefährdung sind neben den Bodenkartierungen in einem Atlas im Maßstab 1:50.000 und einem Textband vom damaligen Hessischen Landesamt für Bodenforschung als „Standortkartierung der Hessischen Weinbaugebiete“ (ZAKOSEK et al. 1967) veröffentlicht. In den 1970er Jahren wurde mit den Arbeiten zu einer Standortkarte im Maßstab 1:5.000 begonnen (ZAKOSEK et al. 1972).

Eine Weiterentwicklung der Standortkartierung wurde als interinstitutionelles Projekt seit Ende der 1980er Jahre betrieben. In Zusammenarbeit zwischen der agrarmeteorologischen Außenstelle Geisenheim, der Forschungsanstalt Geisenheim, dem Geographischen Institut der Universität Mainz, dem Weinbauamt Eltville des Regierungspräsidiums Darmstadt sowie dem damaligen Hessischen Landesamt für Bodenforschung (heute Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) wurde die neue Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete, 1:5.000 (LÖHNERTZ et al. 2004) erstellt. Dabei sind die Themenkarten auf einer CD-ROM verfügbar. Die Beiträge mit Karten und Text zum Standortklima umfassen die Sonneneinstrahlung, Temperatur, Windgefährdung, Kaltluftgefährdung, Spätfrostgefährdung  $-2 / -4$  °C. Die Karte zum potentiellen Mostgewicht wurde von HOPPMANN (2000) mit einem statistischen Modell erarbeitet. Dabei wird der Einfluss der Sonneneinstrahlung, der Temperatur während der hellen Tagesphase, aber auch der Kaltluft- und Windgefährdung, der nutzbaren Feldkapazität des Bodens sowie der Exposition des Standortes auf die potentielle Weinqualität berücksichtigt.

Die Karte zum potentiellen Mostgewicht ist die Grundlage für die Lagenklassifizierung der Gütekarte für das Erste Gewächs Rheingau. Der Rheingau ist das erste Weinbaugebiet der Welt, das auf wissenschaftlicher Basis mit Hilfe klimatischer und bodenkundlicher Faktoren klassifiziert wurde.

Im Anschluss an eine Pilotstudie (HOPPMANN et al. 2002) wurde inzwischen auch eine Gütekarte für das gesamte Weinbaugebiet in Luxemburg fertig gestellt (FRÜHAUF et al. 2006).

### **Nitratmodell**

Noch zu Beginn der 1980er Jahre wurde im Rheingau eine hohe Nitratbelastung des Trinkwassers festgestellt, deren Ursache in der Düngung und Bodenpflege lag. In einem Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet für Bodenkunde und Pflanzenernährung wurde der Nitrathaushalt von weinbaulichen Flächen untersucht (JAGOUTZ et al. 1990). Das entwickelte Nitratmodell konnte die Nitratbildung in offenen und begrüntem Weinbergen im Winterhalbjahr hinreichend genau beschreiben und wird noch heute im Frühjahr zur Düngempfehlung im Wetterfax für den Weinbau genutzt.

## **Entwicklung und Validierung von Modellen zu Pflanzenkrankheiten und Schaderregern**

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt in Zusammenarbeit zwischen dem Fachgebiet Phyto-  
medizin der Forschungsanstalt Geisenheim und der Agrarmeteorologie waren und sind die  
Entwicklung und Validierung von Modellen zu Pflanzenkrankheiten und Schaderregern, wie  
z.B. die Prognose der Traubenwickler oder das witterungsbedingte Auftreten der Rebenpe-  
ronospora. Das Ziel dieser Prognosemodelle besteht darin Pflanzenschutzmaßnahmen ge-  
zielt zum richtigen Termin einzusetzen. Die Ergebnisse der Prognoserechnungen gehen in  
das Wetterfax für den Weinbau ein und werden im Praxistest an Weinbergsstandorten in  
Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Geisenheim und dem Weinbauamt Eltville über-  
prüft und weiterentwickelt. Im Bereich der allgemeinen Landwirtschaft und anderer Sonder-  
kulturen werden praxisrelevante agrarmeteorologische Beratungsverfahren (AMBER) getes-  
tet und weiterentwickelt. Siehe hierzu den Beitrag von LEINHOS et al. zur Zwiebelperonospora  
in diesem Band.

## **Agrarmeteorologische Gutachten**

Ein weiterer Aufgabenschwerpunkt der Außenstelle Geisenheim war und ist die Erstellung  
agrarmeteorologischer Gutachten zur Weinbaueignung im Rahmen des Weinwirtschaftge-  
setzes und zum Einfluss von Planungsmaßnahmen auf landwirtschaftliche Kulturen oder  
Reben.

Eine Grundlage für die Gutachten zur Weinbaueignung ist das Brandtnerische Bewertungs-  
verfahren (BRANDTNER 1973). Auf die zahlreichen Gutachten, die in den letzten Jahrzehnten  
durchgeführt wurden, und auf laufende Gutachten wird hier nicht eingegangen.

## **Agrarmeteorologische Beratung**

Die dezentrale agrarmeteorologische Beratung der Landwirtschaft, des Obst- und Weinbaus  
sowie des Gemüsebaus in den Bundesländern Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland und  
Nordrhein-Westfalen sowie in Luxemburg stellt heute einen wesentlichen Aufgabenschwer-  
punkt dar.

Beratungsprodukte sind die Agrarwettervorhersagen für den telefonischen Ansagedienst und  
das Wetterfaxangebot.

Das Wetterfaxangebot der Außenstelle Geisenheim umfasst derzeit:

- **Wetterfax für die Landwirtschaft**  
in Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Nordrhein-Westfalen, Luxemburg.  
Dabei besteht eine Zusammenarbeit auf Vertragsbasis:  
in Hessen seit 1994 mit dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen LLH,  
in Rheinland-Pfalz seit 1995 mit dem Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR,  
im Saarland seit 1996 mit der Landwirtschaftskammer Saarland,  
in Nordrhein-Westfalen mit der Landwirtschaftskammer NRW und dem Rheinischen  
Landwirtschaftsverband RLV seit 2001,  
in Luxemburg seit 1995/96 mit dem Maschinenbauing MBR-Services
- **Wetterfax für den Gemüsebau**  
in der Region Vorderpfalz  
in Zusammenarbeit mit der BOLAP GmbH seit 1996

- **Wetterfax für den Obstbau**  
in Rheinland-Pfalz  
in Zusammenarbeit mit dem Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR seit 1998
- **Wetterfax für den Weinbau**  
im Rheingau seit 1995, in Zusammenarbeit mit dem Weinbauamt Eltville  
des Regierungspräsidiums Darmstadt und der Forschungsanstalt Geisenheim  
sowie dem Rheingauer Weinbauverband
- **Wetterfax für den Weinbau**  
in Rheinhessen  
in Zusammenarbeit mit dem Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum DLR seit 1997

Das Wetterfax für den Weinbau entwickelte sich aus dem Pilotprojekt Winkel zum umwelt-schonenden Weinbau, das mit dem Umweltpreis des Rheingau-Taunus-Kreises ausgezeichnet wurde. Die standortspezifische Beratung im Weinbau erfordert die agrarmeteorologischen Messungen in den Weinbergslagen sowie eine enge Zusammenarbeit mit dem Weinbauamt Eltville und der Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiete Phytomedizin und Weinbau.

Seit 1992 betreibt die Außenstelle Geisenheim ein lokales agrarmeteorologisches Funkmessnetz, um detaillierte Informationen hinsichtlich der Wetterdaten in den Weinbergslagen im Rheingau zu erhalten (siehe Abb. 10). Diese kontinuierlich gewonnenen meteorologischen Daten bilden zusammen mit Bonituren der Rebentwicklung und des Auftretens von Pflanzenkrankheiten die Eingabedaten für bestehende, bzw. neu entwickelte Modelle aus den Bereichen Krankheiten und Schädlinge, Wasserhaushalt, Nitratbilanz und Mikroklima der Rebanlagen. Die Ergebnisse dieser Modelle werden für die Beratung der Winzer im Wetterfax genutzt.

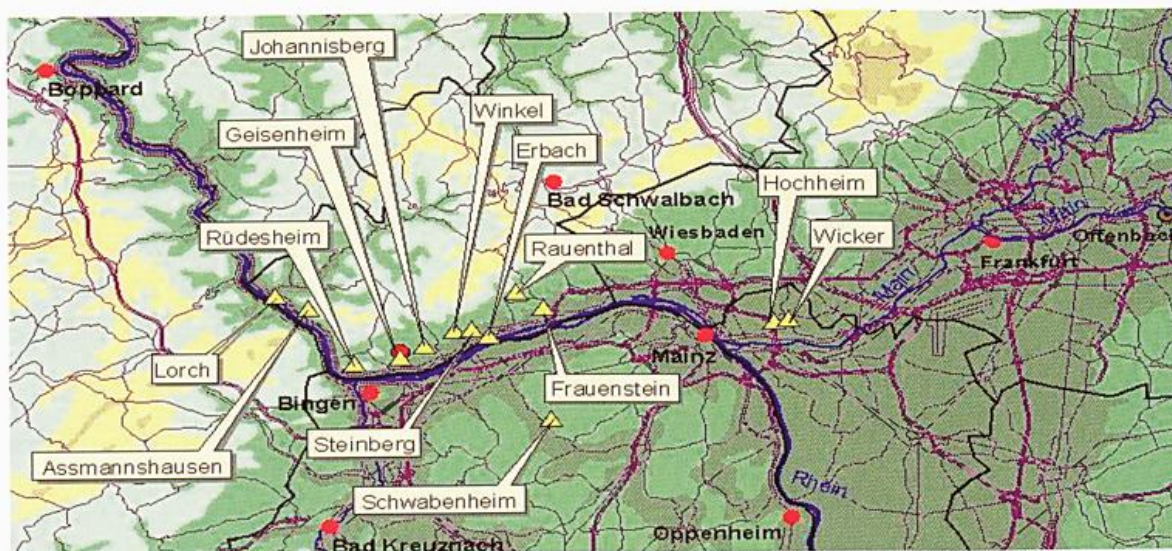


Abb. 10: Lage der Funkmessstationen im Rheingau

Die Entwicklung der agrarmeteorologischen Beratung vom telefonischen Ansagedienst zum Wetterfax für die Landwirtschaft wird im Beitrag von DEISENROTH und VÖLKE (in diesem Band) ausführlich dargestellt.

**Tab. 1: Chronologischer Überblick über die Dienststellenleiter, die einzelnen Standorte der Station bzw. Dienststelle sowie die Arbeitsschwerpunkte**

| Benennung der Dienststelle  | Zugehörigkeit   | Leitung   | Messfeld / Unterbringung der Dienststelle  | Arbeitsschwerpunkt  | Beratungsprodukt  |
|---|---|---|--|---|---|
| meteorologische Station II.Ordnung  | Königlich Preußische Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau | Dr. Kari Droysen (Lehrer der Lehranstalt) (1884-1887)   | im Gelände der kgl. Lehranstalt (siehe Abb. und historische Beschreibung) 1884-87: Termine 06, 14, 22 Uhr MEZ 1887-93: Termine 07, 14, 21 Uhr MEZ seit 01.04.1893 Klima-Termine: MOZ<br><br>seit 1896 phänologische Beobachtungen 01.02.1905 Wildsche Hütte ersetzt durch Englische Hütte 1915 Messfeld verlegt<br><br>bis 1935 ist die Dienststelle in die Lehranstalt integriert |   |   |
|   |   | Dr. Kari Christ (Oberlehrer) (1887-1902)  |  |   |   |
|   |   | Prof. Gustav Lüstner (Leiter der pflanzenphysiologischen Versuchsstation) (1903 - April 1935) |  |   |   |
| Agrarmeteorologische Forschungsstelle   | Reichswetterdienst  | Dr. Franz Witterstein (1935)  | Unterbringung in Villa Monrepos (1935 - 1944)  | Beginn Blühvorhersagen für Obstgehölze<br><br>Strahlungshaushalt und Standort   |   |
| Wetterwarte (1939 bis 1952)   |   | Dr. Nikolaus Weger (1.1.1936-1942)  | nach Beschädigung Monrepos in Botanik (1945- 1949)   |   |   |
|   |   | Dr. Hugo Schanderl (seit 1937 Leiter der Botanik (1942-1944)                                  |  |   |   |
| Agrarmeteorologische Versuchsstation  | Deutscher Wetterdienst der US-Zone                              | Dr. Nikolaus Weger (1945-1956)  | im früheren Internat der Lehranstalt, Beinstr. (17.11.1949 - Juli 1972)  | Frostschutz, Feuchte und Wassertransport im Boden, Verbesserung Blühvorhersage  |   |
| Agrarmeteorologische Versuchs- und Beratungsstelle (AMVB)   | Deutscher Wetterdienst (11.11.1952)                             | Dr. Nikolaus Weger  | siehe auch Messfeldbeschreibung (Meteorologisches Jahrbuch 1963)   | aktuelle Witterung, Pflanzen- und Schädlingsentwicklung   | monatliche Witterungsberichte, tägliche Bulletins mit Messdaten   |
|   |   | Dr. Hans Budig (1956 -1965)   |  |   |   |
| Agrarmeteorologische Forschungsstelle (AMF) mit überregionalen Aufgaben (1965)  |   | Dr. Wilhelm Bauer (1965 - 1971)   | Forschungsanstalt verkauft Wohngebäude an DWD: Kreuzweg 25 (1972 - heute) 1975-1980 Starkniederschlagsmessnetz   | geländeklimat. Erhebungen Rheingau und hessischen Bergstraße, Beitrag Standortatlas Sonderkulturen<br><br>Erosionsgefährdung  |   |
|   |   | Günter Horney (1971 -1977)  |  |   |   |
| Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle (AMBF) (1980)<br><br>Beratung in Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland<br><br>agrarmeteorologische und weinbauliche Gutachtertätigkeit in allen Bundesländern |   | Dr. Erwin Brandtner (1977 - 1984)   | Messungen im "Mäuerchen"   | Anwendung des Bewertungsverfahrens für Gutachten<br><br>BML-Projekt (1980-86): Standortuntersuchungen im Weinbau<br><br>BMFT-Projekt (1986-92) Modellierung Nitrataustrag in begrüntem und offenen Weinbergen<br><br>Wetterdienstprojekte: Wasserhaushalt begrünter Rebanlagen, Traubenwicklerprognose, Peronosporaprognose und Modellierung Blattbenetzung, Vorhersage Rebphänologie (1989-96) | Fernsprechansagedienst FAD (1980)<br><br>Wetterfax für die Landwirtschaft Hessen (1994), Rheinland-Pfalz (1995), Saarland (1996) und Luxemburg (1995)   |
|   |   | Dr. Dieter Hoppmann (1984 - 2002)   |  |   |   |
| Übernahme der Aufgaben in Nordrhein-Westfalen (2001)  |   |   | Einweihung Anbau (1997)<br><br>Funkmessnetz seit 1999  | Beiträge zur Neuauflage der Weinbaustandortkarte (1993-1996)<br><br>Karte zum pot.Mostgewicht<br><br>Gütekarte Rheingau (2000)  | Wetterfax für den Weinbau im Rheingau (1995) und Rheinhessen (1997)<br><br>Wetterfax für den Obstbau in Rheinland-Pfalz (1998)<br><br>Wetterfax für den Gemüsebau in der Vorderpfalz (1996)<br><br>Wetterfax für die Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen (2001) |
|   |   |   |  |   |   |
| KU5GH (2004)<br>Geschäftsbereich Klima- und Umweltberatung (KU)   |   | Dr. Heidrun Jagoutz (2002 - 2007)   | AMDA II Station (01.12. 2006)  | Gütekarte Luxemburg (2006)  |   |
| Abt. Agrarmeteorologie KU3GH (2009)   |   | Dr. Cornelia Perseke-Ockelmann (2007 - )  |  | Weiterentwicklung Prognosemodelle<br>Agrarmeteorologische Gutachten   |   |



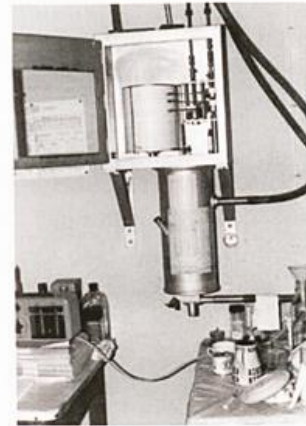
Dienststelle in Villa Monrepos 1934 - 1945



im ehemaligen Internat 1946 - 1972



Messungen in den Weinbergen (Dr. Bauer) Ende 1960er



Windschreiber



Dr. Horney im Vordergrund,  
von links: Herr Brandenburg, Herr Scholl,  
Herr Jakobi, Herr Kimpel, Frau Siblewski,  
Frau Wendel, Dr. Budig



Dr. Horney (Bildmitte) 1972

Abb. 11 bis 16: Impressionen aus den Jahren bis 1972



**Dienststelle, Messfeld 1994**



**Anbau 1994**



**Einweihung Neubau mit  
Schlüsselübergabe 1996**



**Dienststelle heute**



**Station des Funkmessnetzes**



**Messfeld in der Weinbergslage Mauerchen**



**mit Splash-Messungen**

**Abb. 17 bis 23: Impressionen aus den Jahren 1994 bis heute**



**Abb. 24: Gruppenbild vom Betriebsausflug nach Mainz 2005**  
 (vordere Reihe v.l. Herr Brandenburg, Herr Zunker, Frau Engels, Frau E. Weber,  
 Frau Hassemer-Schwarz, Frau B. Weber;  
 hintere Reihe v.l. Herr Thode, Herr Sommerfeld, Herr Hoppmann, Herr Schmidt,  
 Herr Ehlig, Herr Scheu, Frau Klante, Frau Mascher, Frau Frühauf, Frau Plückhahn)



**Abb. 25: Messfeld der AMDA II Station**

### **Ausblick**

In Zeiten des Klimawandels stellt sich die Frage, welche Folgen sich für Pflanzenkrankheiten und Schaderreger ergeben. Einige bisher meist nur im Süden bekannte Pflanzenkrankheiten und Schädlinge, wie Esca, Schwarzholzkrankheit, Rebzikaden wurden bereits Anfang des 20. Jahrhunderts beobachtet, sie spielten aber in Deutschland wirtschaftlich keine Rolle. Aus den darauffolgenden Jahren gibt es keine Dokumentation. Inzwischen wird ein vermehrtes Auftreten auch im Rheingau und in Rheinhessen beobachtet. Hinzu kommt ein verstärktes Auftreten bekannter Schädlinge, so traten in den letzten Jahren fast regelmäßig drei Generationen des Traubenwicklers auf. Daher ist eine ständige Anpassung der Prognosemodelle des DWD an die geänderte Situation von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen notwendig.

## Literatur

BRANDTNER, E. (1973): Die Bewertung geländeklimatischer Verhältnisse in Weinbaulagen, 2 Bde, Deutscher Wetterdienst Selbstverlag. Offenbach a. M.

BRANDTNER, E. (1984): 100 Jahre „Wetter Geisenheim“, Mitteilungen der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft 3/84 – S.48-52.

CHRIST, K. (1897): Die meteorologische Beobachtungsstation in „Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein zu Erinnerung an das fünfundzwanzigjährige Bestehen derselben, gleichzeitig Bericht Etatsjahr 1896/97“, erst. R. Goethe, Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., S. 206-219.

CHRIST, K. (1901): Schutz der Reben und der Obstbaumblüte gegen Frühjahrsfröste in „Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein für das Etatsjahr 1900/01“, erst. R. Goethe, Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., S. 48-53.

EMEIS, S. (2003): Der Prozess der Abgrenzung und der Befruchtung der Meteorologie von anderen Naturwissenschaften- dokumentiert in Lehrbüchern des 19. Jahrhunderts, FAGEM Tagung „Die Entwicklung der Meteorologie im 19. Jahrhundert“, Potsdam, S. 5-9.

FRÜHAUF, C., JAGOUTZ, H. SIEVERS, U. und VOß, P.-H. (2006): Abschlussbericht zur „Klassifizierung der Weinbergslagen im Weinbaugebiet Luxemburg“, Gutachten des DWD.

GOETHE, R. (1891): Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst- und Weinbau (Höhere Gärtnerlehranstalt) zu Geisenheim am Rhein, Etatsjahr 1889/90 Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., Beitrag Dr. Christ, S. 76-84.

GOETHE, R. (1894): Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein, Etatsjahr 1893/94 Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., S. 31-32.

GOETHE, R. (1895): Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein, Etatsjahr 1894/95, Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., S. 35-36.

GOETHE, R. (1899): Bericht der Kgl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu Geisenheim am Rhein, Etatsjahr 1898/99, Wiesbaden Rudolf Bechtold & Komp., S. 30.

HASSEMER-SCHWARZ, H. und JAGOUTZ, H. (1986): Ermittlung des Einflusses ökologischer Faktoren auf die Qualitätsbildung der Reben zur Sicherung der nach dem Weinwirtschaftsgesetz geforderten Qualitätsbegrenzung von Weinbergslagen. Abschlußbericht im Rahmen eines Forschungsprojektes Teil III. AMBF-Geisenheim.

HOPPMANN, D. (1984): Entwicklung der meteorologischen Beobachtungsstation zweiter Ordnung zur agrarmeteorologischen Beratungs- und Forschungsstelle, in Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Geisenheim 1884 – 1984, 100 Jahre Agrarmeteorologie, Selbstverlag des DWD Offenbach a.M., S. 5-18.

HOPPMANN, D. und JAGOUTZ, H. (1985): Untersuchungen über verschiedene Wärme- und Wasserhaushaltskomponenten im Weinberg, Die Wein-Wissenschaft 40 Nr.5, S. 319-358.

HOPPMANN, D. und JAGOUTZ, H. (1986): Ermittlung des Einflusses ökologischer Faktoren auf die Qualitätsbildung der Reben zur Sicherung der nach dem Weinwirtschaftsgesetz geforderten Qualitätsbegrenzung von Weinbergslagen. Abschlußbericht im Rahmen eines Forschungsprojektes Teil I. AMBF Geisenheim.

HOPPMANN, D. (1988): Der Einfluss von Jahreswitterung und Standort auf die Mostgewichte der Rebsorten Riesling und Müller-Thurgau (*Vitis vinifera* L.), Ber. DWD Nr.176 , Selbstverlag des DWD Offenbach a.M.

HOPPMANN D. und PRUEß, J. (1999): Abschlußbericht der Karte zum potentiellen Mostgewicht für den Rheingau im Maßstab 1 : 25.000, Gutachten des DWD.

HOPPMANN, D., (2000): Das Erste Gewächs Rheingau, Herausgeber Gesellschaft für Rheingauer Weinkultur, Oestrich-Winkel.

HOPPMANN, D., SIEVERS, U. und HESSEL, J.-D. (2002): Abschlussbericht zur „Validierung einer Gütekarte für ein ausgewähltes Gebiet im Weinanbaugebiet Luxemburg“, Gutachten DWD.

JAGOUTZ, H.; BERTHOLD G. und EMDE, K. (1990): Untersuchungen zur Modellierung der Nitratdynamik in weinbaulich genutzten Arealen und zur Optimierung der Stickstoffdüngung unter Berücksichtigung verschiedener Bodenpflegesysteme bei gleichzeitiger Reduzierung des flächenhaften Nitrateintrages in Grundwasservorkommen, die der langfristigen Trinkwasserentnahme durch Städte und Gemeinden dienen sollen, Abschlußbericht im Rahmen eines Forschungsprojektes 1. Teil 1987-1990.

LÖHNERTZ, O.; HOPPMANN, D.; EMDE, K.; FRIEDRICH, K.; SCHMANKE M. und ZIMMER, T. (Hrsg.) mit Beiträgen u.a. von JAGOUTZ, H. (2004): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete, 2., neu bearbeitete Auflage Geolog. Abhandl. Hessen, Band 114, Wiesbaden.

LÜSTNER, G. (1901): Üben kalte Winter einen nachhaltigen Einfluss auf das Leben der Schädlinge unserer Kulturpflanzen aus? Jahresbericht der Lehranstalt Geisenheim 1901. S. 161.

LÜSTNER, G. (1907): Über den Einfluss der Witterung auf das Auftreten der Peronospora viticola , Geisenheimer Mitteilungen über Weinbau und Kellerwirtschaft 19.

LÜSTNER, G. und MOLZ, E. (1908): Schutz der Weinrebe gegen Frühjahrsfröste Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag 1908.

MUTH, F. (1930): Führer durch die Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim am Rh., Verlag Bechtold S. 82-84.

STRUCK, W.-H. (1972): Geschichte der Stadt Geisenheim, Verlag Waldemar Kramer Frankfurt am Main, S. 282.

ZAKOSEK, H.; KREUZ, W.; BAUER, W.; BECKER, H. und SCHRÖDER, E. 1967: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete, Abh. hess. L.-Amt für Bodenforsch. 50: 82S., 1 Abb., 17 Tabellen und 1 Atlas; Wiesbaden.

ZAKOSEK, H.; HORNEY, G. und BECKER, H. (1972): Weinbaustandortkarte.

Deutscher Wetterdienst der US-Zone (1949): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch der US-Zone für 1945, Bad Kissingen, Stationsbeschreibung Geisenheim.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch, Deutscher Wetterdienst Offenbach (1963): Stationsbeschreibung Geisenheim, S. VIII, Offenbach am Main.

## **Bildnachweis**

Abb. 11: Historische Ansicht der Villa Monrepos Geisenheim, 1887

In der Mitte ist das im 2. Weltkrieg zerstörte Observatorium zu sehen.

Quelle: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

Die anderen Fotos wurden von (ehemaligen) Mitarbeitern der Außenstelle Geisenheim zur Verfügung gestellt.

# Einblick in die Stationsgeschichte von Geisenheim anhand ausgewählter Beobachtungstabellen

zusammengestellt von Andreas Ehlig, Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim

1884-1935: (Königlich) preußisches meteorologisches Institut, Station II. Ordnung

Königlich preussisches meteorologisches Institut.

Formular für Stationen II. Ordnung.

Station *Geisenheim*, Beobachter *Dr. K. Droysen*.

Monat *Juli* 1884.

Beginn der Beobachtungen am 1. Juli 1884, erster Stationsleiter Dr. K. Droysen

Sonstige Bemerkungen.

*Der Barometer stand am 31. August ein Stockwerk tiefer, d.h. 4,74 m tiefer gehängt, so daß derselbe jetzt 103,37 m über Meeresspiegel sich befindet.*

**Änderung der Barometerhöhe 1885** („Der Barometer wurde am 31. August ein Stockwerk tiefer, d.h. 4,74 m tiefer gehängt, so daß derselbe jetzt 103,37 m über Meeresspiegel sich befindet.“)

| Phaenologische Beobachtungen          |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| <i>Corylus Avellana</i> I. Blüthezeit | <i>Sträucher</i>  |
| <i>Sambucus nigra</i>                 | 1 2 3             |
| <i>Acerulus Hippocast.</i>            | 2 2 3             |
| <i>Ribes aureum</i>                   | 1 2 3             |
| <i>Lonicera tatarica</i>              | 2 4 5             |
| <i>Daphne Mezereum</i> I. Blüthezeit  | <i>Früchtling</i> |

Erste phänologische Beobachtungen vom 1. bis 5. April 1887

1936-1945: Reichswetterdienst, Agrarmeteorologische Forschungsstelle

 **Deutscher Reichswetterdienst**  
**Monatstabelle für meteorologische Stationen II. Ordnung**

Station *Geisenheim* *Mo.* Monat *Januar* 19 *36*

Beobachter *Dr. N. Weger*

Geographische Breite  $\varphi = 49^{\circ} 59' N$  Höhe des Stationsgeländes über Normal-Null  $H = 140$  m  
 Geographische Länge  $\lambda = 7^{\circ} 58' E$  Höhe des Barometers über Normal-Null  $H_b = 115$  m

Alle Zeitangaben nach Bahnzeit (Mittel-europäische Zeit, M. E. Z.)!

Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um *7* h *00* m, II um *14* h *00* m, III um *21* h *00* m Bahnzeit.

Seit 1. Januar 1936 Agrarmeteorologische Forschungsstelle des Reichswetterdienstes

Monatstabelle Die Station ist am 1. April nach dem Fuchsberg, in eine bessere Lage, inmitten von Weinplantagen, verlegt worden; die Entfernung von dem bisherigen Stationsgelände beträgt etwa 400 m Luftlinie. Ordnung

Station *Geisenheim* *Mo.* Monat *April* 19 *36*

Stationsverlegung am 1. April 1936 in den Fuchsberg

**Klimabereich**  
**West**

**Reichswetterdienst**  
**Monatstabelle für meteorologische Stationen II. Ordnung**

Station *Geisenheim* Monat *Oktober* 19 *39*

Kreis (Bez.-Amt, Amtsbezirk) *Rheingau* Provinz (Land) *Hessen-Nassau* Flußgebiet *Rhein*

Beobachter *Agrarmeteorologische Forschungsstelle des Reichsamts für Wetterdienst Geisenheim / Mo.* Nr.

Geographische Breite  $\varphi = 49^{\circ} 59' N$  Höhe des Geländes bei der Hütte über Normal-Null  $H_s = 119$  m  
 Geographische Länge  $\lambda = 7^{\circ} 58' E$  Höhe des Barometers über Normal-Null  $H_b = \dots$  m

Alle Zeitangaben nach Mitteleuropäischer Zeit, (M. E. Z.)!

Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um *7* h *00* m, II um *14* h *00* m, III um *21* h *00* m M. E. Z.

Mit Stempel der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle

Deutsche Sommerzeit

**Reichswetterdienst**  
**Monatstabelle für meteorologische Stationen II. Ordnung**

Station *Geisenheim* Monat *Mai 1941* 19

Kreis (Bez.-Amt, Amtsbezirk) *Rheingau* Provinz (Land) *Hessen-Nassau* Flußgebiet *Rhein*

Beobachter *Reichsamt für Wetterdienst (Luftwaffe) Agrarmeteorologische Forschungsstelle Geisenheim/Rhein* Nr.

Geographische Breite  $\varphi = 49^{\circ} 59' N$  Höhe des Geländes bei der Hütte über Normal-Null  $H_s = 119$  m  
 Geographische Länge  $\lambda = 7^{\circ} 58' E$  Höhe des Barometers über Normal-Null  $H_b = 92$  m

Alle Zeitangaben nach *deutscher Sommerzeit* Mitteleuropäischer Zeit, (M. E. Z.)!

Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um *7* h *00* m, II um *14* h *00* m, III um *21* h *00* m *M. E. Z.*

Der Reichswetterdienst gehört zur Luftwaffe

## Bemerkungen aus den Kriegstagen

Ergänzende Bemerkungen zu den einzelnen Tagen (mit Datum!) über Witterungsverhältnisse, Saat- und Erntezeiten sowie phänologische Beobachtungen.

Folgende II. Termine konnten wegen Vorkaltes oder Trefflitzern nicht um 14<sup>00</sup> h abgelesen werden:  
5.I. 16<sup>00</sup>; 10.I. 16<sup>00</sup>; 13.I. 16<sup>00</sup>; 14.I. 17<sup>15</sup>; 15.I. 16<sup>30</sup>; 16.I. 16<sup>30</sup>; 22.I. 15<sup>30</sup>.

### Januar 1945

Ergänzende Bemerkungen zu den einzelnen Tagen (mit Datum!) über Witterungsverhältnisse, Saat- und Erntezeiten sowie phänologische Beobachtungen.

Infolge kriegerischer Ereignisse konnten die Beobachtungen ab 21. März nicht mehr vollständig auf dem normalen Stationsplätzchen durchgeführt werden; von diesem Datum ab wurden die Beobachtungen im Hof des Botanischen Instituts, soweit möglich, vorgenommen; die Temperaturen wurden mit einem Assmann abgelesen; mehrere Feldanzeigen wurden nach Registrierungen ergänzt.

### März 1945

Ergänzende Bemerkungen zu den einzelnen Tagen (mit Datum!) über Witterungsverhältnisse, Saat- und Erntezeiten sowie phänologische Beobachtungen.

Im Zusammenhang mit den kriegerischen Ereignissen wurden die Beobachtungen bis zum 7. III. in Hof des Botanischen Instituts (mit einem Assmann) gemacht; ab 8. III. konnten die Beobachtungen wieder auf dem normalen Stationsplätzchen durchgeführt werden. Da der II. Termin um etwa 1 Stunde vor der normalen Zeit (Polzeitsunde) vorgenommen wurde, sind die Werte aus Registrierungen auf die normale Zeit korrigiert worden.

### April 1945

| Klimabezirk West   |             | Reichswetterdienst  |               |                  |
|--|-------------|---|---------------|------------------|
| Monatstabelle für meteorologische Stationen II. Ordnung  |             |   |               |                  |
| Station  | Geisenheim  | Monat   | September     | 19 45            |
| Kreis (Bez.-Amt, Amtshauptstadt)   | Rheingau    | Provinz (Land)  | Hessen-Nassau | Flußgebiet Rhein |
| Beobachter   |             | Katharina Schmalz   | Nr.           |                  |
| Geographische Breite $\varphi$   | = 49° 59' N | Höhe des Geländes bei der Hütte über Normal-Null H <sub>1</sub> | = 109 m       |                  |
| Geographische Länge $\lambda$  | = 7° 57' E  | Höhe des Barometers über Normal-Null H <sub>2</sub>             | = — m         |                  |
| Alle Zeitangaben nach Mitteleuropäischer Zeit, (M. E. Z.)! 08.06.45  |             |   |               |                  |
| Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um 7 h 28 m, II um 14 h 28 m, III um 21 h 28 m M. E. Z. 08.06.45 |             |   |               |                  |

Frauen hielten den Beobachtungsdienst aufrecht (April bis Oktober 1945)

## 1946-1952: Deutscher Wetterdienst in der US-Zone

| Klimabezirk West  |             | Reichswetterdienst  |            |                  |
|---|-------------|---|------------|------------------|
| Monatstabelle für meteorologische Stationen II. Ordnung   |             |   |            |                  |
| Station   | Geisenheim  | Monat   | November   | 19 46            |
| Kreis (Bez.-Amt, Amtshauptstadt)  | Rheingau    | Provinz (Land)  | Gr. Hessen | Flußgebiet Rhein |
| Beobachter  |             | Deutscher Wetterdienst in der US-Zone                           | Nr.        |                  |
| Agrarmeteorologische Versuchsstation  |             | GEISENHEIM  |            |                  |
| Geographische Breite $\varphi$  | = 49° 59' N | Höhe des Geländes bei der Hütte über Normal-Null H <sub>1</sub> | = 109 m    |                  |
| Geographische Länge $\lambda$   | = 7° 57' E  | Höhe des Barometers über Normal-Null H <sub>2</sub>             | = — m      |                  |
| Alle Zeitangaben nach Mitteleuropäischer Zeit, (M. E. Z.)!  |             |   |            |                  |
| Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um 7 h 28 m, II um 14 h 28 m, III um 21 h 28 m M. E. Z. |             |   |            |                  |

Deutscher Wetterdienst in der US-Zone

Ergänzende Bemerkungen zu den einzelnen Tagen (mit Datum!) über Witterungsverhältnisse, Saat- und Erntezeiten sowie phänologische Beobachtungen.

\*) Aus Mangel an Bodenleuchtungsmittelel werden die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte zum 10. Termin vor Einbruch der Dunkelheit abgelesen und das Registrierungsgerät am 21.28 ergänzt.

**Batterien waren Mangelware (April 1946)**

Wassergehalt des Bodens in %, bezogen auf das Gewicht des ganz trockenen Bodens.

|                      |  |      |      |       |       |       |
|----------------------|--|------|------|-------|-------|-------|
| Station:             |  | 2.8. | 9.8. | 16.8. | 23.8. | 30.8. |
| Loosboden 10cm Tiefe |  | 16.5 | 20.1 | 15.9  | 24.3  | 18.2  |
| " 50 " "             |  | 13.6 | 15.1 | 17.8  | 17.1  | 16.6  |
| Schotterboden 10 " " |  | 9.4  | 14.6 | 13.8  | 16.2  | 10.0  |
| " 50 " "             |  | 13.4 | 11.7 | 14.2  | 12.1  | 12.0  |

Agrarmeteorologische  
Versuchs- und  
Beratungsstelle  
Geisenheim

**Messungen der Bodenfeuchte im August 1948**

**1952-heute: Deutscher Wetterdienst**

Geisenheim

Deutscher Wetterdienst

**Monatstabelle für Klimahauptstationen**

---

Station Geisenheim Monat Januar 19 66

Kreis Rheingau Reg.-Bez. Wiesbaden Land Hessen Flußgebiet Rhein

Beobachter Eisenberg, Kimpel Hollerith-Kennziffer 2240

Geographische Breite  $\varphi = 49^{\circ} 59' N$  Höhe des Geländes bei der Hütte über Normal-Null  $H_1 = 109.0$  m

Geographische Länge  $\lambda = 7^{\circ} 53' E$  Höhe des Barometers über Normal-Null  $H_2 = 107.5$  m

Entfernung der weitesten Sichtmarke = 41 km

Alle Zeitangaben nach gesetzlicher Zeit!

Die Beobachtungen wurden ausgeführt zu den Terminen I um 7 \* 28 ", II um 14 \* 28 ", III um 21 \* 28 " MEZ

**Aus der meteorologischen Station II. Ordnung wird die Klimahauptstation**

Deutscher Wetterdienst

FW Station: GEISENHEIM (AHF) 109 APRIL 1978 2240

| Luftdruck<br>in Zehntel mm Hg<br>auf 0° C und Normaldruck reduziert |       |       |                  | Temperatur-Extreme<br>in Zehntel °C |            |                      |                         | Trockenes Thermometer<br>in Zehntel °C |     |     |                  | Feuchtes Thermometer<br>in Zehntel °C<br>Bei Eis am Thermometer E |     |     |                  | Dampfdruck<br>in Zehntel mm Hg |     |     |                  | Relative Feuchtigkeit<br>in % |    |     |                  |
|---|-------|-------|------------------|-------------------------------------|------------|----------------------|-------------------------|--|-----|-----|------------------|---|-----|-----|------------------|--------------------------------|-----|-----|------------------|-------------------------------|----|-----|------------------|
| I   | II    | III   | Tages-<br>mittel | II<br>Min.                          | II<br>Max. | Tages-<br>schwankung | I<br>Max.<br>II<br>Min. | I                                      | II  | III | Tages-<br>mittel | I   | II  | III | Tages-<br>mittel | I                              | II  | III | Tages-<br>mittel | I                             | II | III | Tages-<br>mittel |
| 9930  | 9984  | 9900  | 9911             | 152                                 | 56         | 96                   | 44                      | 66                                     | 152 | 92  | 100              | 60  | 99  | 72  | 76               | 90                             | 87  | 88  | 88               | 92                            | 50 | 76  | 73               |
| 9891  | 9891  | 9920  | 9901             | 175                                 | 62         | 114                  | 43                      | 74                                     | 174 | 122 | 123              | 66  | 128 | 96  | 96               | 92                             | 118 | 102 | 104              | 96                            | 59 | 72  | 74               |
| 9947  | 9948  | 9959  | 9951             | 154                                 | 84         | 70                   | 62                      | 92                                     | 137 | 103 | 109              | 75  | 98  | 77  | 82               | 93                             | 95  | 88  | 92               | 79                            | 61 | 70  | 70               |
| 9972  | 9980  | 9991  | 9981             | 137                                 | 80         | 57                   | 54                      | 90                                     | 123 | 100 | 103              | 77  | 91  | 72  | 78               | 97                             | 94  | 63  | 91               | 84                            | 66 | 68  | 73               |
| 10008   | 10034 | 10050 | 10031            | 102                                 | 59         | 43                   | 73                      | 82                                     | 78  | 59  | 70               | 64  | 53  | 34  | 46               | 84                             | 72  | 61  | 73               | 77                            | 68 | 66  | 71               |
| 10084   | 10066 | 10080 | 10077            | 100                                 | 10         | 90                   | -16                     | 32                                     | 96  | 37  | 50               | 11  | 33  | 3   | 12               | 52                             | 35  | 40  | 42               | 68                            | 30 | 50  | 49               |
| 10059   | 10007 | 9986  | 10017            | 140                                 | 7          | 133                  | -11                     | 24                                     | 136 | 92  | 61               | -6  | 53  | 33  | 28               | 39                             | 34  | 45  | 39               | 53                            | 22 | 41  | 39               |
| 9979  | 9960  | 9960  | 9967             | 158                                 | 24         | 134                  | -1                      | 40                                     | 150 | 90  | 92               | 13  | 60  | 46  | 44               | 49                             | 46  | 56  | 50               | 61                            | 27 | 49  | 45               |
| 9986  | 9950  | 9932  | 9949             | 159                                 | 28         | 131                  | 9                       | 44                                     | 148 | 82  | 89               | 32  | 84  | 50  | 54               | 69                             | 68  | 66  | 68               | 82                            | 40 | 61  | 61               |
| 9922  | 9915  | 9910  | 9915             | 116                                 | 28         | 88                   | 21                      | 58                                     | 103 | 60  | 70               | 49  | 82  | 41  | 53               | 81                             | 95  | 69  | 82               | 86                            | 76 | 74  | 79               |
| 9976  | 9965  | 9969  | 9970             | 139                                 | 44         | 96                   | 28                      | 60                                     | 130 | 83  | 89               | 44  | 79  | 52  | 57               | 75                             | 74  | 70  | 73               | 77                            | 50 | 63  | 63               |

**Seit April 1978 gibt es nur noch elektronische Monatstabellen**

ZCZC  
SXXX EDZW 010000 2006/12/01  
AAXX 01001  
10628 43/50 /0502 10069 20053 30170 40317 56013 60001  
333 55000 55300 91104 91203  
555 00055 1000/ 22021 2401 26025 91004 91104 91203 BOT 10062 20071 30079  
40092 50105 80000 100000=  
NNNN

**erste Synopmeldung der AMDA II am 1. Dezember 2006**

## 125 Jahre Klimabeobachtungen in Geisenheim

Hans-Helmut Schmitt, Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim

Seit dem 1. Juli 1884 wird in Geisenheim das Wetter ununterbrochen beobachtet. Mit seiner 125-jährigen Messreihe zählt Geisenheim damit zu den Wetterstationen in Deutschland, für die am längsten Beobachtungen vorliegen. Bezogen auf die deutschen Weinbauregionen nimmt Geisenheim sogar eine Ausnahmestellung ein.

Die zurückliegenden Daten sind für sich genommen schon eine Fundgrube, weil sie neben den vieljährigen Durchschnittswerten auch Extremereignisse enthalten und damit die ganze Spanne der Wetterereignisse wiedergeben. In Verbindung mit Diskussionen rund um die Klimaänderung geben sie aber auch wichtige Fingerzeige, was in der Region schon passiert ist und welche Trends sich aufzeigen.

### Temperatur

Das Klima in Geisenheim ist gekennzeichnet durch überwiegend milde Winter und nur mäßig warme Sommer. Über die 125 Jahre gesehen beträgt die Jahresmitteltemperatur 9,9 °C. Doch gibt es erhebliche Streuungen zwischen den einzelnen Jahren, wie die Abb. 1 zeigt. Die kalten Jahre zu Beginn des Beobachtungszeitraums könnte man noch auf die Spätfolgen des Krakatau-Vulkanausbruchs im August 1883 zurückführen. Durch die Massen an Staubteilchen, die in die Atmosphäre gelangten, wurde ein Teil der Sonnenstrahlen absorbiert und es dauerte einige Jahre, bis diese Partikel wieder aus der Atmosphäre abgesunken waren. Dokumentiert sind Rückgänge der Durchschnittstemperatur um 0,5 bis 0,8 Grad mit ungewöhnlich kühlen, verregneten Sommern und katastrophalen Missernten. Doch auch spätere kalte Jahre wie 1908, 1922, 1924, 1940 - 1942, 1956 und 1963 zeigen, wie breit die Streuung ist. Absolut kältestes Jahr war 1940 mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,3 °C, das wärmste 1994 (11,6 °C), dicht gefolgt von 2007 (11,5 °C).

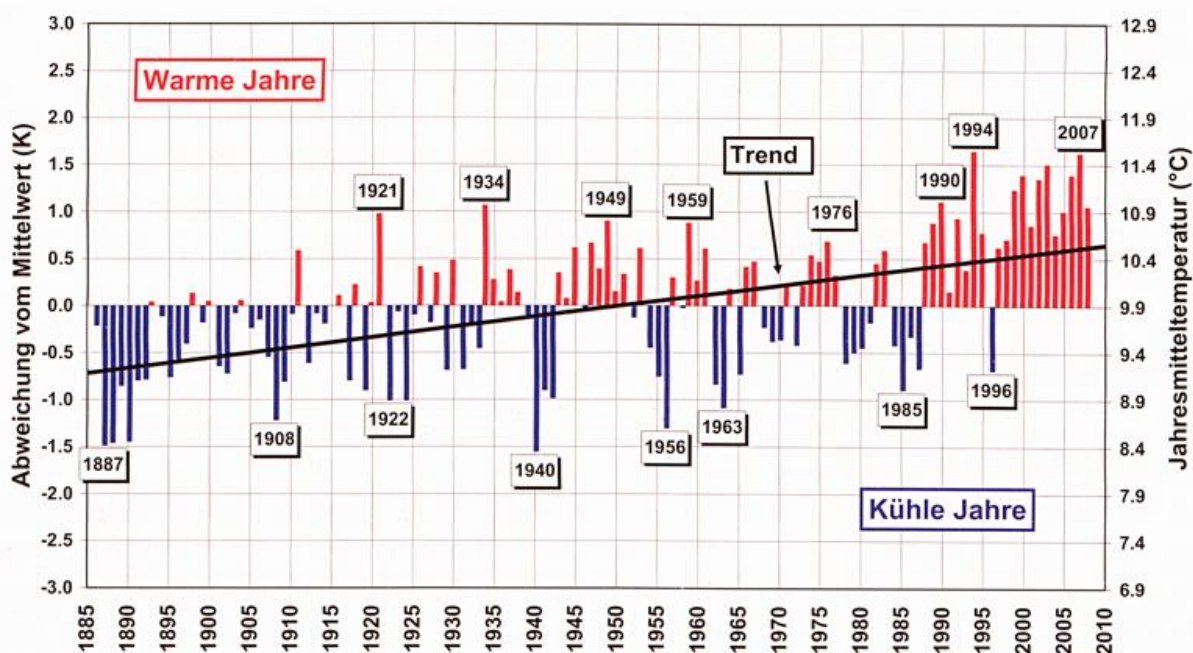


Abb. 1: Jahresmittel der Lufttemperatur in Geisenheim 1885 - 2008

Auffällig ist der Trend zu höheren Temperaturen seit Ende der 1980er Jahre. Zwar gab es auch schon vorher sehr warme Jahre – 1921, 1934, 1949, 1959 oder 1976 zählen dazu – Winzer verbuchen sie durchweg als sehr gute Weinjahre. Doch was sich in den letzten 20 Jahren getan hat, kann nicht mehr als übliche Streuung angesehen werden.

### Niederschlag

Ein ähnlich deutlicher Trend ist beim Niederschlag nicht zu erkennen. Die Abb. 2 mit der Darstellung der Jahresniederschlagssummen zeigt allerdings sehr großen Schwankungen um den Mittelwert von 530 mm. Mit diesem Mittelwert zählt Geisenheim zu den Trockenregionen Deutschlands, das als Flächenmittel eine Niederschlagssumme von 782 mm aufweist.

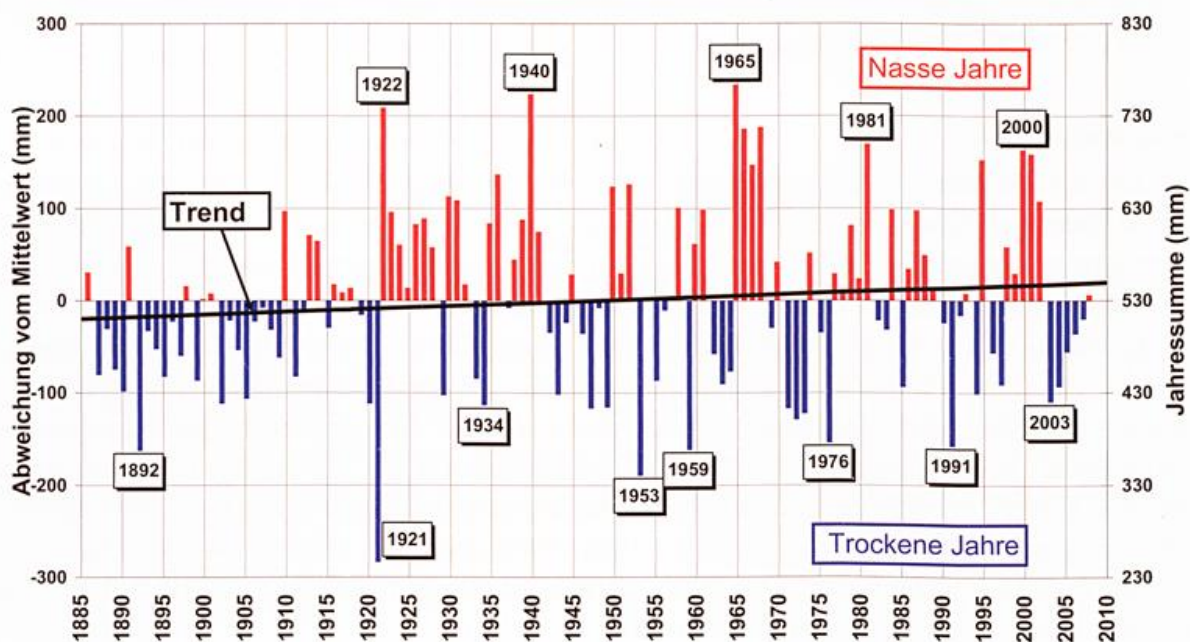


Abb. 2: Jahressummen des Niederschlags in Geisenheim 1885 - 2008

Extreme Trockenjahre waren 1921 (mit nur 246 mm), 1953, 1959, 1976 und 1991. Dagegen war das Jahr 2003 (420 mm), das noch wegen seines „Jahrhundert-/tausendsommers“ in Erinnerung geblieben ist, fast schon „normal“. Um die Auswirkungen auf die Vegetation zu betrachten, muss allerdings der Beobachtungszeitraum verkürzt werden – dazu später mehr bei der Betrachtung der Jahreszeiten bzw. der Vegetationsperiode.

Noch ein Blick auf die nassen Jahre: Dazu zählen 1922, 1940 sowie die Jahre von 1965 (Rekordhalter mit 763 mm) bis 1968, 1981, 2000 und 2001.

### Sonnenscheindauer

Mit den Messungen der Sonnenscheindauer wurde erst 1890 begonnen. Damit fehlen leider die „Kakatau-Folgejahre“. Eine andere Form der Luftverschmutzung lässt sich allerdings doch nachweisen, wenn man den Trend nicht linear als einfache Gerade, sondern als Kurve darstellt, die sich näher an die Extreme nähert (Abb. 3): Danach waren die 1950er und 1960er Jahre die trübsten der Geisenheimer Wettergeschichte – mit bedingt durch die zunehmende Luftverschmutzung. Erst nach entsprechenden gesetzlichen Vorgaben wurde die Luft wieder sauberer und der Trend weist wieder nach oben. Dieser Trend wird natürlich besonders verstärkt durch das Ausnahmejahr 2003, in dem die Sonne 2191 Stunden schien.

Wie schon bei den Temperaturen finden sich auch unter den sonnenscheinreichsten Jahren sehr gute Weinjahre: 1893, 1921, 1947, 1949, 1976 und natürlich 2003 zählen dazu. Ein sehr trübes Jahr war 1912, das mit nur 1265 Sonnenstunden den Negativrekord hält. Insgesamt liegt der vieljährige Durchschnittswert bei 1647 Stunden.

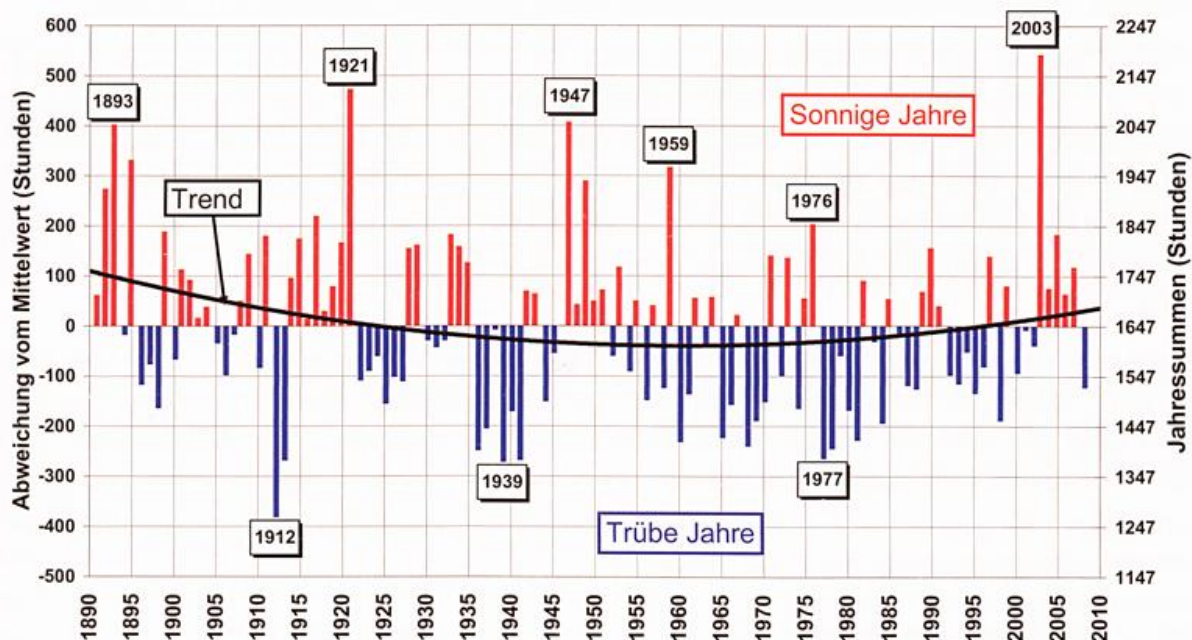


Abb. 3: Jahressummen der Sonnenscheindauer in Geisenheim 1890 - 2008

### Extreme

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Wetterelemente hinsichtlich ihrer Durchschnittswerte wie auch der Extreme gibt die Tabelle 1. Sie zeigt beispielsweise die in Geisenheim bisher erreichte Temperaturamplitude von 62,2 Grad (absoluter Tiefstwert  $-23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Januar 1940 und absoluter Höchstwert  $38,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  im August 1892), weist aber auch die extrem kalten Monate aus: Im Kriegsjahr 1940 lag das Temperaturmittel des Monats Januar bei  $-7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  – fast 9 Grad unter dem Normalwert. In Winzerkreisen noch in „bester“ Erinnerung ist der Februar 1956 mit einer Durchschnittstemperatur von  $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , knapp zehn Grad zu kalt und damit bezüglich der Abweichungen absoluter „Negativ-Rekordhalter“. Für die Winzer war der Februar deswegen besonders verheerend, weil die vorhergehenden Monate relativ mild gewesen waren und die Reben damit weniger frosthart waren als beispielsweise 1940.

Während die deutlich zu kalten Monate lange zurück liegen, wurden die positiven Abweichungen zumeist erst in jüngerer Vergangenheit erreicht: Wärmster Sommermonat war der Juli 2006 mit einem Mittelwert von  $24,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  entsprechend plus 5,8 Grad). Der wärmste Juni fiel ins Jahr 2003 ( $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , plus 4,5 Grad), und auch der wärmste August fiel ins Rekordjahr 2003 ( $23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , plus 5,3 Grad).

So verwundert es auch nicht, dass der Sommer 2003 absoluter Rekordhalter wurde. Die drei meteorologischen Sommermonate Juni, Juli und August ergaben zusammen eine Mitteltemperatur von  $21,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  und damit 3,9 Grad über dem Durchschnittswert. Die nächsten Plätze auf der Rangliste nehmen die Jahre 1947 ( $21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 1994 ( $20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 1983 ( $20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), 1976 ( $20,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) und 1959 ( $19,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ein.

Bei den kältesten Wintern (hier werden die Monate Dezember, Januar und Februar zusammengefasst) steht der Winter 1962/63 (-3,2 °C, 5 Grad zu kalt) unangefochten an der Spitze. Obwohl keiner der Einzelmonate in der Rangliste der zu kalten Monate ganz oben steht, gab es doch in der 125-jährigen Messreihe keine andere Folge mit drei so kalten Monaten hintereinander. Das Jahr 1963 war im Übrigen das letzte, in dem der Rhein zugefroren war.

Weitere extrem kalte Winter waren: 1939/40 (-2,9 °C), 1928/29 (-2,8 °C), und 1946/47 (-2,7 °C). Bemerkenswert am Winter 1928/29 war, dass der Boden ohne schützende Schneedecke bis zu einer Tiefe von 105 cm gefroren war. Der kalte Winter 1946/47 verhinderte übrigens, dass das Jahr 1947 trotz eines sehr langen, heißen und trockenen Sommerhalbjahrs bei der Jahresbilanz nicht weiter vorne stand. Immerhin wurde das Jahr 1947 dasjenige mit der wärmsten Vegetationsperiode (Zeitraum April bis Oktober), noch vor 2006 und 2003.

Sucht man das insgesamt extremste Jahr der 125-jährigen Wettergeschichte, führt kein Weg an 1947 vorbei: So fiel in dieses Jahr nicht nur die heißeste Vegetationsperiode, sondern auch einer der kältesten Winter. Beim Niederschlag war zwar die Vegetationsperiode 1921 noch trockener, doch wegen der höheren Temperaturen lagen auch die Verdunstungsansprüche in 1947 viel höher. Die Folge waren extreme Dürreschäden, die nach der damaligen Literatur „die schlimmsten seit 1540“ waren.

Tab. 1: Mittelwerte und Extreme in Geisenheim aus dem Zeitraum 1884 – 2008

|                                | Jan.  | Febr. | März  | April | Mai   | Juni  | Juli  | Aug.  | Sept. | Okt.  | Nov.  | Dez.  | Jahr   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Mitteltemperatur (°C)</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Mittelwert                     | 1.1   | 2.2   | 5.7   | 9.7   | 14.2  | 17.2  | 18.8  | 18.0  | 14.6  | 9.7   | 5.1   | 2.1   | 9.9    |
| höchster Wert                  | 6.4   | 7.0   | 9.0   | 14.2  | 17.6  | 21.7  | 24.6  | 23.3  | 18.3  | 13.3  | 9.3   | 6.5   | 11.5   |
| Jahr                           | 2007  | 1966  | 1938  | 2007  | 1889  | 2003  | 2006  | 2003  | 1947  | 2006  | 1994  | 1974  | 1994   |
| tiefster Wert                  | -7.7  | -7.5  | 2.2   | 6.1   | 10.6  | 12.9  | 15.4  | 14.8  | 10.2  | 6.1   | 0.6   | -3.9  | 8.3    |
| Jahr                           | 1940  | 1956  | 1958  | 1903  | 1941  | 1923  | 1919  | 1912  | 1912  | 1905  | 1921  | 1890  | 1940   |
| <b>Extremtemperaturen (°C)</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| höchster Wert                  | 15.6  | 18.2  | 25.1  | 30.6  | 34.5  | 37.3  | 37.9  | 38.3  | 35.3  | 27.3  | 19.6  | 17.0  | 38.3   |
| Jahr                           | 1991  | 1990  | 1968  | 1949  | 1922  | 1947  | 1921  | 1892  | 1895  | 1985  | 1899  | 1915  | 1892   |
| tiefster Wert                  | -23.9 | -22.8 | -12.4 | -5.2  | -1.7  | 1.7   | 5.1   | 4.1   | -0.9  | -7.2  | -13.6 | -19.8 | -23.9  |
| Jahr                           | 1940  | 1895  | 1886  | 1986  | 1912  | 1936  | 1888  | 1920  | 1887  | 1887  | 1890  | 1939  | 1940   |
| <b>Niederschlag (mm)</b>       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Mittelwert                     | 37.6  | 33.3  | 35.0  | 35.9  | 47.8  | 55.0  | 56.4  | 52.9  | 43.2  | 45.6  | 43.3  | 44.0  | 529.5  |
| größter Wert                   | 117.2 | 81.8  | 104.4 | 152.0 | 142.0 | 162.0 | 190.0 | 172.0 | 126.0 | 143.0 | 105.0 | 127.1 | 763.0  |
| Jahr                           | 1995  | 2002  | 2001  | 1936  | 1978  | 1891  | 1940  | 1968  | 1922  | 1923  | 1944  | 1993  | 1965   |
| geringster Wert                | 2.0   | 1.0   | 3.0   | 0.0   | 2.0   | 1.0   | 2.0   | 5.0   | 1.0   | 2.0   | 5.0   | 0.0   | 246.0  |
| Jahr                           | 1953  | 1890  | 1953  | 1893  | 1936  | 1962  | 1949  | 1947  | 1959  | 1908  | 1953  | 1890  | 1921   |
| größter Tageswert              | 30.8  | 28.6  | 33.3  | 70.2  | 59.1  | 54.9  | 75.0  | 51.8  | 48.5  | 33.7  | 30.3  | 33.4  | 75.0   |
| Jahr                           | 1941  | 1962  | 1957  | 1936  | 1949  | 1968  | 1999  | 1995  | 1967  | 1901  | 1972  | 1979  | 1999   |
| <b>Sonnenschein (Stunden)</b>  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Mittelwert                     | 46.9  | 77.4  | 129.7 | 173.5 | 217.8 | 221.4 | 228.3 | 212.2 | 157.0 | 97.4  | 48.2  | 36.8  | 1647.2 |
| größter Wert                   | 96.4  | 154.6 | 228.8 | 338.1 | 329.3 | 311.6 | 336.5 | 302.2 | 280.1 | 191.8 | 107.3 | 93.9  | 2190.5 |
| Jahr                           | 1946  | 1891  | 1893  | 1893  | 1989  | 1930  | 1949  | 2003  | 1959  | 1920  | 1989  | 1890  | 2003   |
| geringster Wert                | 9.1   | 32.7  | 56.0  | 76.6  | 97.6  | 119.7 | 141.2 | 78.6  | 74.3  | 31.1  | 11.9  | 9.6   | 1265.2 |
| Jahr                           | 1970  | 1946  | 1937  | 1937  | 1983  | 1956  | 1980  | 1912  | 1995  | 1982  | 1958  | 1920  | 1912   |

## **Vom Fernsprechanagedienst (FAD) zum Wetterfax für die Landwirtschaft**

*Günther Völkel, Gerd Deisenroth, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Kassel*

Im Jahr 1981 begann die Zusammenarbeit zwischen der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle in Geisenheim des Deutschen Wetterdienstes und der Hessischen Agrarverwaltung, um gemeinsam den Fernsprechanagedienst für die Landwirtschaft zu betreiben. Während der Deutsche Wetterdienst den Wetterteil bediente, übernahm die Agrarverwaltung die landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Beratungstexte. Die landwirtschaftlichen Texte wurden hauptsächlich in Kassel, die gartenbaulichen in Darmstadt verfasst. Die zeitnahe Übermittlung der Texte nach Geisenheim konnte aus technischen Gründen nur über ein Fernschreibsystem erfolgen. Dieses stand in der Agrarverwaltung aber nicht zur Verfügung und so mussten die Texte unter Hilfestellung der Polizei von dort im Rahmen der Amtshilfe versendet werden.

Der FAD war über die Rufnummer 01154 zu erreichen, die damals für 0,23 DM ohne Zeitbegrenzung abgehört werden konnte. Er entwickelte sich sehr schnell zu einem aktuellen Beratungsmedium der Agrarmeteorologie und der Landwirtschaft. Die Ansagen des FAD deckten zu der Zeit mit einem Text ganz Hessen ab.

Die Rückkopplung zur landwirtschaftlichen Praxis führte zu der Erkenntnis, dass die Wettervorhersagen und Beratungsempfehlungen des FAD nicht ausreichend regionsspezifisch waren und dem individuellen Beratungsbedarf nicht gerecht wurden. Diese Entwicklung war nicht nur auf Hessen beschränkt.

Deshalb suchte die staatliche Beratung, die Akzeptanz bei den Landwirten durch verbesserte Beratungskonzepte zu erhöhen. Dazu gehörten:

- die Nutzung der Daten aus dezentralen agrarmeteorologischen Messnetzen
- eine stärkere regionalisierte Beratung
- eine aktuelle Beratung unter Berücksichtigung der Witterung
- Nutzung neuer EDV-gestützter Beratungsverfahren

Zusätzlich wurden von den staatlichen landwirtschaftlichen Beratungsorganisationen dezentrale agrarmeteorologische Messnetze eingerichtet. Auch in Hessen wurden entsprechende Forderungen an den Landwirtschaftsminister herangetragen.

Da das Messnetz des Deutschen Wetterdienstes in Hessen mit sieben automatischen Stationen, die zum Teil in extensiv genutzten Regionen lagen oder auch Bergstationen waren, nicht für eine flächendeckende und regionsspezifische landwirtschaftliche Beratung ausreichte, wurden vom Land Hessen von 1991 bis 1994 Kleinwetterstationen angeschafft. Durch Hinzunahme von Stationen anderer Träger befanden sich Ende 1994 zwölf Stationen im Messnetz des Hessischen Landesamtes für Regionalentwicklung und Landwirtschaft in Betrieb.

Aufgrund der guten fachlichen Zusammenarbeit von AMBF Geisenheim und der hessischen staatlichen Landwirtschaftsberatung ergab sich die logische Konsequenz, eine gemeinsame Nutzung der Informationen anzustreben. So wurde bereits 1991 ein gemeinsames Konzept zur Verbesserung der flächendeckenden agrarmeteorologischen Beratung in Hessen erarbeitet. Der für den Wetterdienst zuständige Bundesminister für Verkehr hat diesem Vorhaben

damals eine sehr hohe Priorität eingeräumt, was dann in ein Pilotprojekt „Flächendeckende agrarmeteorologische Beratung“ in Hessen überführt wurde.

#### Ziele des Projektes waren:

- Erarbeitung und Prüfung von Kooperationsmodellen (DWD- Agrar- Beratungsinstitutionen)
- Erarbeitung von Plausibilitätskontrollen und Kontrollmechanismen für Daten von agrarmeteorologischen Kleinwetterstationen
- Einbeziehung der Wetterprognosen in die Beratung für die Anwendung von Produktionsmitteln
- Erprobung und Anpassung bereits entwickelter Beratungsverfahren an regionale Bedingungen
- Schaffung nutzungsfreundlicher Beratungsverfahren
- Prüfung und Anpassung der Beratungs- und Simulationsmodelle auf örtliche Gegebenheiten
- Einführung einer flächendeckenden agrarmeteorologischen Beratung auf Landkreisebene
- Einführung von neuen Beratungsmedien
- Entwicklung von Kooperationsformen für die Nutzung von Wetterdaten für schlagbezogene Simulationsmodelle

Das Pilotprojekt wurde 1995 abgeschlossen und die Ergebnisse stellen auch heute noch die Grundlage für die gemeinsame Zusammenarbeit dar.

#### Preiserhöhung der Telekom war das Aus für den FAD

Als im Jahr 1994 die Telekom den Zeittakt für den telefonischen Ansagedienst drastisch verkürzte und eine Ansage statt 0,23 dann ca. 4,50 DM kosten sollte, wurde nach einer kostengünstigeren Beratungsalternative für Landwirte gesucht. Da Faxgeräte zu diesem Zeitpunkt auch für Privatpersonen und kleinere Unternehmer im Preis erschwinglich wurden, entschlossen sich die Agrarverwaltung und der DWD die agrarmeteorologische Beratung auf ein Faxsystem umzustellen.

Das Wetterfax war geboren. Seit 1994 wird, wie auch in Rheinland-Pfalz seit 1995, das Wetterfax als gemeinsames Beratungsmedium vom Deutschen Wetterdienst und der hessischen Agrarverwaltung herausgegeben. Der Aufbau ist vergleichbar mit Rheinland-Pfalz und wird dort detailliert beschrieben.

Mit 250 Wetterfaxbezieheren konnte der Start in das erste Faxjahr 1994 bereits als Erfolg verbucht werden, obwohl

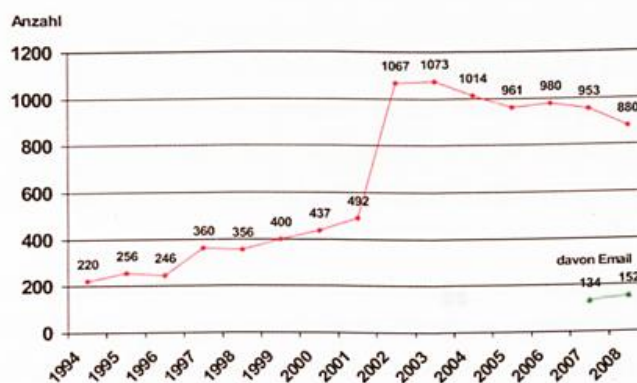


Abb. 1: Entwicklung der Wetterfaxabonnenten 1994 bis 2008



Möglichkeit geschaffen, jederzeit auf den aktuellen Stand der Beratungstexte zugreifen zu können.

Da der Textteil des Wetterfax für die Landwirtschaft im Umfang begrenzt ist, wird in der Saison und bei Bedarf ein ausführlicherer Beratungsteil an das Wetterfax angehängt, der für Nord-, Mittel- und Südhessen angeboten wird.

Die Faxberatung „Wetterfax für die Landwirtschaft“ wurde 1994 als Ablösung zu der Telefonberatung „FAD“ eingeführt. Das Wetterfax hat sich in den 15 Jahren zu einer aktuellen und modernen Angebotsberatung im Bereich des Pflanzenbaues entwickelt und hat bei Landwirten und auch in der Beratung einen hohen Stellenwert eingenommen. Als Informations- und Planungsinstrument wird das Wetterfax auch in Zukunft für den Landwirt ein wichtiges Hilfsmittel darstellen. Nur wenn der Deutsche Wetterdienst und die Agrarverwaltung weiterhin den engen Schulterschluss bewahren und gemeinsam an einem aktuellen pflanzenbaulichen Beratungsinstrument arbeiten, wird sich das Wetterfax auch künftig in der modernen Informationswelt behaupten können.

## WETTERFAX für die LANDWIRTSCHAFT®

Beratung und Wetter für den integrierten Landbau  
herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst Geisenheim  
und dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

am **Sonntag, 03.05.2009**



Region Nordhessen

**Vorhersage:** Etwas kühler und mehr Wolken.

Heute zieht von Nordwesten die Kaltfront eines Nordmeertiefs heran. Sie ersetzt die anfangs noch wetterbestimmende Warmluft durch kühle Nordseeeluft. Damit wird ein kühler und am Dienstag und Mittwoch auch wechselhafter Wetterabschnitt eingeleitet. Ab Donnerstag steigen die Temperaturen wieder an, jedoch steigt ab Freitagabend damit auch die Gewitterneigung. - Am Montag wechseln wolkige und sonnige Abschnitte einander ab. Es bleibt weitgehend trocken. Am Dienstag und Mittwoch überwiegt starke bis wechselnde Bewölkung mit Regen oder Sprühtregen. Ab Donnerstag wird es wieder wärmer und freundlicher. Am Freitagabend können sich aus stärkerer Quellbewölkung vereinzelt Gewitter entwickeln.

**Trend:** Am Wochenende bei zunehmender Schwüle gewittrig.

| Vorhersage tag  |         | Mo.  | Di.    | Mi.    | Do.    | Fr.    |
|---|---------|--|--------|--------|--------|--------|
| vorherrschende Witterung tagsüber   |         |  |        |        |        |        |
| Höchsttemperatur 2 m  | [°C]    | 14   | 13     | 13     | 19     | 21     |
| Tiefsttemperatur 2 m  | [°C]    | 7  | 5      | 8      | 7      | 9      |
| Tiefsttemperatur am Boden   | [°C]    | 4  | 2      | 6      | 7      | 7      |
| Sonnenscheindauer   | [Std]   | 5  | 1      | 5      | 8      | 9      |
| Niederschlag  | [mm]    | 0  | 0 - 5  | 5 - 10 | 0 - 2  | 0      |
| Wahrscheinlichkeit > 0 mm seit Jahresbeginn                                   | [%]     | 70   | 75     | 85     | 50     | 55     |
|   |         | 196 mm = 102 % des vieljährigen Mittelwertes |        |        |        |        |
| Bodentemperatur in 5 cm Tiefe   | [°C]    | 12   | 10     | 12     | 14     | 16     |
| Bodenfeuchte (mittelschwerer Boden) Gras (0 - 60 cm)                          | [% nFk] | 72   | 71     | 75     | 74     | 72     |
| Potenzielle Verdunstung   | [mm]    | 3  | 2      | 4      | 4      | 5      |
| Flugintensität Kohlschotenrüssler   |         | 0.0  | 0.0    | 0.1    | 0.6    | 1.0    |
| EW = Ende Winterruhe, BF = Befallsflugbeginn, Flugintensität zwischen 0 und 1 |         |  |        |        |        |        |
| Grünland Ertragszunahme   | [dt/ha] | 1  | 1      | 1      | 2      | 2      |
| Rohfasergehalt  | [% TM]  | 17   | 17     | 17     | 18     | 18     |
| Rohproteingehalt  | [% TM]  | 25   | 25     | 25     | 24     | 24     |
| Wind - Richtung/  | morgens | NW / 5                                       | S / 2  | SW / 3 | S / 2  | S / 2  |
| Geschwindigkeit [m/s]   | mittags | NW / 6                                       | S / 4  | W / 4  | SW / 4 | S / 3  |
|   | abends  | NW / 3                                       | SW / 3 | W / 3  | SW / 3 | SW / 2 |

Landwirtschaftliche Hinweise des LLH Griesheim

Info-Veranstaltung zur Umstellung auf den Ökologischen Landbau am 7. Mai 2009

Anlässlich seines 25. Jährigen Firmenjubiläums hat Alnatura eine Zukunftsinitiative „Für mehr Bio-Bauern“ gestartet. Am 15. April 2009 fand auf der hessischen Staatsdomäne Gut Marienborn die erste Infoveranstaltung für umstellungsinteressierte Landwirte statt. Auf dem Hofgut Habitzheim ist am Donnerstag, 7. Mai ab 14 Uhr ein zweiter Termin angesetzt, wo interessierte Landwirte kompetent über Bio-Landbau informiert werden. Dr. Felix Löwenstein bewirtschaftet diesen ca. 140 ha großen viehlosen Marktfruchtbetrieb bei Otzberg mit den Schwerpunkten Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Körnerleguminosen und Kräuteranbau. Unterstützt wird die Initiative von den Anbauverbänden Bioland, Demeter und Naturland sowie dem hessischen Bauernverband. Ein Mitglied des Öko Teams Hessen im Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) wird die verschiedenen Beratungsangebote nicht nur für Umsteller vorstellen. Wer eine Förderung im Rahmen des Hessischen Integrierten Agrarumweltprogrammes (HIAP) bekommen möchte, muss die Öko-Variante bis 15. Mai beantragen. Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos.

Anmeldungen bitte an: Dr. Klaus-Peter Wilbois, Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland e.V. in Frankfurt/Main; Tel: 069-7137699-76 Fax: -71 37 699-9

Abb. 4: Wetterfax für die Landwirtschaft – Hessen

## Wetterfax als innovatives Beratungsinstrument für die Landwirtschaft

Michael Spieles, Ulrich Nöth, Erich Jörg

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach

Das "Wetterfax für die Landwirtschaft" ist ein Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und der Staatlichen Landwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz. Seit 1995 wird dieser besonders aktuelle Informationsdienst für rheinland-pfälzische Landwirte angeboten. Die Landwirtschaft wird einerseits auf vielfältige Weise von Klima, Witterung und Wettergeschehen beeinflusst, so dass die Kenntnis fundierter Wetterprognosen für die Planung von Betriebsabläufen und Entwicklung betriebsinterner Strategien grundsätzlich unverzichtbar ist. Darüber hinaus sind in Zeiten steten Wandels auch Landwirte zunehmend auf Spezialinformationen landwirtschaftlichen, fachjuristischen oder betriebswirtschaftlichen Inhalts angewiesen, deren Anwendung bzw. Umsetzung oftmals zeitnah zur Entwicklung auf dem Feld bzw. in Übereinstimmung mit fachrechtlichen Regelungen erfolgen muss. Diesem Gesamtkomplex an Informationsbedürfnis trägt das „Wetterfax für die Landwirtschaft“ Rechnung. Es besteht aus 3 Komponenten:

1. Allgemeine Wettervorhersagen für die kommenden 5 Tage
2. Detaillierte Angaben zu *meteorologischen Witterungsparametern* für jeden Vorhersagetag sowie spezielle agrarmeteorologische Berechnungen und Prognosen auf Basis von Wetterstationsdaten aus den jeweiligen Regionen
3. Hinweise und Empfehlungen der staatlichen Pflanzenbau- und Pflanzenschutzberatung Rheinland-Pfalz

Die agrarmeteorologischen Komponenten 1 und 2 werden vom Deutschen Wetterdienst in Geisenheim erstellt, wobei für spezielle Berechnungen auch Daten des agrarmeteorologischen Messnetzes Rheinland-Pfalz verwendet werden. Von den angebotenen *Witterungsparametern* sind Umfragen zufolge Niederschlag, Windgeschwindigkeit und -richtung, Bodentemperatur und Sonnenscheindauer von besonderem Interesse für den Landwirt. Zu den angebotenen *agrarmeteorologischen Beratungsparametern* gehören Kornfeuchte, Blattbenetzung, erwartete Ammoniakverluste, Grünland-Ertragszunahme sowie Befallsprognosen unterstützende Hinweise zu Schadorganismen bei Kartoffeln und Raps. Es wird z.B. darauf hingewiesen, ob und ggf. wann zusätzliche Bestandskontrollen auf Schadpilze und -insekten erforderlich sind. Das Angebot dieser Kenngrößen orientiert sich dabei zum einen an ihrer Relevanz im Verlauf der Vegetationsperiode sowie zum andern an den regionsspezifischen Anbaubedingungen mit ihren entsprechend angepassten Kulturen und Betriebsformen. So

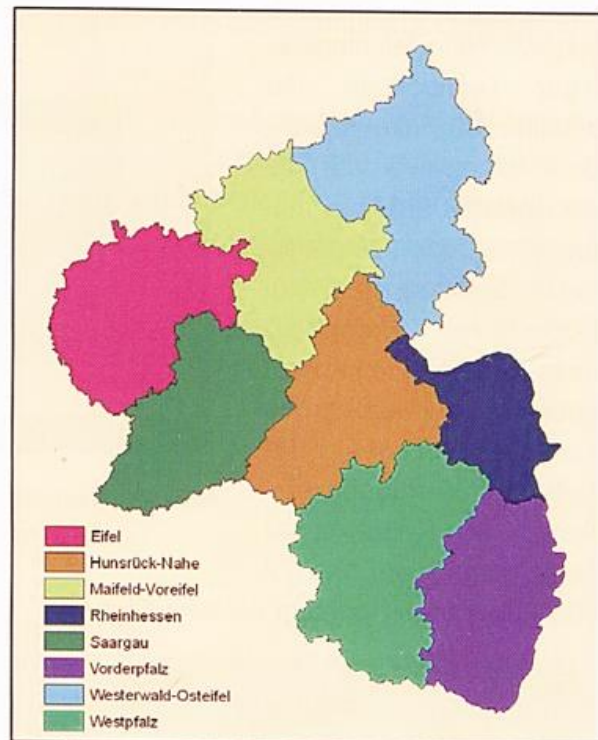


Abb. 1: Die acht Wetterfaxregionen in Rheinland-Pfalz

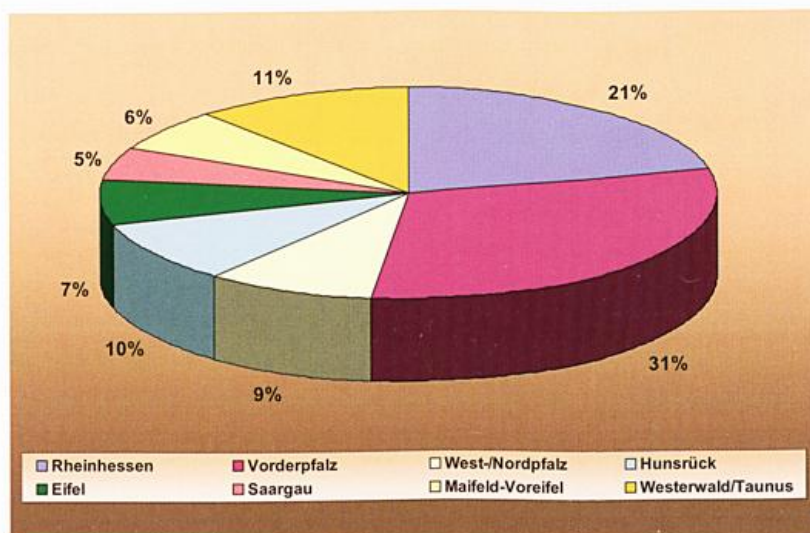
sind Informationen zur Grünlandentwicklung in der Region Eifel von besonderer Bedeutung, während z.B. an gleicher Stelle das Wetterfax für die Vorderpfalz Informationen zur Krankheitsentwicklung bei Frühkartoffeln prognostiziert.

Die landwirtschaftlichen Fachinformationen (Komponente 3) werden von den Pflanzenbau- und Pflanzenschutzberatern mit Dienstsitz an den jeweiligen Dienstleistungszentren zur Verfügung gestellt und zwar unter besonderer Berücksichtigung der jeweils aktuellen pflanzenbaulichen und phytosanitären Lage auf den Feldern. Zunehmende Bedeutung erlangen Beratungshinweise, welche die fachrechtlichen Belange der Pflanzenproduktion betreffen. Als Stichwort sei hier Cross-compliance erwähnt. Ergebnisse aus der Überwachung landwirtschaftlicher Kulturen sowie neue Erkenntnisse und Vorgaben können so rasch in die Praxis transferiert werden. Somit stellt das Wetterfax aufgrund der kurzen Zeitabstände zwischen Datenerhebung und -publikation neben seiner Funktion als Übermittler aktueller meteorologischer Informationen auch ein ausgezeichnetes Beratungsinstrument dar. Bei Bedarf können auf diesem Weg auch kurzfristige Terminhinweise auf regionale Veranstaltungen mit landwirtschaftlichen Themenschwerpunkten publiziert werden.

### Technische Umsetzung

Die einzelnen Komponenten des Faxes werden bei der Außenstelle des DWD in Geisenheim zu einem A4-seitigen Informationsblatt zusammengestellt und dann via eMail zum Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück (DLR RNH) in Bad Kreuznach versendet. Der Versand startet automatisch, sobald die aktuellen Faxinformationen das Rechner-Netzwerk des Dienstleistungszentrums erreichen.

Der Versand erfolgt während der Vegetationsperiode dreimal wöchentlich. Mit Hilfe leistungsfähiger Technologie, die simultan 30 Faxe versenden kann, werden die Abonnenten am Nachmittag eines jeden Versandtages (Sonntag, Dienstag, Donnerstag) beliefert, so dass ihnen die Informationen für die Planung des kommenden Tages rechtzeitig zur Verfügung stehen. In der Regel dauert der Versand an die gut 800 Abonnenten weniger als eine Stunde.



**Abb. 2: Verteilung der rheinland-pfälzischen Wetterfax-Abonnenten nach Regionen 2008 (858 gesamt)**

Aufgrund der unterschiedlichen Naturräume ist Rheinland-Pfalz in 8 Wetterfax-Vorhersageregionen eingeteilt (Abb. 1). Dadurch und durch den dreimaligen Versand pro Woche ist es möglich, dem Abonnenten zeitnah und in geografisch hoher Auflösung detaillierte und aktuelle Informationen an die Hand zu geben. Die größte Verbreitung weist das Wetterfax in Rheinland-Pfalz in den ackerbaulichen Intensivregionen der Vorderpfalz und Rheinhesens

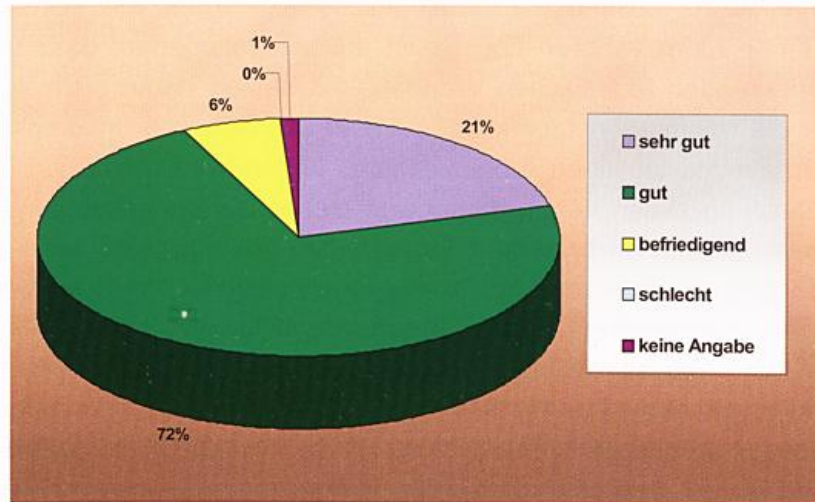
auf. 50 % der Abonnenten wirtschaften in diesen Regionen (Abb. 2). Umfragen, die in den letzten Jahren wiederholt durchgeführt wurden, bezeugten regelmäßig die Zufriedenheit der Abonnenten mit den Inhalten des Wetterfaxes (Abb. 3).

Der Preis für das Wetterfax wurde in den letzten Jahren stabil gehalten und beläuft sich derzeit für ein Ganzjahres-Wetterfax auf 100 Euro p.a. Es ist aber auch möglich, kürzere Bezugszeiten mit entsprechend geringeren Gebühren zu wählen (z.B. ein Vegetationsfax, das nur in den Monaten März bis August zugesandt wird).

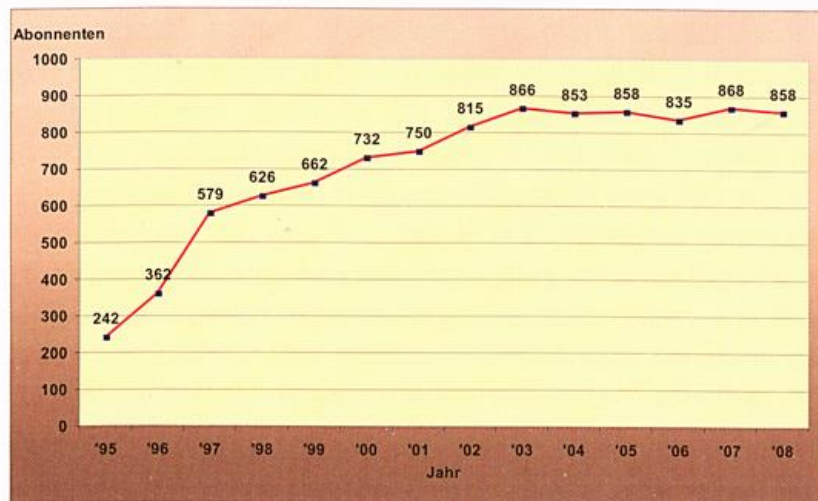
Seit der Einführung des Wetterfaxes 1995 ist die Abonnentenzahl kontinuierlich gestiegen (Abb. 4). Bedenkt man, dass in den Anfangszeiten die Anschaffung eines Faxgerätes teilweise noch einer Förderung bedurfte, so ist es heute im landwirtschaftlichen Betrieb

ein nahezu unverzichtbares und deshalb auch sehr verbreitetes Kommunikationsmedium geworden. Derzeit werden, wie bereits erwähnt, über 800 Kunden beliefert, wobei diese Zahl seit fast 6 Jahren konstant ist. Vor dem Hintergrund rückläufiger Zahlen landwirtschaftlicher Betriebe in Rheinland-Pfalz zeugt auch dies von der hohen Qualität und Akzeptanz des „Wetterfax für die Landwirtschaft“.

Das „Wetterfax für die Landwirtschaft“ als kombiniertes Angebot aktueller und spezifischer meteorologischer und landwirtschaftlicher Informationen hat sich in den letzten Jahren zu einer festen Komponente der rheinland-pfälzischen Pflanzenbauberatung entwickelt und etabliert. Auch in Zeiten von Internet und eMail, den papierfreien Verbreitungsmedien des geschriebenen Wortes, hat das Wetterfax nichts von seiner Bedeutung eingebüßt. Man kann sogar feststellen, dass in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre, in denen der Siegeszug der computergestützten Informationstechnologien ungebremsfortschritt, die Wetterfax-



**Abb. 3: Ergebnis einer Umfrage bei den rheinland-pfälzischen Wetterfax-Abonnenten aus dem Jahr 2005: „Wie beurteilen Sie den Gesamteindruck des „Wetterfax für die Landwirtschaft“? (n=262)**



**Abb. 4: Entwicklung der Abonnentenzahl „Wetterfax für die Landwirtschaft“ 1995 – 2008 in Rheinland-Pfalz**

nachfrage die höchsten Zuwachsraten erfuhr. Im Gegensatz zu diesen Medien, bei denen der Landwirt selbst aktiv nach Informationen via Internet bzw. eMail suchen muss, kann beim Faxversand zum gegebenen Zeitpunkt das gedruckte Blatt Papier - by the way - aus dem Gerät entnommen werden.

Diese schnelle und unkomplizierte Verfügbarkeit der Wetterfaxinformationen lässt den Schluss zu, dass das Produkt „Wetterfax“ nichts von seinem innovativen Charakter der 1990er Jahre verloren hat. Es ist davon auszugehen, dass trotz des unbestreitbar voranschreitenden technischen Wandels, mit seinen heute nicht vorhersehbaren Entwicklungen für die Informationstechnologie, dieser schnelle und unkomplizierte Informationstransfer innerhalb des täglichen Arbeitsablaufes im landwirtschaftlichen Betrieb auch in den nächsten Jahren noch den hohen Stellenwert dieses Beratungsmediums für die Landwirte wesentlich mitbestimmen wird.

## **Klimawandel und Witterungsextreme im Spannungsfeld der pflanzenbaulichen Beratung**

*Werner Buchner, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bonn*

Vor dem Hintergrund des sich abzeichnenden Klimawandels und angesichts sich verschärfender Engpässe im Bereich der Nahrungsmittel- und Energieversorgung richtet sich das Augenmerk der Pflanzenproduzenten verstärkt auf die vermehrte Erzeugung hochwertiger Biomasse und eine damit einhergehende Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre. Zugleich sind aber die Prozesse des gegenwärtigen Witterungsgeschehens, namentlich im Hinblick auf die zunehmende Ausprägung von Extremereignissen, kritisch zu analysieren und in das Betriebsmanagement der kommenden Jahre und Jahrzehnte einzubeziehen.

Schließlich wird nur selten auf die Entkoppelung bisher synchronisierter Entwicklungsvorgänge verwiesen: die Prozesse der Photoperiodik, einhergehend mit dem täglichen Wandel des Kurz- und Langtagsgeschehens bleiben auf unabsehbare Zeit – in erdgeschichtlichen Dimensionen gesehen – unverändert. Das Strahlungs- und Temperaturklima der Erde ist hingegen einem steten Wandel unterworfen. Die klassischen Feldfrüchte, insbesondere die Getreidearten, sind in den gemäßigten Breiten der nördlichen Hemisphäre auf eine Winterruhe und die Induktion der generativen, reproduktiven Entwicklung durch den Vernalisationsprozess ausgerichtet. Inzwischen ist jedoch die winterliche Ruhephase durch eine zunehmende Zahl frostfreier Tage und eine sich im gleichen Umfang erweiternde Vegetationszeit geprägt. An die Pflanzenzüchtung werden damit neue Herausforderungen bezüglich der Anpassung des Vegetationsrhythmus der Feldfruchtarten an den langfristigen Klimawandel, vordringlicher aber an den raschen Wechsel des Witterungsgeschehens gestellt.

### **Kleinräumige Niederschlagsvarianz erfordert Bodenfeuchtemanagement**

Wie aus den Abbildungen 1 und 2 hervorgeht (Station Bad Salzuflen im Lee des Teutoburger Waldes), haben die Niederschläge in den letzten fast 50 Jahren von knapp 800 mm auf etwa 870 mm zugenommen. Dabei schwanken die Regenereignisse in klassischen trockenen Jahren von weniger als 600 mm bis auf über 1.100 mm in ausgeprägt feuchten Vegetationsperioden. Für die Jahresmitteltemperaturen ist im gleichen Zeitraum ein Anstieg von 8,8 °C auf knapp 10 °C zu verzeichnen. Auch hier sind Extremjahre mit weniger als 8 °C bzw. fast 11 °C im Durchschnitt des Jahres erfasst worden. Vergleicht man diese Station mit der 60 km südlich im Anströmbereich des Teutoburger Waldes gelegenen Messstelle Bad Lippspringe (Abb. 3 und 4), stellt man dort eine Zunahme der Tagesmitteltemperaturen von 8,6 °C auf nahezu 10 °C bei ähnlichen Schwankungen um nahezu 3 Grad fest. Zugleich hat aber die Jahressumme der Niederschläge, dargestellt in linearer Kausalität, von 890 mm auf über 970 mm zugenommen. Abweichungen von weit über 100 % in Einzeljahren gehen damit einher. Bei statistischer Prüfung der Daten wird man aber feststellen, dass die Signifikanz des Trends wegen der großen jährlichen Abweichungen sehr gering ist. So weist eine Auswertung des Zeitraumes von 1995 bis 2007 für den gleichen Standort eine Abnahme der Niederschläge von nahezu 1000 mm auf 850 mm Regen aus, die statistische Sicherheit dieses Trends strebt aber gegen Null.

Die ausgeprägte ackerbauliche Bewirtschaftung dieses Naturraumes erfordert insoweit in der Beratung, insbesondere im Hinblick auf das stark schwankende und in der Öffentlichkeit häufig spektakulär bewertete Niederschlagsdargebot gezielte, auf den mittelfristig geplanten Fruchtfolgeverlauf ausgerichtete Empfehlungen.

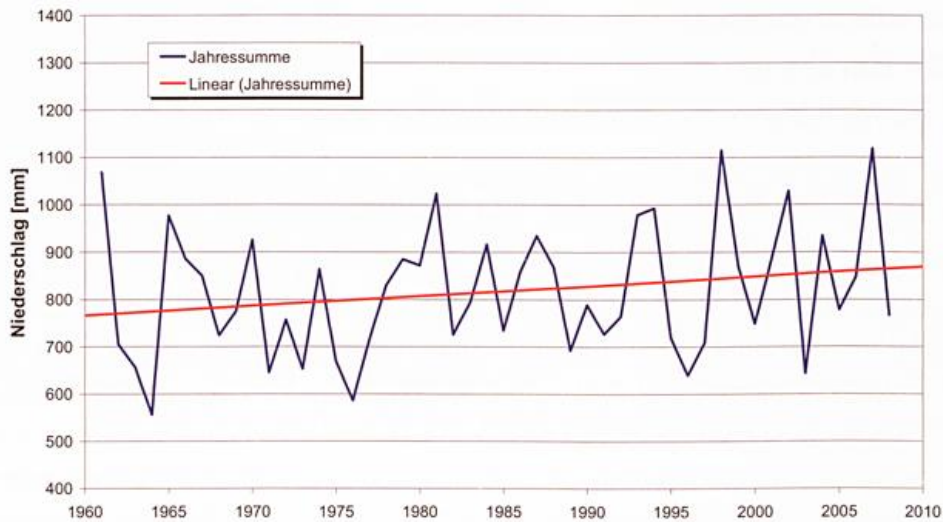


Abb. 1: Jahressumme Niederschlag Bad Salzuflen 1961 – 2008 (Quelle DWD)

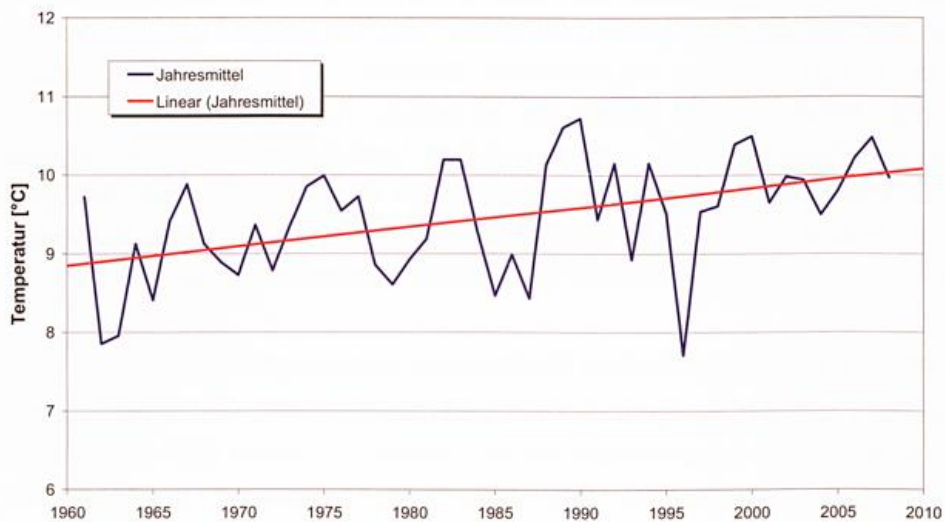


Abb. 2: Jahresmitteltemperatur Bad Salzuflen 1961 – 2008 (Quelle DWD)

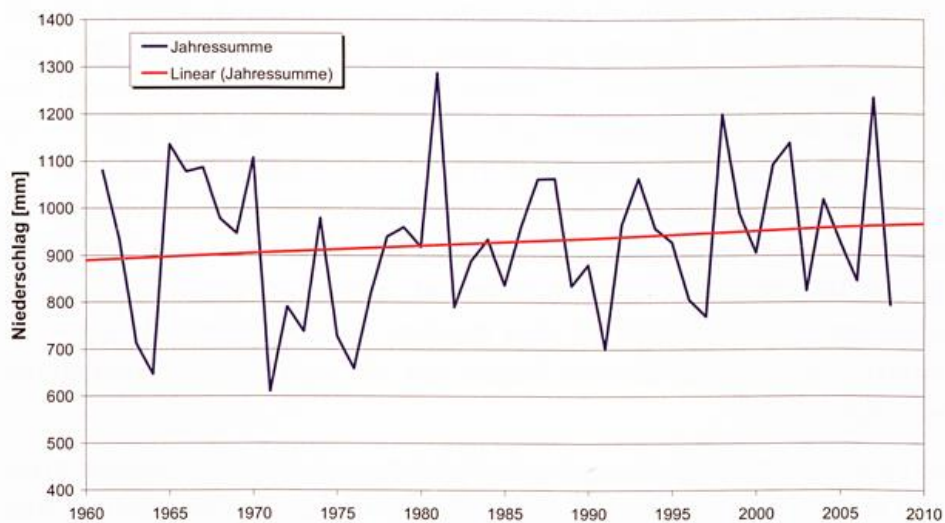
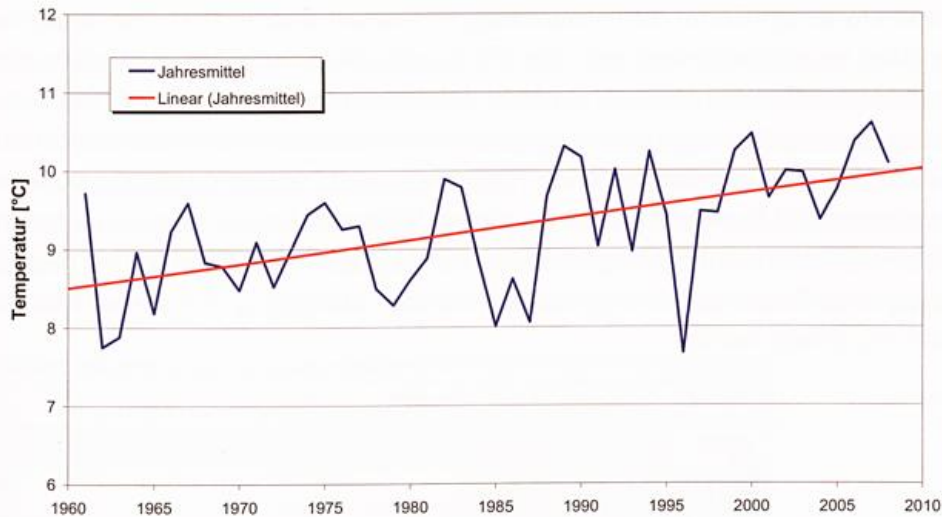


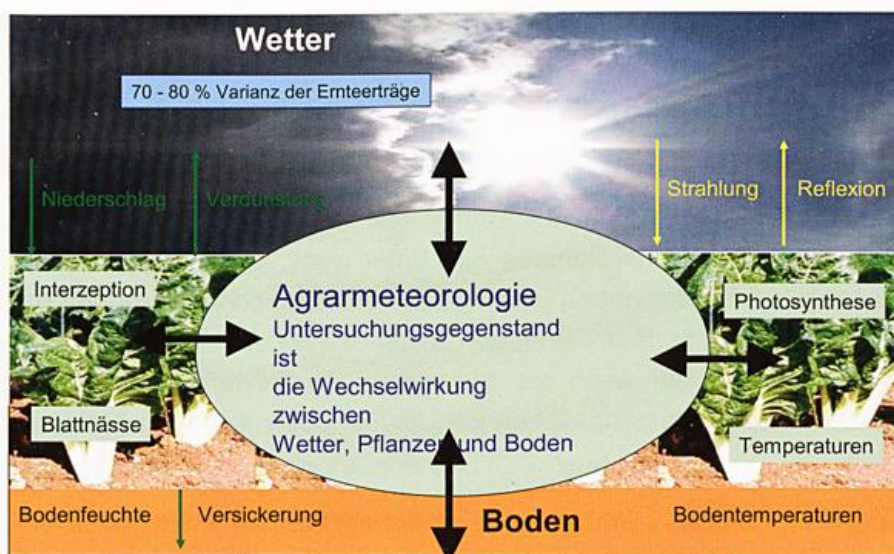
Abb. 3: Jahressumme Niederschlag Bad Lippspringe 1961 – 2008 (Quelle DWD)



**Abb. 4: Jahresmitteltemperatur Bad Lippspringe 1962 – 2008 (Quelle DWD)**

Aufgabe der landwirtschaftlichen Fachberatung ist es weiterhin, in dem Spannungsfeld zwischen den langfristigen Energiepotentialen des Klimawandels, den sich stärker ausprägenden Witterungsextremen und den ökonomischen Anforderungen an eine standortgerechte, zugleich der Umwelt und dem Naturhaushalt dienenden Pflanzenproduktion zu vermitteln.

Im Zeichen der vielfältigen Wechselwirkungen im agrarmeteorologischen Umfeld der Pflanzenproduktion und vor dem Hintergrund einer mit 70 - 80 Prozentanteilen geschätzten Varianz der Ernteerträge aufgrund des Witterungseinflusses (Abb. 5) sind alle Teilparameter des Witterungsgeschehens zukünftig stärker zu analysieren und aufeinander abzustimmen. Im Besonderen sind Strategien zur Optimierung des Bodenfeuchtehaushaltes, zur Verringerung der Bodenerosion und der Verschlämmungsneigung als wirkungsvolle Maßnahme zur Einengung der starken Ertragsvarianz des Bodenwasserhaushaltes gefordert. Dazu gehört auch eine stärkere Vermittlung der bodenkundlichen Parameter (nutzbare Feldkapazität, Totwasseranteil, permanenter Welkepunkt, gesättigte Wasserleitfähigkeit, etc.), um diese Begriffe – vergleichbar der Beratungsintensität in der Düngung und im Bereich des Pflanzenschutzes – in der „guten fachlichen Praxis der Bodenbewirtschaftung“ stärker zu beleben.



**Abb. 5: Wechselwirkungen im agrarmeteorologischen Umfeld (Quelle DWD)**

Im Zuge der erwarteten stärkeren Bodendurchfeuchtung im Herbst bedarf auch die entsprechende Bodenbearbeitung einer Neubewertung. Der DWD geht davon aus (Abb. 6), dass die Frosteindringtiefe im Verlaufe der nächsten Jahrzehnte deutlich rückläufig sein wird. Die winterliche Frosteinwirkung, gekennzeichnet durch dynamische Prozesse einer mechanischen Frostgarebildung, konnte den Gefügestand in der Vergangenheit insbesondere auf schweren Böden deutlich verbessern. Mit dem Ausbleiben dieser Kälteeinwirkung in den nächsten Jahrzehnten muss das Augenmerk auf Strategien eines nur mäßigen Eingriffes in das feuchte, zur Verdichtung neigende Bodenmilieu und den verstärkten Übergang zur konservierenden Bodenbewirtschaftung gelegt werden.

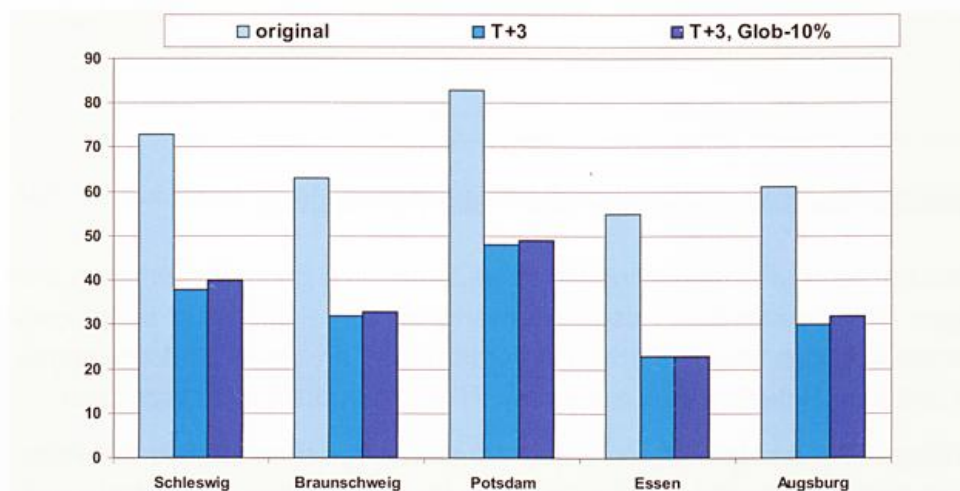


Abb. 6: größte Frosteindringtiefe (cm) unbewachsener Boden Februar 1980 – 2005 (Quelle DWD)

### Beratungsmedien: unverzichtbar zur Bewertung des Witterungsgeschehens

Unabweisbare Voraussetzungen zur Optimierung der pflanzlichen Produktion im Hinblick auf den täglichen Wandel des Wetters und der Witterung ist die Nutzung agrarspezifischer Beratungsmedien unter Berücksichtigung von Prognosemodellen, Internetportalen und Entscheidungshilfen (Abb. 7). Mit dem Prognosesystem ISIP (Informationssystem integrierte Pflanzenproduktion) ist ein inzwischen bundesweit anerkanntes Beratungswerkzeug geschaffen worden, das die einzelbetriebliche Schlagführung, aber auch den Rückgriff auf umfangreiche Datenbanken unter besonderer Berücksichtigung des aktuellen Pflanzenschutzmitteleinsatzes sicher stellt.

Die schlagspezifische Pflanzenschutzberatung mit „Proplant Expert“ als internetgestützte Entscheidungshilfe – seinerzeit von der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe federführend mitentwickelt – hat sich gleichfalls hervorragend bewährt.

Mit dem Agrarwetter des Deutschen Wetterdienstes wird unter [www.agrowetter.de](http://www.agrowetter.de) eine umfassende Beratungshilfe angeboten, die neben den agrarmeteorologischen Grunddaten einen umfassenden, grafisch aufgearbeiteten und auf mittelfristiges Witterungsgeschehen ausgerichteten Überblick vermittelt, der auch die radargestützte Bewertung des Niederschlagsgeschehens und zahlreiche pflanzenbauliche und phytomedizinische Prognosen enthält.

Das Wetterfax für die Regionen Rheinland Nord und Süd wird während der Vegetationsperiode montags, mittwochs und freitags, während der Wintermonate dienstags und freitags in enger Kooperation zwischen der Agrarmeteorologischen Dienststelle des Deutschen Wetterdienstes

in Geisenheim und den Referaten Landbau, Pflanzenschutz und Gartenbau der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen erstellt. Vor dem Hintergrund einer ständigen Aktualisierung der AMBER-Module in Anpassung an die Erfordernisse des Betriebsmanagements werden innerhalb einer Stunde die mittelfristigen Witterungsprognosen des DWD mit den aktuellen situationsbezogenen Beratungsaussagen der Fachreferate der Landwirtschaftskammer abgestimmt. Der ganzjährige "Betrieb" dieses Beratungsmediums bietet den Abonnenten eine verlässliche, auf die Region ausgerichtete und hinsichtlich der Niederschlagsprognose noch einmal stärker räumlich differenzierte Einschätzung wichtiger Bewirtschaftsparameter.



Abb. 7: Nutzung agrarspezifischer Beratungsmedien

### Nachhaltiges Betriebsmanagement im Zeichen des Klimawandels

Im Zeichen des absehbaren Klimawandels, aber auch angesichts der schwierigen Bewertung des verstärkten Auftretens von Witterungsextremen, ergeben sich für die pflanzenbauliche Beratung unter Einbeziehung der vorgenannten und weiterer Informationsportale folgende Beratungsschwerpunkte:

- Entwicklungen länderübergreifender Klimaszenarien in Dekadenschritten
- Optimierung des standort- und bodenartenspezifischen Wasserhaltevermögens von Acker- und Grünlandstandorten
- Präzise, teilflächenspezifische Erfassung und Bewertung der Standortproduktivität (Präzisionslandwirtschaft)
- Ausrichtung des genetischen Arten- und Sortenpotenzials an veränderte Temperatur- und Feuchtregime, absehbar gekennzeichnet durch Frühjahrstrockenheit und herbstliche Vernässung
- Vermeidung klimaschädigender Emissionen durch verlustarme Ausbringung organischer Düngstoffe auf Acker und Grünland
- Entwicklung hochproduktiver Schnittnutzungs- und Weideregime unter Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotentials und der Klimagunst

- Optimierte Nutzung standortangepasster Wetter- und Witterungsprognostik zur Abpufferung von Witterungsextremen.

Angesichts des sich abzeichnenden Mangels an hochwertigen Nahrungsmitteln und biogenen Rohstoffen darf die Erhaltung einer artenreichen Landwirtschaft gleichwohl nicht vernachlässigt werden. Dazu zählt auch das Engagement zur Erhaltung der Artenvielfalt in Flora und Fauna. Die Biomasse – Nachhaltigkeitsverordnung der Bundesregierung (BioNachV vom 05.12.2007) – beschreibt in ihren Zielvorgaben die Mindestanforderung an eine nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen und zum Schutze natürlicher Lebensräume, im Besonderen:

- keine wesentliche Verschlechterung der Wasserqualität und des Wasserhaushaltes
- keine wesentliche Verschlechterung der Arten- und Ökosystemvielfalt
- umweltgerechter Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln
- Schutz natürlicher Lebensräume mit hohem Naturschutzwert

Der Autor dankt Herrn Dipl. Met. Franz-Josef Löpmeier, Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig und Herrn Dipl. Met. Ulrich Otte, Deutscher Wetterdienst, Offenbach für die Überlassung der Klimagrafiken (Abb. 1 bis 6).

## **Wetterfax für die Obstbaupraxis in Rheinland-Pfalz**

*Manfred Hellmann, DLR Rheinland-Pfalz, Kompetenzzentrum Gartenbau Bad Neuenahr-Ahrweiler*

Im modernen Obstbau ist ein rascher Informationsfluss von der Beratung in die Betriebe zu einem der wichtigsten Bausteine geworden, der nicht mehr wegzudenken ist. Pflanzenschutz und Wetterprognose gehören zusammen. Mit diesem Informationsinstrument kann der Betriebsleiter klare Entscheidungen für notwendige Maßnahmen treffen. Integrierte Produktion und Qualitätssicherungssysteme waren die Motoren aus Politik und Handel, die die Entwicklung zum heutigen Produktionssystem wesentlich vorangetrieben haben.

Der Faxversand begann am Standort Ahrweiler 1995 mit Pflanzenschutz- und Anbauthemen. 1999 kam das Wetterfax hinzu. Zunächst wurden beide Produkte noch getrennt versandt. Das Wetterfax zweimal wöchentlich und das Pflanzenschutzfax nach Bedarf, d.h. im Frühjahr zur Blütezeit des Obstes häufiger, danach wieder seltener. Auch der Zeitraum der Verschickung entwickelte sich fort. Anfangs wurde das Wetterfax nur in der besonders kritischen Zeit – beim Kernobst betrifft es hauptsächlich die Schorfbekämpfung – von Anfang April bis Mitte Juni verschickt, während seit 2005 der Versand in den Zeitraum von Mitte März bis Ende September verlängert wurde. Bei zwei Wetterfaxen wöchentlich kommt man auf mindestens 50 Exemplare zuzüglich einiger ergänzender Infofaxe über den genannten Zeitrahmen hinaus. Das Kombiprodukt aus Wetter und Pflanzenschutzinformationen existiert seit 2004.

An den beiden anderen Beratungsstandorten in Rheinland-Pfalz Neustadt und Oppenheim gibt es aufgrund anderer klimatischer Gegebenheiten und des damit verbundenen höheren Schaderregeraufkommens etwa 70 Exemplare pro Jahr. Geringfügige Abweichungen, die sich im Laufe der Jahre jedoch sehr stark einander angeglichen haben. Ahrweiler arbeitet mit der Beratung in Trier eng zusammen. Daher gab es nur ein Produkt für beide Gebiete, das zentral von Ahrweiler verschickt wird. Seit 2009 wird der Wetterteil regionalisiert.

Wir glauben mit dieser Kombiinformation richtig zu liegen, damit die Praxisbetriebe weiterhin erfolgreich arbeiten können. Mit einem Beispiel eines Obstfaxes aus dem Jahre 2008 schließen wir unseren Beitrag zur Veranschaulichung der textlichen Inhalte.



## 7. Obstfax vom 31. März 2008

**Vorhersage:** Nach dem frühlinghaften Wochenende kehrt nun wieder der Alltag zurück. Für die erste Aprilwoche sieht es nach durchwachsenem Wetter aus – etwas Sonne und viele Wolken im Wechsel, dazu immer wieder mal kurze Schauer. Am freundlichsten wird – dank Zwischenhocheinfluss - noch der morgige Dienstag, dies allerdings nach einer klaren und damit kühlen Nacht. Im Laufe des Nachmittags nähert sich aber schon der nächste Tiefausläufer, der am Abend und in der Nacht zum Mittwoch etwas Regen bringen kann. Für den Rest der Woche sieht es dann nach klassischem Aprilwetter aus mit kurzen Regenschauern. Der Wind frischt böig auf, dreht auf nördliche Richtungen und führt wieder kühle Meeressluft nach Rheinland-Pfalz. Die Temperaturen gehen etwas zurück, bleiben aber noch deutlich über dem Niveau der kalten Ostertage.

**Trend:** Eine grundlegende Wetterumstellung ist nicht in Sicht, länger anhaltendes Frühlingwetter lässt weiter auf sich warten.

| Vorhersagetag  |         | Di.   | Mi.   | Do.    | Fr.    | Sa.   |
|--|---------|---|-------|--------|--------|-------|
| vorherrschende Witterung tagsüber                            |         |   |       |        |        |       |
| Höchsttemperatur 2 m   | [°C]    | 17  | 11    | 11     | 12     | 10    |
| Tiefsttemperatur 2 m   | [°C]    | 5   | 6     | 5      | 3      | 4     |
| Tiefsttemperatur am Boden                                    | [°C]    | 1   | 4     | 3      | 2      | 3     |
| Sonnenscheindauer  | [Std]   | 6   | 0     | 1      | 2      | 0     |
| Niederschlag seit Jahresbeginn                               | [mm]    | 0 - 2    0 - 5    0 - 2    0 - 2    0 - 5<br>147 mm = 105 % des vieljährigen Mittelwertes |       |        |        |       |
| Verdunstung in Obstanlagen                                   | [mm]    | 2    3    1    1    2<br>39 mm in den letzten 30 Tagen<br>39 mm seit dem 1. März 2008     |       |        |        |       |
| Wasserbilanz in Obstanlagen Standort: Bad Neuenahr/Ahrweiler |         | +54 mm in den letzten 30 Tagen<br>+54 mm seit dem 1. März 2008                            |       |        |        |       |
| Wind - Richtung/ Geschwindigkeit [m/s]                       | morgens | S / 2   | W / 7 | W / 5  | NW / 4 | W / 3 |
|  | mittags | SW / 5  | W / 9 | NW / 8 | NW / 5 | W / 5 |
|  | abends  | SW / 5  | W / 8 | NW / 7 | NW / 4 | W / 4 |

### Erdbeeren unter Folie erste Fungizidspritzung

Gegen Gnomonia-Kelchfäule sind die ersten Behandlungen durchzuführen, sofern das Schieben der Blütenstängel deutlich zu erkennen ist. **Empfehlung:** Thiram Granuflo (2,0) §11,2 Genehmigung) max. 1x, Score<sup>18b</sup>) (0,4) max. 1x oder Signum (1,8) max. 1x.

### Schorf

Die Schorfinfektionen der vorigen Tage sind abgebrochen. Nur die Station Wittlich zeigt weiterhin anhaltend hohe RIM-Werte. Aufgrund der unbeständigen Witterung, die in dieser Woche zu erwarten ist, sollten die Fungizidbeläge vor dem nächsten Regen erneuert werden. Der Zusatz von Netzschwefel (2,0) wäre nun sinnvoll!

### Insektizidspritzung – morgen!?

Für Dienstag ist warme trockene Witterung gemeldet. Ein günstiger Termin, um erste Behandlungen beispielsweise gegen Blattläuse bei Pflaumen und Zwetschen mit Mospilan (0,125) oder Erdbeeren Calypso (0,1) durchzuführen. Ebenso kann auch in Befallslagen gegen Apfelblütenstecher mit Confidor WG 70 (0,05) behandelt werden.

**Beachte:** Die Windgeschwindigkeit 5 m/Sek. ist relativ hoch prognostiziert! Daher besser früh fahren, wenn es noch ruhiger ist!

### Zulassungsinfos

1) Genehmigung nach § 18a PflSchG für Talius in Erdbeeren

Das Produkt Talius mit den Hauptindikationen in Getreidebau und Weinbau mit dem Wirkstoff Proquinazid wurde nach §18 a PflSchG zur Bekämpfung des Echten Mehltaus an Erdbeeren genehmigt. Anwendung: 0,375 l/ha, max. 2x, Wartezeit F. Anwendungsgebiete: In Ertragsanlagen nur nach der Ernte; im Pflanzjahr ohne Be-erntung und in Vermehrungsbeständen.

### Termine

1. **Trier:** Obstanlagenbegehung am 01.04. 2008; 13:30 Uhr Treffpunkt Busparkplatz Longuich, Anlage Bales, Fastrau Themen: Frostspanner(?), Blutlausbekämpfung, Gemeinschaftsbestellung von Pheromonfallen u.a.
2. **Grafschaft:** erste Gruppenberatung/Anlagenbegehung am Donnerstag, den 3. April 2008 17:00 Uhr, Treffpunkt Betrieb Peter Krupp, Bölingen. Themen: Frostspanner, Blutlaus, Blütenschäden nach Osterfrost!?

i.A. gez. M. Hellmann / F.-J. Scheuer

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind die Grundsätze der guten fachlichen Praxis, die Gebrauchsanleitung, Anwendungsbestimmungen, Vorsichtsmaßnahmen, Wartezeiten, Bienenschutzverordnung sowie die sachgerechte Beseitigung von Restmengen zu beachten! § 18b-Präparate dürfen nur in Betrieben mit entsprechender Genehmigung eingesetzt werden. Eine Haftung für Nachteile oder Irrtümer, die sich aus den Empfehlungen ergeben können, wird nicht übernommen.

**Aufwandmengen (l/kg) bei Baumobst pro 1 m Kronenhöhe und ha, bei Beerenobst pro ha**

## Veränderungen des Wasser- und Beregnungsbedarfs von Freilandgemüse, kalkuliert anhand von Klimadaten des DWD

*Peter-Jürgen Paschold, Ute Eckes, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau*

Viele Gemüsearten reagieren wesentlich sensibler auf Fehler bei der Wasserversorgung als landwirtschaftliche Arten. Die Folge von Wasserstress kann ein Totalausfall der Ernte sein. Wassermangel in einer sensiblen Phase kann z. B. bei Kopfsalat zu Blattnekrosen oder vergilbten Blättern führen, die die gesamte Ware unverkäuflich machen. Bei Blumenkohl bildet sich ein zu kleiner Blattapparat, was mangelnde Blumengrößen und unzureichende Blumen- deckung verursacht. Deshalb ist bei Kalkulationen zum Wasserbedarf und den Bewässerungsempfehlungen für Gemüse stets zu berücksichtigen, dass selbst kurzzeitiger Wassermangel artspezifische Grenzwerte nicht überschreiten darf.

### Wasserbedarf

Effektiver Wassereinsatz im Gemüseanbau kann im Gegensatz zur Landwirtschaft nicht daran gemessen werden, wie viel Liter Wasser je Kilogramm Trockenmasse eingesetzt wurden, sondern muss sich auf die Menge verkaufsfähiger Frischware je Hektar beziehen. Das Wasserangebot muss auch unter relativ seltenen Grenzsituationen eine qualitativ hochwertige Ernte gewährleisten, denn dann sind höhere Erlöse für den zu erwartenden, qualitativ hochwertigen Ware anbieten kann.

Für ausgewählte Gemüsearten (Tabelle 1) und sieben Standorte Deutschlands von Nord bis Süd (Augsburg, Braunschweig, Freiburg im Breisgau, Geisenheim, Köln, Leipzig, Schleswig) wurden entsprechende Bilanzen erstellt.

**Tab. 1: Arten und Anbauzeiträume, für die der Wasser- und Bewässerungsbedarf für sieben Standorte Deutschlands kalkuliert wurde**

| Gemüseart          | Anbauzeitraum                   |
|--------------------|---------------------------------|
| Blumenkohl         | 15.03.-03.06. und 06.08.-16.10. |
| Brokkoli           | 15.03.-31.05. und 06.08.-16.10. |
| Buschbohne         | 01.05.-20.07. und 15.07.-25.09. |
| Chinakohl          | 15.03.-30.05. und 15.08.-31.10. |
| Eissalat           | 15.03.-19.05. und 15.08.-10.10. |
| Fenchel (Knollen-) | 15.03.-14.06. und 10.08.-26.10. |
| Gurke (Einleger)   | 01.05.-15.08.                   |
| Kohlrabi           | 15.03.-05.05. und 25.08.-15.10. |
| Kopfsalat          | 15.03.-14.05. und 01.09.-29.10. |
| Möhren (Bund-)     | 15.03.-20.06. und 20.07.-15.10. |
| Möhren (Wasch-)    | 15.03.-10.07. und 10.07.-10.10. |
| Porree             | 15.03.-15.06. und 15.07.-01.11. |
| Radies             | 15.03.-11.05. und 15.09.-25.10. |
| Sellerie           | 25.05.-01.10.                   |
| Spargel            | 20.06.-01.09.                   |
| Spinat             | 15.03.-29.05. und 01.09.-25.10. |
| Weißkohl           | 15.03.-16.05. und 15.06.-20.09. |
| Zucchini           | 10.05.-15.08. und 15.06.-15.09. |
| Zwiebeln (Bund-)   | 15.03.-19.06. und 15.07.-10.10. |
| Zwiebeln (Sommer-) | 15.03.-20.07.                   |

Als Basis dienten die mit Unterstützung der Außenstelle des DWD in Geisenheim analysierten Witterungsdaten der Abteilung Agrarmeteorologie des Deutschen Wetterdienstes von 1962 bis 2007, die mit den „Crop-Koeffizienten“ (kc) der Klimatischen Wasserbilanz (Geisenheimer Methode der Bewässerungssteuerung) kombiniert wurden, um den jährlich differenzierten Wasserbedarf der verschiedenen Gemüsearten zu ermitteln.

### **Material und Methoden**

Bei der Geisenheimer Steuerung wird der entwicklungspezifische Wasserbedarf der jeweiligen Pflanzenart in einem Crop-Koeffizienten (kc) zusammengefasst. In Weiterentwicklung der von der FAO empfohlenen Berechnung der Klimatischen Wasserbilanz nach PENMAN werden bei der Geisenheimer Steuerung die kc-Stadien nicht nur als frühe, mittlere und späte bezeichnet, sondern die Stadien nach pflanzlichen Entwicklungsstadien exakt charakterisiert. Des Weiteren unterscheidet sich die Geisenheimer Methode von der FAO-Richtlinie dadurch, dass auch die Einzelgabenhöhe der Bewässerung in Abhängigkeit von den Bodenparametern und der entwicklungsstadienspezifischen Durchwurzelungstiefe objektiv festzulegen ist.

Eine aktuelle Beschreibung der Methode geben Paschold, Kleber, Mayer auf der Internetseite der Forschungsanstalt Geisenheim ([www.fa-gm.de](http://www.fa-gm.de)), dort Fachgebiet Gemüsebau.

Der kc beträgt artspezifisch am Anfang des Wachstums zwischen 0,3 bis 0,5 und steigt bis 1,0, bei wenigen Arten maximal 1,4. Mit diesem Faktor wird die auf Grund meteorologischer Daten täglich errechnete PENMAN-Verdunstung von Boden und Pflanze (Evapotranspiration) multipliziert und somit eine Anpassung an den Bedarf der jeweiligen Gemüseart und deren Entwicklungsstadium vorgenommen

Auf den Internetseiten des DWD: [www.agrowetter.de](http://www.agrowetter.de) wird der Bewässerungsbedarf ebenfalls auf der Basis der Geisenheimer Methode kalkuliert. Die PENMAN-Werte sind in diesem Online-System direkt von der dem Gartenbaubetrieb nächstgelegenen Station abrufbar, was die Steuerung wesentlich erleichtert. Unter 400 Stationen kann gegenwärtig in Deutschland die Auswahl getroffen werden. Ein Vorteil dieses Systems ist die Einbeziehung einer Vorhersage des Wasserbedarfs. Begrenzt wird das System gegenwärtig durch die Maximalzahl von 16 Schlägen. Im Internet gibt es außerdem für Rheinland-Pfalz den Bewässerungsservice für den Freilandanbau, wo auf zahlreiche weitere Stationen zugegriffen werden kann. Auch dieser basiert auf der Geisenheimer Steuerung.

### **Wasserbilanzen**

Für die Gesamt-Entwicklungszeiten der Gemüsearten (bei Drillgemüse ab Aufgang, bei Pflanzgemüse ab Pflanzung) sowie die Zeitdauer der einzelnen Stadien wurden Mittelwerte genutzt. Soweit satzweiser Anbau infrage kommt, wurden mittelfrühe und mittelspäte Sätze kalkuliert. Bei der Bewertung der langjährigen Reihen hinsichtlich des Bewässerungsbedarfs wurden Gruppen gebildet, wobei Jahre mit geringem, mittlerem und hohem Zusatzwasserbedarf unterschieden werden. Bei den Gemüsearten wurden artspezifische Grenzen des Berechnungsbedarfs gesetzt, um ausgehend von der Vergangenheit anzugeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein niedriger, mittlerer oder hoher Bewässerungsbedarf zu erwarten ist. Wird ermittelt, dass in der Gesamtvegetationszeit einer Pflanzenart die Wasserbilanz ausgeglichen ist, so besagt das jedoch nicht automatisch, dass keine Bewässerung notwendig ist.

Im Rahmen dieses Beitrages kann die Fülle der Daten aller Standorte und Gemüsearten nicht dargestellt werden. Am Beispiel einer Gemüseart werden die Aussagemöglichkeiten verdeutlicht. Werden Daten für weitere Gemüsearten benötigt, so können diese bei den Autoren angefordert werden.

### Wasserbedarf Weißkohl spät

Beispielhaft werden einige Aussagen für Spätweißkohl am Standort Geisenheim für die Jahre 1962 bis 2007 erläutert. Für alle Jahre wurde einheitlich und vereinfachend eine mittlere Entwicklungszeit vom 15. Juni bis zum 20. September angesetzt. Für diesen Zeitraum wurden der jährliche Gesamtwasserbedarf, die Summe der in dieser Zeit registrierten Niederschläge und aus der Differenz zwischen Wasserbedarf und Niederschlägen der Beregnungsbedarf oder auch der Wasserüberschuss ermittelt.

Im analysierten Zeitraum ergab sich ein mittlerer Beregnungsbedarf von 242 mm. Die Unterschiede zwischen den Jahren sind erwartungsgemäß erheblich. Lediglich einmal, 1968, kam es zu einem Wasserbilanzüberschuss (Abbildung 1).

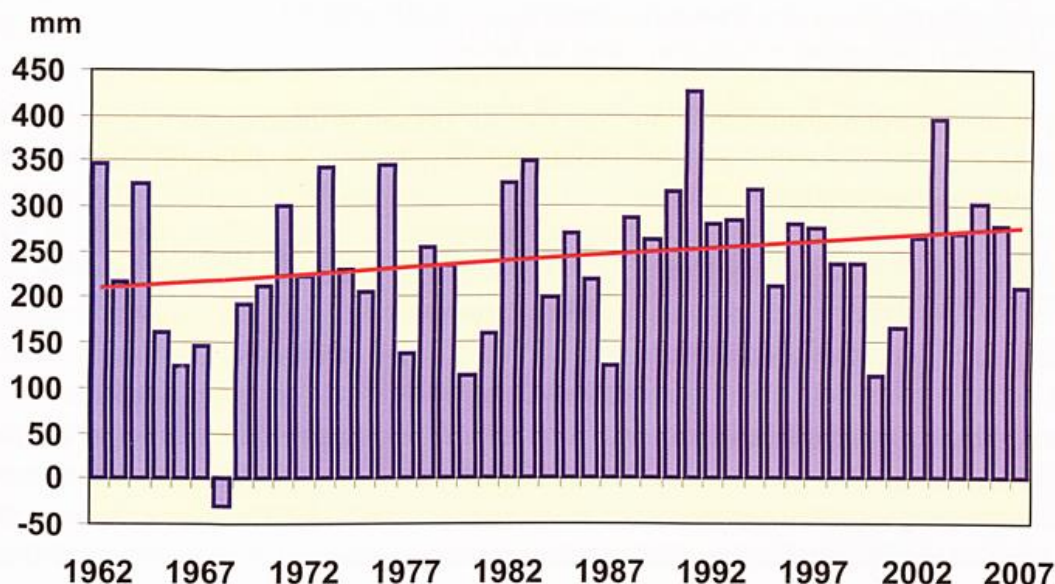


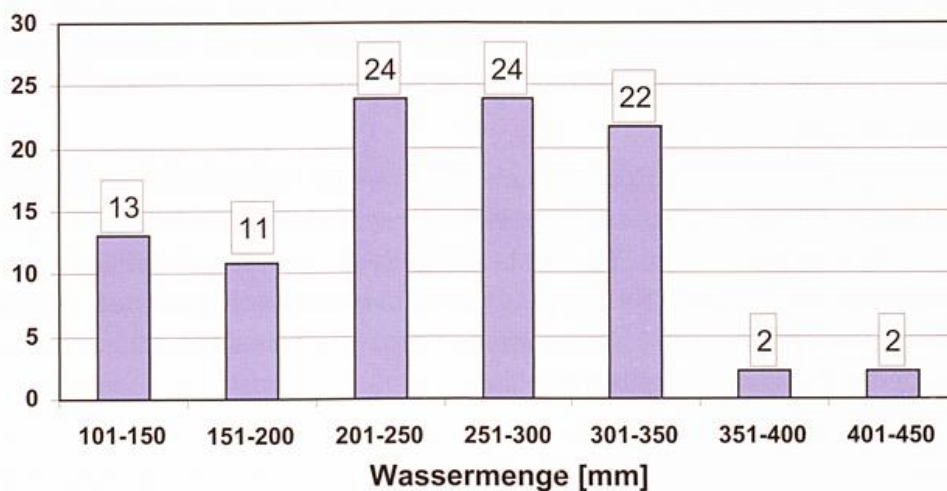
Abb. 1: Beregnungsbedarf von Spätweißkohl am Standort Geisenheim in den Jahren 1962 bis 2007

Die lineare Trendlinie in dieser Abbildung zeigt, dass insgesamt ein langsam steigender Beregnungsmehrbedarf abgeleitet werden kann. Verschiedene Modellansätze für die Zukunft bringen bisher auch keine wesentlich anderen Aussagen als dieser Trend, wobei vor allem Aussagen über die Häufigkeit bestimmter Witterungskonstellationen gefragt sind. Der Mindestbedarf an Beregnungswasser ist seit 1980 nie mehr unter 112 mm gesunken.

Für die Kalkulation des Beregnungsbedarfs, der Kapazität von Rohrnetzen und der Pumpen ist es erforderlich, zu wissen, wie häufig extreme Trockenjahre auftreten und wie oft mit Jahren mit einem geringeren Wasserbedarf zu rechnen ist.

Die Abbildung 2 zeigt, dass in etwa 72 % aller Anbaujahre eine Kapazität von maximal 300 mm Beregnung ausreicht, um die Pflanzen bedarfsgerecht mit Wasser zu versorgen.

### Häufigkeit der Jahre [%]



**Abb. 2: Häufigkeitsverteilung des Beregnungsbedarfs von Spätweißkohl am Standort Geisenheim, kalkuliert über 46 Jahre**

Wird dagegen die Beregnungskapazität auf 350 mm für diesen Anbauzeitraum ausgedehnt, wird der Bedarf in 96 % der Jahre gedeckt. Dabei gibt es jedoch auch Jahre, in denen deutlich weniger Wasser benötigt wird.

Eine 100%ige Sicherung des Zusatzwasserbedarfs, kalkuliert auf der Basis der zurückliegenden Jahre, ist unbezahlbar.

### Fazit

Der Wasserverbrauch von Gemüse über eine Vegetationsperiode ist oftmals niedriger als die PENMAN-Verdunstung. Der reale Zusatzwasserbedarf von Gemüsebeständen kann zwar nach Erfahrungen abgeschätzt werden, aber es bestehen erhebliche Reserven für eine Ertrags- und Qualitätserhöhung, für den effektiveren Wassereinsatz und zur Umweltschonung, wenn nach objektiven Kriterien bewässert wird.

Die Verdunstungswerte einer Wetterstation sind im Allgemeinen bei PENMAN etwa im Umkreis von 30 km, bei TURC von etwa 50 km zu nutzen. Beim DWD kann erfragt werden, welche Station für welches Anbaugesbiet empfohlen wird.

## ZWIPERO – Bundesweite Umsetzung der Bestandsklima basierten Prognose für Falschen Mehltau an Zwiebeln

Gabriele Leinhos<sup>1,4</sup>, Brigitte Klante<sup>2</sup>, Harald Braden<sup>3</sup>, Stephanie Friedrich, Norbert Laun<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Gartenbauzentrum Geisenheim

Versuchsstandort: DLR Rheinpfalz, Lehr- und Versuchsbetrieb Queckbrunnerhof

<sup>2</sup> Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim

<sup>3</sup> Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig

<sup>4</sup> DLR-Rheinpfalz, Lehr- und Versuchsbetrieb Queckbrunnerhof

### Einleitung

Speisezwiebeln (Trockenzwiebeln) sind in Deutschland mit 8.837 ha für 2008 nach Kohlarten (21.015 ha), Spargel (18.405 ha) und Salaten (13.791 ha) die viertgrößte Kultur im Freilandgemüsebau (Quelle: Statistisches Bundesamt). Von 1992 (5.710 ha) bis 2004 wurde der Anbau um ca. 50 % auf die seither ungefähr gleich bleibende Fläche von 8.500 - 9.000 ha ausgedehnt. Schwerpunkte liegen in Bayern, Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Rheinland-Pfalz (Abb. 1). Hierzu kommen noch Bund- oder Frühlingszwiebeln mit einer Anbaufläche von 1.625 ha, die überwiegend in Rheinland-Pfalz (1.242 ha!) liegen. Der Zwiebelanbau weist durch die unterschiedlichen Produktionsziele (z. B. Speise- oder Bundzwiebel) und Anbauverfahren (Direktsaat, Pflanz- oder Steckzwiebel, Sommer-, Winterkultur oder ganzjähriger Anbau in Sätzen) sowie durch ein breites Sortenspektrum eine große Vielfalt auf. In diesem vielfältigen und intensiven Zwiebelanbau stellt die Umsetzung eines integrierten Pflanzenschutzes eine Herausforderung dar. Vor allem die effiziente Kontrolle der wichtigsten Krankheit am Zwiebellaub, dem Falschen Mehltau, muss gewährleistet sein (Abb. 2). Diese Krankheit, verursacht durch *Peronospora destructor*, besitzt bei hoher relativer Luftfeuchte und anhaltender Blattnässe im Zwiebelbestand einen extrem schnellen Krankheitsverlauf. Deshalb wird seit dem Jahr 2000 auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb Queckbrunnerhof des DLR Rheinpfalz das vom Deutschen Wetterdienst in Braunschweig entwickelte Prognosemodell ZWIPERO für Falschen Mehltau in enger Zusammenarbeit mit dem DWD in Geisenheim validiert und weiterentwickelt. Seit 2005 steht ZWIPERO bundesweit als Testversion unter der Internetplattform ISIP (Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion) für Beratung und Praxis zur Verfügung.

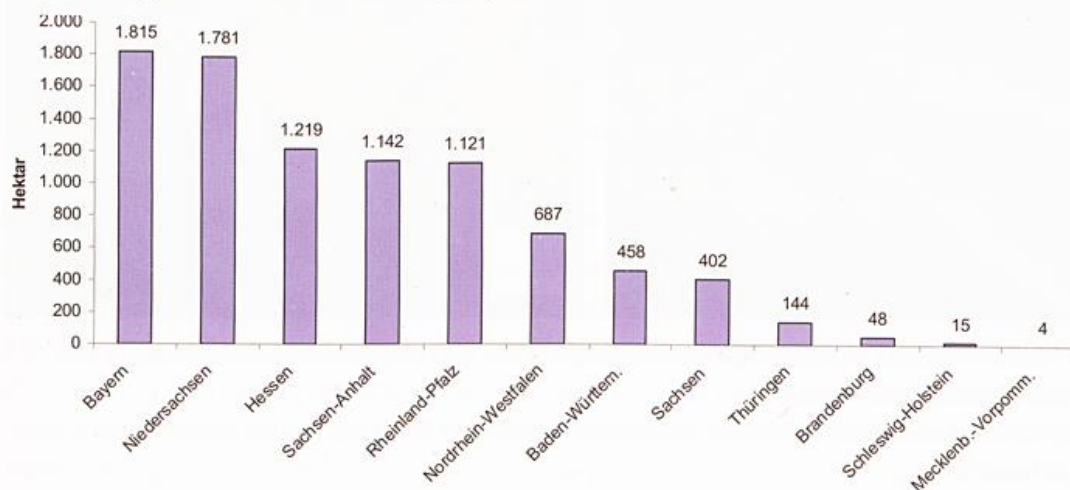


Abb. 1: Anbauflächen von Trockenzwiebeln in den Bundesländern 2008 (Quelle: Statistisches Bundesamt)



Abb. 2: Falscher Mehltau auf Zwiebelblättern

### Bestandsentwicklung und Bestandsklima als Basis der Prognoseberechnung

Der Krankheitserreger *P. destructor* besitzt für seine Infektions- und Vermehrungs- bzw. Sporenbildungsphasen Temperaturoptima zwischen 11-15 °C, wobei das Zwiebellaub nur bei vorhandener Blattnässe von mindestens 2-3 Stunden infiziert werden kann; die Sporenbildung auf dem Blatt findet wiederum nur bei sehr hoher relativer Luftfeuchte von mindestens 95 % statt (Abb. 3). Das Prognosemodell ZWIPERO nutzt die biologischen Erregerdaten zur Berechnung des witterungsbedingten Sporulations- und Infektionsrisikos für Falschen Mehltau an Zwiebeln (FRIEDRICH et al. 2003). Um die für die Entwicklung des Falschen Mehltaus entscheidenden kleinklimatischen Bedingungen in den unterschiedlichen Anbauformen der Kultur „Zwiebel“ möglichst exakt abbilden zu können, werden bei der ZWIPERO Prognoseberechnung nicht die in 2 m Höhe gewonnenen Daten von Standardwetterstationen direkt genutzt, sondern diese in einem Bestandsklimamodell transformiert.

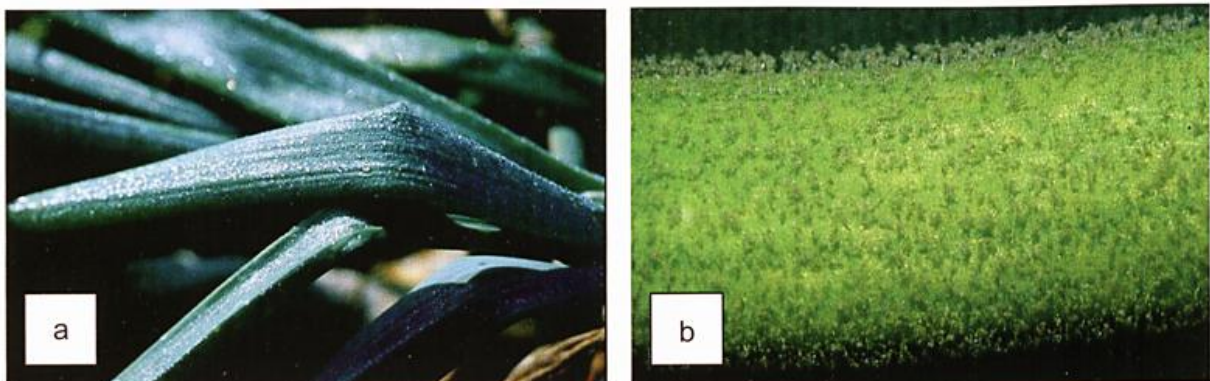


Abb. 3: (a) Blattnässe als notwendige Bedingung für die Infektion von Zwiebelblättern mit *Peronospora destructor*;  
(b) Bildung von Sporenträgern und Sporen auf dem Blatt bei hoher relativer Luftfeuchte

Neben den Wetterdaten z. B. von Standardwetterstationen des DWD oder eines agrarmeteorologischen Messnetzes, dienen als Eingangsparameter für die Bestandsklimaberechnungen zusätzlich die Anbaudaten eines Musterschlages (Bodenart, Aussaat- bzw. Auflauftermin, Bestandsdichte und voraussichtlicher Erntetermin) sowie die Wettervorhersage des DWD, um eine tatsächliche Prognose auf Basis von Bestandsklimadaten erstellen zu können. Darauf aufbauend wird die Bestandsentwicklung, dargestellt als Zunahme des Blattflächenindex, temperaturabhängig modelliert. Zusätzlich wird eine etwaige Beregnungsmaßnahme aufgrund der klimatischen Wasserbilanz berechnet und in die aktuelle Niederschlagsdatei geschrieben. Anschließend werden in dem Modell AMBETI (Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung von Evaporation, Transpiration und Interzeption; BRADEN 1995) die Bestandsklimadaten Blattnässe, relative Luftfeuchte und Temperatur für den jeweiligen Zwiebelbestand simuliert; diese sind die Eingangswerte in das Prognosemodell ZWIPERO. Abbildung 4 veranschaulicht die Eingabe- und Ausgabeparameter sowie den Datenfluss für die Prognoseberechnung.

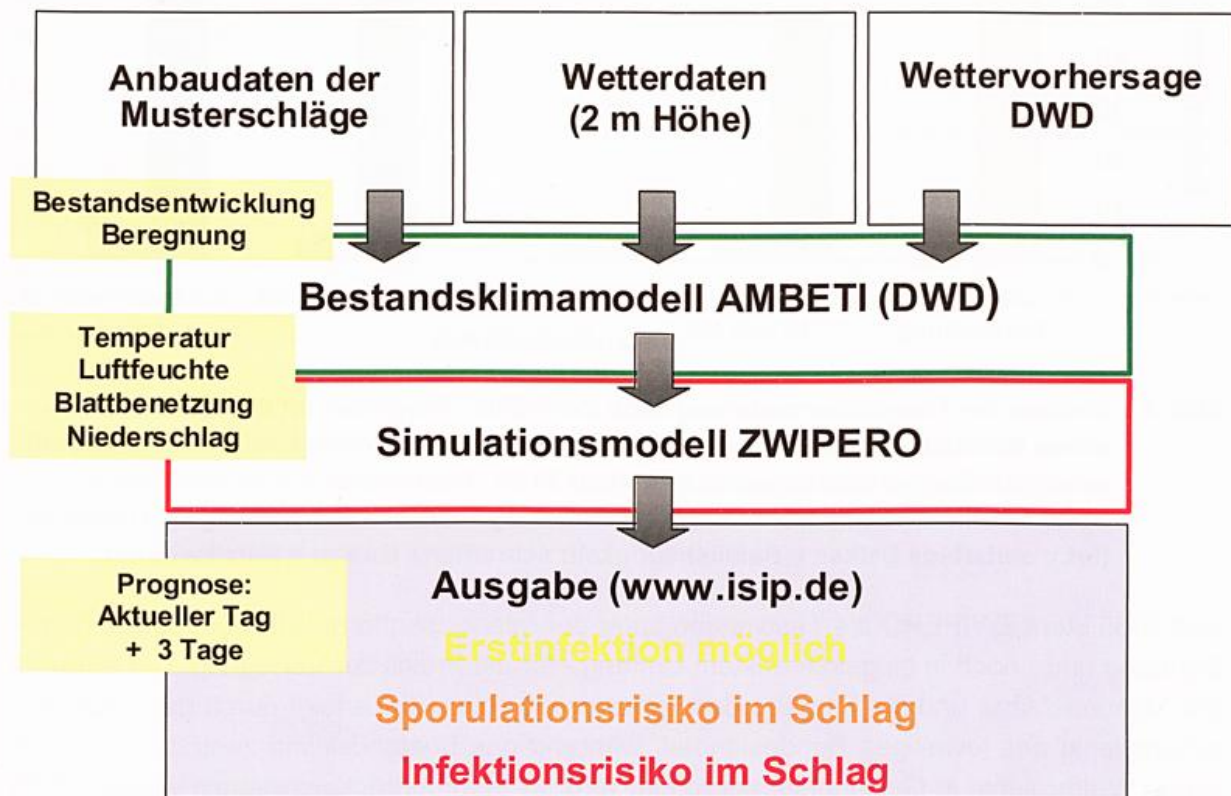


Abb. 4: Eingangsparameter, Datenfluss und Ausgabeparameter der Prognose mit ZWIPERO

#### ZWIPERO Nutzung in Beratung und Praxis

Es werden drei Prognosewerte in der Ausgabe unter ISIP angegeben: der Infektionseffizienzwert, der angibt, wie gut die Infektionsbedingungen im Zwiebelbestand für zufliegende Mehlausporen aus der Umgebung (z. B. einem benachbarten Winterzwiebelbestand) sind, d. h. wann Erstinfektionen stattfinden können, ein Wert für das witterungsbedingte Risiko der Sporenbildung im Bestand selbst sowie das Infektionsrisiko durch diese Sporen (Abb. 4). Die Berechnung aller drei Werte erfolgt mit einer tatsächlichen Vorhersage für den aktuellen und für die drei folgenden Tage. Um die Umsetzung und Nutzung der Prognoseergebnisse zu erleichtern, wurde zudem empirisch jeweils ein Schwellenwert festgesetzt, ab dem das Risi-

ko für Infektion bzw. Sporenbildung als hoch einzuschätzen ist und eine Behandlung empfohlen werden sollte. Diese Angaben können für die Terminierung sowohl des Behandlungsbeginns (Erstinfektionen möglich!) als auch für die Folgebehandlungen genutzt werden (LEINHOS et al. 2007) Die Nutzung der Prognose für eine exakte Behandlungsterminierung zur effizienten Kontrolle des Falschen Mehltaus zeigen die Ergebnisse aus einem Feldversuch 2004 (Abb. 5): je zeitnaher die Fungizidapplikation zu dem prognostizierten Infektionstermin erfolgte, desto niedriger der Befall.

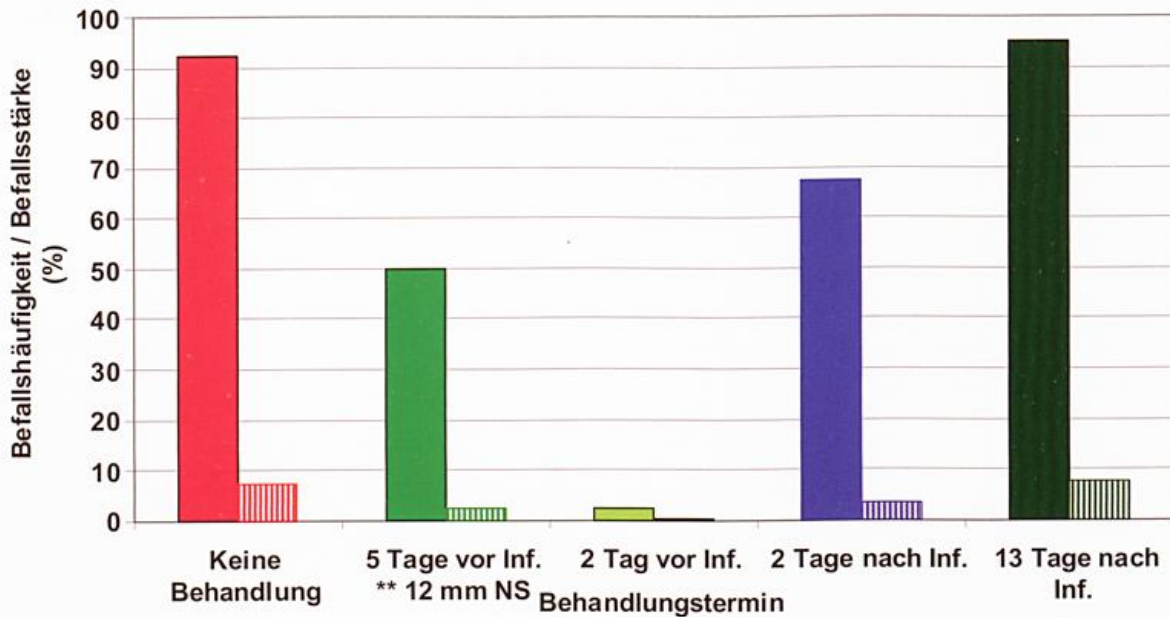


Abb. 5: Einfluss der Fungizidterminierung nach ZWIPERO - Prognose auf den Befall mit Falschen Mehltau in Sommerzwiebeln 2004 bei hohem Inokulumpotential und hohem witterungsbedingtem Infektionsdruck (Auflauf 30.03., Bestandsdichte 90 Pflanzen/m<sup>2</sup>, Sorte Takmark; 12 mm NS = 12 mm Niederschlag zwischen Behandlung und Infektion (Inf.); einfarbige Balken = Befallshäufigkeit; schraffierte Balken = Befallsstärke)

Seit 2005 steht ZWIPERO als Testversion unter der Internetplattform ISIP bundesweit für die Beratung und - noch in eingeschränktem Umfang - für die Praxis zur Verfügung. Die Auswahl der Musterschläge und die Eingabe der Schlagdaten unter ISIP erfolgt durch den Pflanzenschutzdienst des jeweiligen Bundeslandes, während das Bestandsklima zentral beim Deutschen Wetterdienst in Geisenheim berechnet wird. In Sommertrockenzwiebeln wurden 2008 bundesweit 25 Musterschläge für die Prognose eingerichtet, an 21 Standorten (ca. 85 %) waren Berechnungsmaßnahmen möglich und die Prognoseberechnungen erfolgten unter Berücksichtigung einer standardisierten Berechnung nach klimatischer Wasserbilanz.

#### Weitere Modellentwicklung und Ausblick

Die Umsetzung von ZWIPERO als bundesweite Modellanwendung konzentrierte sich bisher auf den Sommertrockenzwiebelanbau. Datenfluss und Bereitstellungsformat sind für diese Kulturform schon sehr gut gelöst. Wünschenswert wären noch eine Berücksichtigung der mehr regional unterschiedlichen Berechnungs- bzw. Bewässerungssysteme sowie die Entwicklung von Modulen, die die Abschätzung des regionalen Inokulumpotentials des Falschen Mehltaus ermöglichen und den Sorteneinfluss berücksichtigen.

Für die Kulturformen Bundzwiebel und Wintertrockenzwiebel, die weniger bundesweit als sehr regional verbreitet sind, stehen der Beratung angepasste Modellversionen zur Verfügung. Insbesondere für die Nutzung von ZWIPERO in Bundzwiebeln im Pfälzer Anbaugebiet wurden seit 2005 umfangreiche Datensätze zur Bestandsentwicklung erhoben. Das darauf basierende und dem Bestandsklimamodell vorangestellte Modul ermöglicht die automatisierte Prognoseberechnung für den ganzjährigen Bundzwiebelanbau. Ein Format für die praxisgerechte Bereitstellung der ZWIPERO Prognose für Bundzwiebeln ist derzeit in Bearbeitung.

Für die Unterstützung der Arbeiten am Prognosemodell und dessen Umsetzung sei gedankt: der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück, dem Land Rheinland-Pfalz, dem Fachverband Deutsche Speisezwiebel e.V., Mainz, und der ISIP e.V., Bad Kreuznach.

#### **Literatur:**

BRADEN, H. (1995): The model AMBETI. A detailed description of a soil-plant-atmosphere model. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach/M. Nr. 195.

FRIEDRICH, S., LEINHOS, G.; LÖPMEIER, F.-J. (2003): Development of ZWIPERO, a model forecasting sporulation and infection periods of onion downy mildew based on meteorological data. European Journal of Plant Pathology 109, 35-45.

LEINHOS, G.; KLANTE, B.; LAUN, N. (2007): The forecaster ZWIPERO for downy mildew of onion: applying a disease warning system in diverse culture systems of vegetable crops. Best Practice in Disease, Pest and Weed Management (Edited by: D. V. Alford, F. Feldmann, J. Hasler, A. von Tiedemann), BCPC Symposium Proceedings 82, 30-31.

## Die Entwicklung rebenphänologischer Daten im Rheingau seit 1955

Andreas Booß<sup>1</sup>, Berthold Fuchs<sup>1</sup>, Hans-Helmut Schmitt<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbauamt Eltville

<sup>2</sup> Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim

„Die Phänologie befasst sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Entwicklungserscheinungen in der Natur“ (Wikipedia). Die Eintrittszeiten von charakteristischen Erscheinungen, wie z.B. Austrieb oder Blüte bei der Weinrebe, werden in phänologischen Kalendern festgehalten. Die Unterschiede im Eintreten hängen sowohl vom Standort (z.B. Höhe NN, Exposition, Inklination) als auch von den jährlichen Witterungsunterschieden ab.

Im Arbeitsablauf des Winzers stellen die phänologischen Entwicklungsstadien ein wichtiges Kriterium für die Arbeitsplanung dar. Zu der großen Bedeutung der Phänologie im Weinbau trägt sicherlich die relativ instabile Ertragslage der Weinrebe bei. Wie groß der Einfluss der Jahreswitterung ist, zeigen anschaulich die Durchschnittserträge der Jahre 1980 und 1982. Während der mittlere Mostertrag im Rheingau 1980 infolge sehr schlechten Blütewetters lediglich 30.6 hl/ha betrug, lag er nur zwei Jahre später bei 150.2 hl/ha (statistische Berichte des Landes Hessen, C II 4 – j/80 und j/82).

Seit 1955 zeichnet das Weinbauamt Eltville systematisch die wichtigsten phänologischen Daten der Rebsorten „Weißer Riesling (Riesling)“ und „Müller-Thurgau“ auf. Neben der Hauptrebsorte Riesling kommt dem „Müller-Thurgau“ als früher reifende Rebsorte in ungünstigeren Lagen eine gewisse Bedeutung zu. Auf Grund steigender Anpflanzungen kam 1987 der „Blaue Spätburgunder“ als Rotweinsorte hinzu.

Eine Aussage zur Entwicklung rebenphänologischer Daten erhält eine besonders hohe Aussagekraft, wenn die Aufzeichnungen immer von der gleichen Weinbergslage stammen und der Beobachter der gleiche ist. Im Weinbauamt Eltville wird seit 1955 der Riesling am Standort „Sonnenberg“ beobachtet, in dieser Zeit waren es nur zwei verschiedene Personen, die die einzelnen Rebstadien festhielten.

Aus Platzgründen wird im Folgenden nur die Rebsorte Riesling beschrieben, die Aussagen gelten tendenziell auch für die anderen genannten Rebsorten.

Wie sensibel die Rebe auf die Witterung reagiert, zeigen die frühesten und spätesten Termine der jeweiligen Entwicklungsstadien. Die Unterschiede nehmen dabei vom Austrieb (31 Tage) bis zum Reifebeginn (45 Tage) deutlich zu. Beim Reifestadium 60 °Oechsle liegen zwischen dem Ausnahmejahr 2003 (22.08.) und dem geringeren Weinjahr 1984 (18.10.) fast zwei Monate. Auffallend ist auch, dass die Jahrgangsschwankungen in den Dekaden vor 1991 deutlich größer waren.

Weiterhin ist der Tabelle zu entnehmen, dass der Zeitraum vom Austrieb bis zum Reifebeginn immer kürzer wird. So verfrühte sich der Austrieb vom Dekadenmittel der 80er Jahre im Vergleich des Mittels von 2001 bis 2008 um sieben Tage, während der Reifebeginn 16 Tage früher eintrat. Der geringe Unterschied beim Lesebeginn in den letzten 20 Jahren ist auf die generell hohen Reifegrade dieser Jahre zurückzuführen.

Verdeutlicht wird die Entwicklung durch die grafischen Darstellungen der phänologischen Beobachtungen des Weinbauamts Eltville zu den Entwicklungsstadien Austrieb, Blüte, Reifebeginn und Lese (Abbildungen 1 bis 4). Sie bestätigen den verfrühten Entwicklungsbeginn und eine Beschleunigung in der Vegetationsperiode bis hin zur Lese.

Tab. 1: Phänologietabelle „Weißer Riesling“

| Jahr   | Austrieb<br>BBCH 09 | 3-Blattstad.<br>BBCH 13 | Blüte                 |                      |                         |                     | Schrottkorngr.<br>BBCH 73 | Erbsengr.<br>BBCH 75 | Reifeentwicklung       |                            |             | Lesebeginn |
|--------|---------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------|------------|
|        |                     |                         | Blühbeginn<br>BBCH 61 | Vollblüte<br>BBCH 65 | abgeh. Blüte<br>BBCH 68 | Blühdauer<br>(Tage) |                           |                      | 25 °Oechsle<br>BBCH 81 | 60 °Oechsle<br>Rhg. Mittel | 70 °Oechsle |            |
| 1955   | 1. Mai              | 15. Mai                 | 26. Jun               | 1. Jul               | 3. Jul                  | 8                   | -                         | -                    | 1. Sep                 | -                          | -           | 1. Nov     |
| 1956   | 8. Mai              | 12. Mai                 | 28. Jun               | 2. Jul               | 9. Jul                  | 12                  | -                         | -                    | 5. Sep                 | -                          | -           | 15. Okt    |
| 1957   | 23. Apr             | 15. Mai                 | 16. Jun               | 18. Jun              | 24. Jun                 | 9                   | -                         | -                    | 1. Sep                 | -                          | -           | 14. Okt    |
| 1958   | 5. Mai              | 15. Mai                 | 25. Jun               | 30. Jun              | 1. Jul                  | 7                   | -                         | 25. Jul              | 1. Sep                 | -                          | -           | 10. Okt    |
| 1959   | 18. Apr             | 25. Apr                 | 7. Jun                | 10. Jun              | 15. Jun                 | 9                   | -                         | 20. Jul              | 15. Aug                | -                          | -           | 1. Okt     |
| 1960   | 20. Apr             | 10. Mai                 | 8. Jun                | 11. Jun              | 20. Jun                 | 13                  | -                         | 16. Jul              | 24. Aug                | -                          | -           | 24. Okt    |
| Mittel | 27. Apr             | 10. Mai                 | 18. Jun               | 22. Jun              | 27. Jun                 | 9,7                 | -                         | 20. Jul              | 28. Aug                | -                          | -           | 16. Okt    |
| 1961   | 15. Apr             | 27. Apr                 | 21. Jun               | -                    | 28. Jun                 | 8                   | -                         | 20. Jul              | 29. Aug                | -                          | -           | 2. Nov     |
| 1962   | 5. Mai              | 24. Mai                 | 24. Jun               | 26. Jun              | 9. Jul                  | 16                  | -                         | 27. Jul              | 3. Sep                 | -                          | -           | 29. Okt    |
| 1963   | 3. Mai              | 13. Mai                 | 20. Jun               | 25. Jun              | 1. Jul                  | 12                  | -                         | 20. Jul              | 20. Aug                | -                          | -           | 21. Okt    |
| 1964   | 28. Apr             | 11. Mai                 | 11. Jun               | 13. Jun              | 16. Jun                 | 6                   | -                         | 3. Jul               | 10. Aug                | -                          | -           | 22. Okt    |
| 1965   | 5. Mai              | 20. Mai                 | 26. Jun               | 29. Jun              | 3. Jul                  | 8                   | -                         | 2. Aug               | 14. Sep                | -                          | -           | 2. Nov     |
| 1966   | 1. Mai              | 10. Mai                 | 10. Jun               | 12. Jun              | 17. Jun                 | 8                   | -                         | 6. Jul               | 24. Aug                | -                          | -           | 19. Okt    |
| 1967   | 8. Mai              | 8. Mai                  | 22. Jun               | 25. Jun              | 27. Jun                 | 6                   | -                         | 15. Jul              | 17. Aug                | -                          | -           | 6. Okt     |
| 1968   | 22. Apr             | 26. Apr                 | 22. Jun               | 25. Jun              | 27. Jun                 | 6                   | -                         | 16. Jul              | 23. Aug                | -                          | -           | 14. Okt    |
| 1969   | 8. Mai              | 11. Mai                 | 22. Jun               | 27. Jun              | 30. Jun                 | 9                   | -                         | 18. Jul              | 18. Aug                | -                          | -           | 15. Okt    |
| 1970   | 10. Mai             | 13. Mai                 | 20. Jun               | 24. Jun              | 27. Jun                 | 8                   | -                         | 14. Jul              | 26. Aug                | -                          | -           | 22. Okt    |
| Mittel | 30. Apr             | 10. Mai                 | 19. Jun               | 22. Jun              | 27. Jun                 | 8,7                 | -                         | 17. Jul              | 24. Aug                | -                          | -           | 21. Okt    |
| 1971   | 24. Apr             | 3. Mai                  | 12. Jun               | 15. Jun              | 24. Jun                 | 13                  | -                         | 10. Jul              | 14. Aug                | -                          | -           | 13. Okt    |
| 1972   | 2. Mai              | 5. Mai                  | 29. Jun               | 2. Jul               | 4. Jul                  | 6                   | -                         | 18. Jul              | 4. Sep                 | 2. Okt                     | 16. Okt     | 26. Okt    |
| 1973   | 6. Mai              | 10. Mai                 | 21. Jun               | 23. Jun              | 26. Jun                 | 6                   | -                         | 6. Jul               | 23. Aug                | 15. Sep                    | 28. Sep     | 17. Okt    |
| 1974   | 14. Apr             | 18. Apr                 | 20. Jun               | 25. Jun              | 30. Jun                 | 11                  | -                         | 18. Jul              | 3. Sep                 | 24. Sep                    | 1. Okt      | 28. Okt    |
| 1975   | 2. Mai              | 8. Mai                  | 20. Jun               | 22. Jun              | 25. Jun                 | 6                   | -                         | 8. Jul               | 21. Aug                | 17. Sep                    | 30. Sep     | 11. Okt    |
| 1976   | 4. Mai              | 7. Mai                  | 13. Jun               | 15. Jun              | 17. Jun                 | 5                   | -                         | 26. Jun              | 10. Aug                | 23. Aug                    | 30. Aug     | 29. Sep    |
| 1977   | 2. Mai              | 9. Mai                  | 26. Jun               | 29. Jun              | 2. Jul                  | 7                   | -                         | 8. Jul               | 2. Sep                 | -                          | 26. Sep     | 19. Okt    |
| 1978   | 3. Mai              | 8. Mai                  | 23. Jun               | 27. Jun              | 2. Jul                  | 10                  | -                         | 24. Jul              | 14. Sep                | 16. Okt                    | -           | 27. Okt    |
| 1979   | 14. Mai             | 17. Mai                 | 20. Jun               | 23. Jun              | 26. Jun                 | 7                   | -                         | 12. Jul              | 22. Aug                | -                          | 25. Sep     | 19. Okt    |
| 1980   | 6. Mai              | 12. Mai                 | 3. Jul                | 6. Jul               | 13. Jul                 | 11                  | -                         | 31. Jul              | 1. Sep                 | 10. Sep                    | -           | 24. Okt    |
| Mittel | 1. Mai              | 6. Mai                  | 21. Jun               | 24. Jun              | 28. Jun                 | 8,2                 | -                         | 13. Jul              | 26. Aug                | 19. Sep                    | 26. Sep     | 18. Okt    |
| 1981   | 14. Apr             | 4. Mai                  | 13. Jun               | 17. Jun              | 20. Jun                 | 9                   | -                         | 5. Jul               | 24. Aug                | 14. Sep                    | 28. Sep     | 8. Okt     |
| 1982   | 12. Mai             | 16. Mai                 | 16. Jun               | 18. Jun              | 23. Jun                 | 8                   | -                         | 5. Jul               | 21. Aug                | 20. Sep                    | 27. Sep     | 2. Okt     |
| 1983   | 30. Apr             | 4. Mai                  | 24. Jun               | 27. Jun              | 29. Jun                 | 6                   | -                         | 10. Jul              | 26. Aug                | 13. Sep                    | 27. Sep     | 7. Okt     |
| 1984   | 29. Apr             | 6. Mai                  | 7. Jul                | 9. Jul               | 11. Jul                 | 5                   | -                         | 1. Aug               | 16. Sep                | 18. Okt                    | -           | 22. Okt    |
| 1985   | 10. Mai             | 15. Mai                 | 27. Jun               | 1. Jul               | 2. Jul                  | 6                   | -                         | 22. Jul              | 5. Sep                 | 23. Sep                    | 5. Okt      | 17. Okt    |
| 1986   | 7. Mai              | 9. Mai                  | 19. Jun               | 22. Jun              | 24. Jun                 | 6                   | -                         | 4. Jul               | 25. Aug                | 25. Sep                    | 3. Okt      | 11. Okt    |
| 1987   | 28. Apr             | 2. Mai                  | 1. Jul                | 3. Jul               | 6. Jul                  | 6                   | -                         | 23. Jul              | 7. Sep                 | 5. Okt                     | 14. Okt     | 19. Okt    |
| 1988   | 2. Mai              | 7. Mai                  | 14. Jun               | 16. Jun              | 20. Jun                 | 7                   | -                         | 13. Jul              | 29. Aug                | 17. Sep                    | 26. Sep     | 10. Okt    |
| 1989   | 26. Apr             | 10. Mai                 | 14. Jun               | 15. Jun              | 19. Jun                 | 6                   | -                         | 28. Jun              | 14. Aug                | 11. Sep                    | 25. Sep     | 28. Sep    |
| 1990   | 22. Apr             | 2. Mai                  | 18. Jun               | 21. Jun              | 25. Jun                 | 8                   | -                         | 9. Jul               | 22. Aug                | 14. Sep                    | 21. Sep     | 7. Okt     |
| Mittel | 30. Apr             | 7. Mai                  | 21. Jun               | 23. Jun              | 26. Jun                 | 6,7                 | -                         | 12. Jul              | 28. Aug                | 22. Sep                    | 29. Sep     | 10. Okt    |
| 1991   | 8. Mai              | 15. Mai                 | 3. Jul                | 6. Jul               | 8. Jul                  | 6                   | -                         | 23. Jul              | 4. Sep                 | 16. Sep                    | 14. Okt     | 7. Okt     |
| 1992   | 24. Apr             | 8. Mai                  | 8. Jun                | 13. Jun              | 16. Jun                 | 9                   | 1. Jul                    | 6. Jul               | 17. Aug                | 7. Sep                     | 19. Sep     | 5. Okt     |
| 1993   | 25. Apr             | 27. Apr                 | 2. Jun                | 6. Jun               | 10. Jun                 | 9                   | 20. Jun                   | 29. Jun              | 9. Aug                 | 28. Aug                    | 7. Sep      | 20. Sep    |
| 1994   | 25. Apr             | 2. Mai                  | 17. Jun               | 23. Jun              | 26. Jun                 | 7                   | 4. Jul                    | 8. Jul               | 15. Aug                | 3. Sep                     | 15. Sep     | 3. Okt     |
| 1995   | 28. Apr             | 5. Mai                  | 23. Jun               | 26. Jun              | 28. Jun                 | 5                   | 3. Jul                    | 12. Jul              | 20. Aug                | 12. Sep                    | 23. Sep     | 7. Okt     |
| 1996   | 26. Apr             | 10. Mai                 | 18. Jun               | 21. Jun              | 26. Jun                 | 8                   | 12. Jul                   | 17. Jul              | 29. Aug                | 20. Sep                    | 30. Sep     | 17. Okt    |
| 1997   | 18. Apr             | 5. Mai                  | 12. Jun               | 16. Jun              | 18. Jun                 | 6                   | 4. Jul                    | 9. Jul               | 21. Aug                | 14. Sep                    | 22. Sep     | 8. Okt     |
| 1998   | 27. Apr             | 10. Mai                 | 10. Jun               | 15. Jun              | 19. Jun                 | 8                   | 26. Jun                   | 3. Jul               | 24. Aug                | 16. Sep                    | 24. Sep     | 9. Okt     |
| 1999   | 22. Apr             | 3. Mai                  | 12. Jun               | 15. Jun              | 17. Jun                 | 5                   | 28. Jun                   | 5. Jul               | 18. Aug                | 10. Sep                    | 20. Sep     | 4. Okt     |
| 2000   | 23. Apr             | 30. Apr                 | 5. Jun                | 7. Jun               | 9. Jun                  | 5                   | 16. Jun                   | 25. Jun              | 15. Aug                | 5. Sep                     | 21. Sep     | 2. Okt     |
| Mittel | 25. Apr             | 5. Mai                  | 14. Jun               | 17. Jun              | 20. Jun                 | 6,8                 | 29. Jun                   | 7. Jul               | 20. Aug                | 10. Sep                    | 22. Sep     | 5. Okt     |
| 2001   | 30. Apr             | 9. Mai                  | 15. Jun               | 18. Jun              | 21. Jun                 | 7                   | 2. Jul                    | 7. Jul               | 18. Aug                | 7. Sep                     | 18. Sep     | 8. Okt     |
| 2002   | 22. Apr             | 9. Mai                  | 14. Jun               | 17. Jun              | 19. Jun                 | 6                   | 26. Jun                   | 3. Jul               | 16. Aug                | 5. Sep                     | 12. Sep     | 7. Okt     |
| 2003   | 18. Apr             | 2. Mai                  | 3. Jun                | 5. Jun               | 7. Jun                  | 5                   | 14. Jun                   | 21. Jun              | 2. Aug                 | 22. Aug                    | 30. Aug     | 22. Sep    |
| 2004   | 23. Apr             | 2. Mai                  | 14. Jun               | 16. Jun              | 18. Jun                 | 5                   | 30. Jun                   | 10. Jul              | 23. Aug                | 10. Sep                    | 18. Sep     | 11. Okt    |
| 2005   | 21. Apr             | 1. Mai                  | 15. Jun               | 20. Jun              | 21. Jun                 | 7                   | 28. Jun                   | 3. Jul               | 13. Aug                | 29. Aug                    | 5. Sep      | 4. Okt     |
| 2006   | 30. Apr             | 8. Mai                  | 16. Jun               | 18. Jun              | 19. Jun                 | 4                   | 28. Jun                   | 5. Jul               | 16. Aug                | 3. Sep                     | 10. Sep     | 2. Okt     |
| 2007   | 14. Apr             | 21. Apr                 | 25. Mai               | 27. Mai              | 31. Mai                 | 7                   | 8. Jun                    | 13. Jun              | 3. Aug                 | 25. Aug                    | 2. Sep      | 22. Sep    |
| 2008   | 28. Apr             | 8. Mai                  | 4. Jun                | 6. Jun               | 8. Jun                  | 5                   | 19. Jun                   | 28. Jun              | 10. Aug                | 1. Sep                     | 13. Sep     | 4. Okt     |
| 2009   |                     |                         |                       |                      |                         |                     |                           |                      |                        |                            |             |            |
| 2010   |                     |                         |                       |                      |                         |                     |                           |                      |                        |                            |             |            |
| Mittel | 23. Apr             | 3. Mai                  | 9. Jun                | 12. Jun              | 14. Jun                 | 5,8                 | 23. Jun                   | 30. Jun              | 12. Aug                | 1. Sep                     | 9. Sep      | 2. Okt     |

| Mittelwerte der Dekaden |                     |                         |                       |                      |                         |                     |                           |                      |                        |                            |             |            |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------|------------|
| Jahr                    | Austrieb<br>BBCH 09 | 3-Blattstad.<br>BBCH 13 | Blüte                 |                      |                         |                     | Schrottkorngr.<br>BBCH 73 | Erbsengr.<br>BBCH 75 | Reifeentwicklung       |                            |             | Lesebeginn |
|                         |                     |                         | Blühbeginn<br>BBCH 61 | Vollblüte<br>BBCH 65 | abgeh. Blüte<br>BBCH 68 | Blühdauer<br>(Tage) |                           |                      | 25 °Oechsle<br>BBCH 81 | 60 °Oechsle<br>Rhg. Mittel | 70 °Oechsle |            |
| 1955-60                 | 27. Apr             | 10. Mai                 | 18. Jun               | 22. Jun              | 27. Jun                 | 9,7                 | -                         | 20. Jul              | 28. Aug                | -                          | -           | 16. Okt    |
| 1961-70                 | 30. Apr             | 10. Mai                 | 19. Jun               | 22. Jun              | 27. Jun                 | 8,7                 | -                         | 17. Jul              | 24. Aug                | -                          | -           | 21. Okt    |
| 1971-80                 | 1. Mai              | 6. Mai                  | 21. Jun               | 24. Jun              | 28. Jun                 | 8,2                 | -                         | 13. Jul              | 26. Aug                | 19. Sep                    | 26. Sep     | 18. Okt    |
| 1981-90                 | 30. Apr             | 7. Mai                  | 21. Jun               | 23. Jun              | 26. Jun                 | 6,7                 | -                         | 12. Jul              | 28. Aug                | 22. Sep                    | 29. Sep     | 10. Okt    |
| 1991-00                 | 25. Apr             | 5. Mai                  | 14. Jun               | 17. Jun              | 20. Jun                 | 6,8                 | 29. Jun                   | 7. Jul               | 20. Aug                | 10. Sep                    | 22. Sep     | 5. Okt     |
| 2001-10                 | 23. Apr             | 3. Mai                  | 9. Jun                | 12. Jun              | 14. Jun                 | 5,8                 | 23. Jun                   | 30. Jun              | 12. Aug                | 1. Sep                     | 9. Sep      | 2. Okt     |

| 30-jähriges Mittel |         |        |         |         |         |     |         |         |         |         |         |         |
|--------------------|---------|--------|---------|---------|---------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1955-80            | 30. Apr | 8. Mai | 20. Jun | 23. Jun | 27. Jun | 8,7 | -       | 15. Jul | 26. Aug | 19. Sep | 26. Sep | 18. Okt |
| 1961-90            | 30. Apr | 8. Mai | 20. Jun | 23. Jun | 27. Jun | 7,9 | -       | 14. Jul | 26. Aug | 20. Sep | 28. Sep | 16. Okt |
| 1971-00            | 29. Apr | 6. Mai | 19. Jun | 22. Jun | 25. Jun | 7,2 | 29. Jun | 10. Jul | 25. Aug | 16. Sep | 26. Sep | 11. Okt |

Dabei zeigt der Trend beim Austrieb (Abb. 1) nur eine leichte Verfrühung um 6 Tage – ganz offensichtlich haben die milden Winter keinen allzu großen Einfluss auf den Austrieb. Betrachtet man den weiteren Verlauf, setzt sich die Verfrühung immer weiter fort: Der Blühbeginn (Abb. 2) erfolgt mittlerweile rund elf Tage früher als noch vor 63 Jahren. Der Reifebeginn schließlich tritt heute durchschnittlich 14 Tage früher ein als zu Beginn der phänologischen Beobachtungen im Jahr 1955. Die Lese kann als arbeitswirtschaftlich beeinflusster Termin nicht auf eine gleiche objektive Ebene gehoben werden wie die übrigen Phasen. Dennoch: Die Verfrühung ist bemerkenswert: 22 Tage – bei deutlich höheren Mostgewichten hat sich die Lese nach vorne geschoben – und das ist sicherlich nicht nur die Folge von (fehlenden) vorgegebenen Leseterminen durch Herbstausschüsse oder aufgrund arbeitswirtschaftlicher Überlegungen.

**Fazit:** Der Trend zu warmen und damit frühen Jahren setzte verstärkt ab 1988 ein, er wird sich nach allen Aussagen der Klimaforschung in den nächsten Jahrzehnten fortsetzen. Durch die bessere Ausreife sind die Winzer zunächst einmal die Profiteure des Klimawandels. Fraglich ist allerdings, ob – und ab wann – die Entwicklung ins Gegenteil umkippt und die Vorteile des „cool climate“ wie Fruchtigkeit, ausgewogenes Säureverhältnis und moderater Alkoholgehalt verloren gehen.

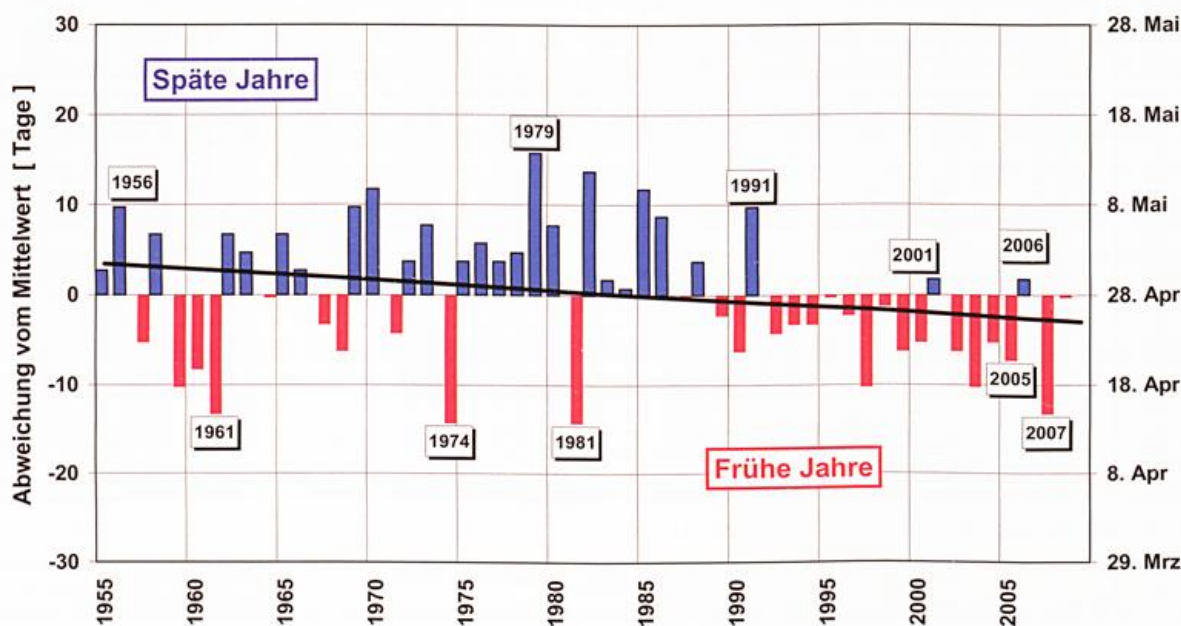


Abb. 1: Austrieb Riesling Eltville (1955-2008)  
 Durchschnitt: 28. April - frühester Termin 14. April - spätester Termin 14. Mai

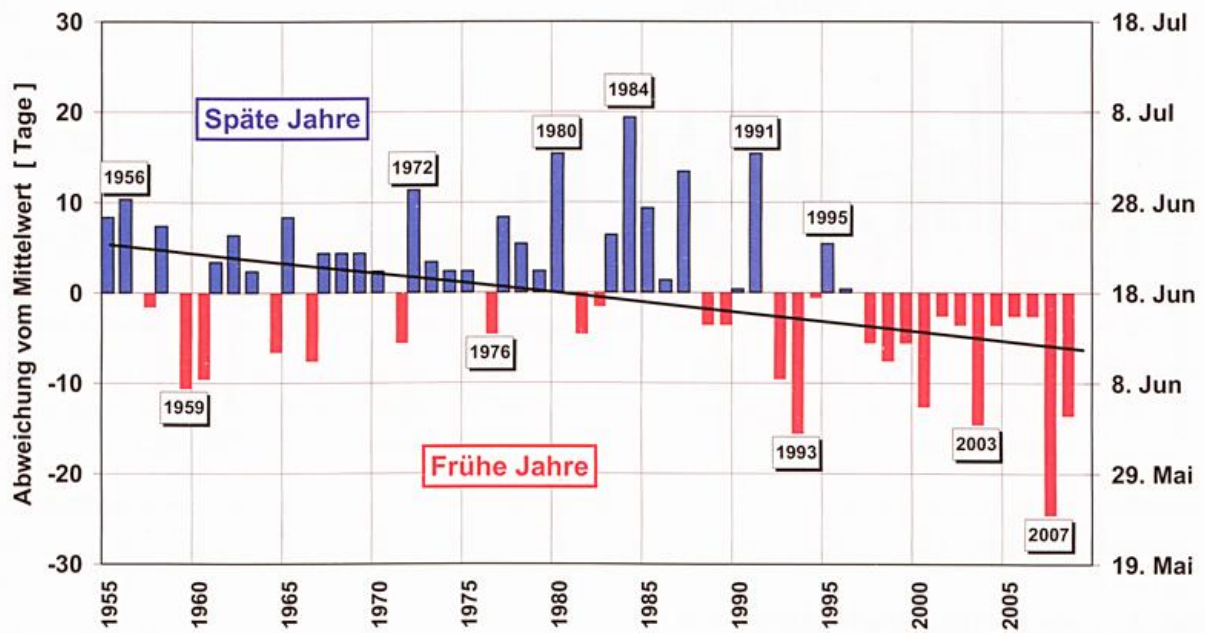


Abb. 2: Blühbeginn Riesling Eltville (1955-2008)  
 Durchschnitt: 18. Juni - frühester Termin 24. Mai - spätester Termin 7. Juli

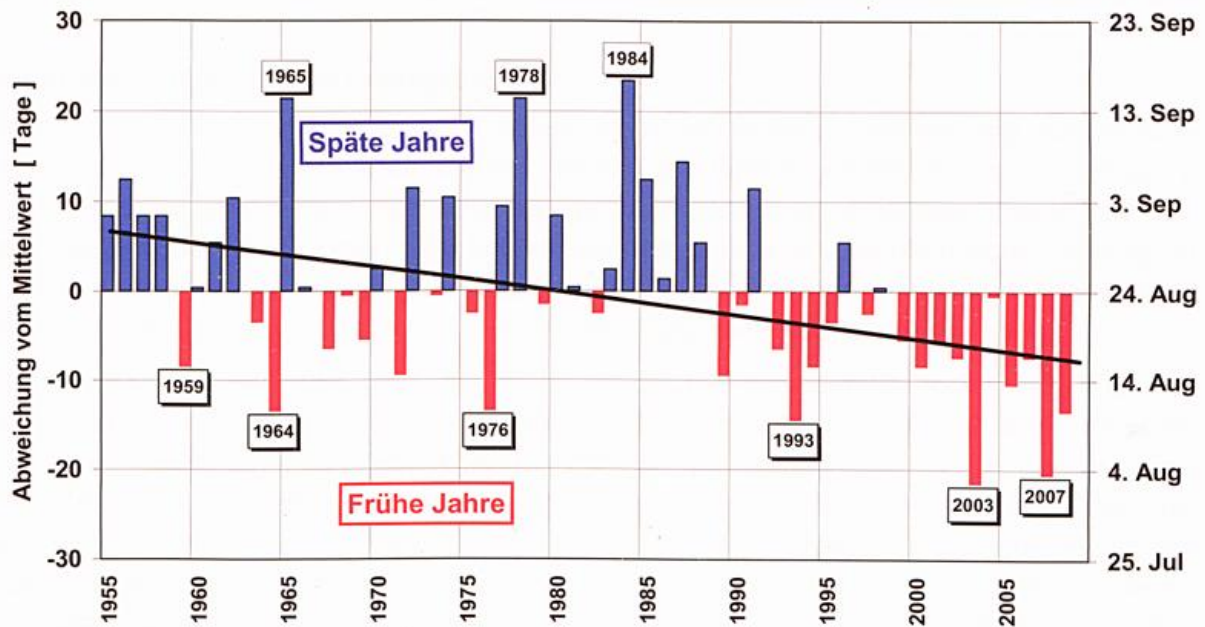


Abb. 3: Reifebeginn (25°Oechsle) Riesling Eltville (1955-2008)  
 Durchschnitt: 24. Aug. - frühester Termin 2. Aug. - spätester Termin 16. Sept.

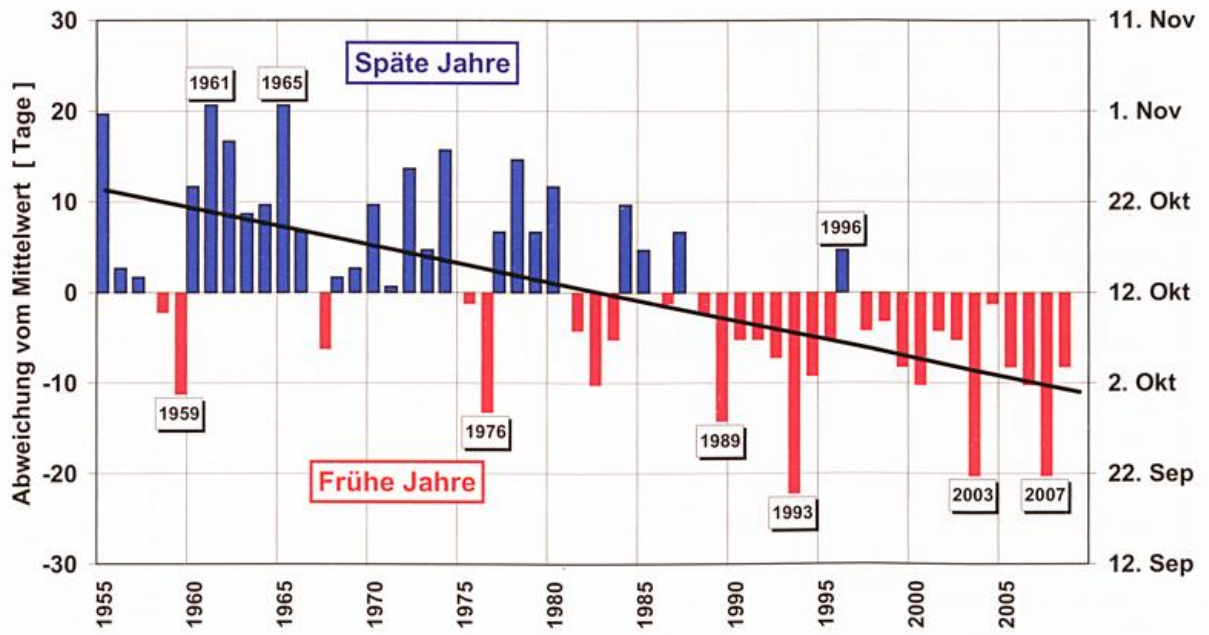


Abb. 4: Lese Riesling Eltville (1955-2008)  
 Durchschnitt: 12. Okt. - frühester Termin 20. Sept. - spätester Termin 2. Nov.

## **Eisweinerzeugung und Eisweinlesetermine in Hessen**

*Andreas Booß, Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbauamt Eltville*

### **Definition**

„Eiswein“ soll es bereits bei den Römern gegeben haben. Zwischenzeitlich vergessen, soll er gegen Ende des 18. Jahrhunderts in Frankreich „wieder entdeckt“ worden sein.

Eiswein ist heute eine Spezialität der nördlichen Weinanbaugebiete. Während in früherer Zeit „Eisweine“ nur zufällig, das heißt in Herbst mit ungewöhnlich früh auftretenden Frösten im Verlauf der eigentlichen Leseperiode eingebracht wurden, wie z.B. 1897 und 1912 an der Mosel (Handbuch des Weinbaues, BABO und MACH, 1924), gingen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts einzelne Weingüter dazu über, Eisweine gezielt zu erzeugen. Schloss Johannisberg erntete im 19. Jahrhundert 1858 – eher zufällig – und 1890 einen Eiswein.

Mit der Neufassung des „Deutschen Weingesetzes“ von 1982 wurde dem Eiswein ein eigenes Prädikat zuerkannt. Danach müssen die Trauben bei der Lese und Kelterung gefroren sein und das Mostgewicht mindestens dem von Beerenauslese entsprechen. Vom Mostgewicht her bedeutet das für die beiden hessischen Anbaugebiete „Rheingau“ und „Hessische Bergstraße“ mindestens 125 °Oechsle. Zusätzlich muss laut §11 der hessischen „Ausführungsverordnung zum Weingesetz“ bei Eiswein das Erntegut von Hand gelesen worden sein.

Vor der Neufassung des Deutschen Weingesetzes war die Bezeichnung Eiswein an ein bestehendes Prädikat - ab Auslese - gebunden. So erzeugten z.B. die hessischen Staatsweingüter eine „1970/71er Hochheimer Domdechaney Riesling Heiliger-Dreikönigs-Eiswein-Auslese“.

### **Voraussetzungen für die Erzeugung**

Befällt ein Frühfrost unreife „grüne“ Trauben, so ist ein weiterer Reifevorgang ausgeschlossen. Die Zellen der Beerenhaut werden zerstört, die Beeren werden braun und weisen je nach „Reifezustand“ einen mehr oder weniger unangenehmen „Frostgeschmack“ auf. Daraus gewonnener Most oxidiert sehr schnell und nimmt eine braune bis rötliche Färbung an. Qualitativ hochwertige Weine lassen sich aus diesen zuckerarmen und extrem säurereichen Mosten, egal ob sofort oder nach dem Auftauen abgepresst wird, nicht gewinnen.

Gefrieren jedoch reife und gesunde Trauben, so kann man daraus hochwertige Eisweine erzeugen. Entscheidend für die Gewinnung von Eiswein ist, dass bei Frost das in den Beeren enthaltene Wasser zu beständigen Eiskristallen gefriert und dadurch u.a. Zucker, Säure sowie Extraktstoffe aufkonzentriert werden. Insbesondere durch die relativ hohe Säure haben diese Weine einen rassigen und sehr fruchtbetonten Charakter und unterscheiden sich somit deutlich von den meist von Botrytis geprägten Beeren- und Trockenbeerenauslesen, was die Zugestehung eines eigenen Prädikates rechtfertigt. Während bei Beeren- und Trockenbeerenauslesen Aromen von getrockneten Früchten und Karamell vorherrschen, ist der Eiswein von den Aromen grüner Früchte geprägt, was ihm ein sehr interessantes Süße-Säure-Spiel verleiht. „Fertige Eisweine“ weisen oftmals Restzuckeranteile von über 250g/l und Säurewerte über 15 Promille auf. Dank dieser Eigenschaften behalten sie sehr lange ihre jugendliche Frische und sind fast unbegrenzt haltbar. Auch ist bei ihnen der Sortencharakter relativ ausgeprägt. Zur Eisweingewinnung eignen sich Riesling und Spätburgunder

aufgrund ihres relativ späten Reifezeitpunktes sowie ihrer Stielfestigkeit in besonderem Maße.

Möglich ist eine Eisweinlese ab einer Temperatur von etwa  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dabei gilt: je langsamer das Thermometer nachts sinkt, desto tiefere Temperaturen sind beim Lesezeitpunkt erforderlich bzw. je weniger die Temperatur von  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  unterschritten wird, desto längere Zeit muss diese Temperatur vorherrschen.

Minus  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  und darunter gelten als ideale Temperatur zur Gewinnung typischer Eisweine. Günstigste Uhrzeit ist in aller Regel nach klaren (Strahlungs-)Nächten der frühe Morgen. Da die Temperatur erst gegen Sonnenaufgang (ca. 8.30 Uhr) ihren tiefsten Wert erreicht und die tief stehende Sonne im Winter in der ersten Stunde nach Sonnenaufgang kaum Wärme entwickelt, beginnt die beste Lesezeit erst nach 7.00 Uhr. Bis 9.30 Uhr sollten die Trauben dann das Kelterhaus erreicht haben. Treten solch niedrige Temperaturen erst jahreszeitlich spät auf, empfiehlt sich zwischendurch ein Entfernen der faulen Trauben am Stock.

Für das erzielbare Mostgewicht bei der Lese kommt es weniger auf das Ausgangsmostgewicht der ungefrorenen Trauben als vielmehr auf die Minusgrade des gefrorenen Lesegutes an. Dass mit den Minusgraden auch die Ausbeute sinkt, versteht sich von selbst.

### **Arbeitsaufwand und Ertrag**

Der Arbeitsaufwand für die Erzielung von Eiswein ist sehr hoch. Da nur gesunde Trauben in Frage kommen, müssen neben den Blättern in der Traubenzone auch die faulen Trauben herausgeschnitten werden. Um die Trauben vor Witterungsunbilden und Vogelfraß zu schützen, kann man die Traubenzone mit einer Folie umspannen. Ein Abdecken sollte jedoch so spät wie möglich erfolgen, da es bei Sonnenschein zu einer starken Erwärmung unter der Folie kommt, was nicht nur die Botrytis fördert. Für viele kleinere Weingüter wie auch für viele Lesekräfte liegt der entscheidende Anreiz für die „eisige“ Ernte in den sehr frühen Morgenstunden darin, „*einmal dabei gewesen zu sein*“. Eine erfolgreiche Ernte setzt eine entsprechende Vorbereitung voraus. Neben dem Bereitliegen des Lesegeschirres muss für eine entsprechende Beleuchtung im Weinberg gesorgt werden. Dafür werden meist Schlepper gezielt mit Scheinwerfern bestückt. Ab den Abendstunden muss die Temperaturentwicklung beobachtet werden und die Erntehelfer in Rufbereitschaft stehen. Gibt das Thermometer „grünes Licht“, hat alles sehr schnell zu erfolgen. Im Unterschied zur normalen Lese werden keine Traubenscheren benötigt. Nach dem Aufschlitzen der Folie können die gefrorenen Trauben leicht mit der Hand vom Trieb gelöst und unter deutlichem „Gerappel“ (hörbares Zeichen der Durchfrostung) im Leseeimer landen. Nach der ein bis zweistündigen Ernte erfolgt rituell die innere Aufwärmung der Lesekräfte anhand unterschiedlichster Getränke. Betriebe, die mehr oder weniger regelmäßig auf die Karte Eiswein setzen, verfügen über ein ausgetüfteltes „Know-how“ mit entsprechendem „Frühwarnsystem“ für die Lesehelfer. Nicht selten gehören Stammkunden, die auch weitere Entfernungen nicht schrecken können, zur eingeschworenen Lesemannschaft, bei der jeder Handgriff sitzt.

Der erzielbare Ertrag je Flächeneinheit hängt vom Traubenansatz, dem Gesundheitszustand des Lesegutes, dem Lesezeitpunkt und der Minustemperatur ab. Die Ausbeute bei der Kelterung wird in erster Linie vom Zustand des Traubengutes und der Temperatur des eingebrachten Lesegutes bestimmt. Auch die Pressung erfordert viel Fingerspitzengefühl, da die Trauben in der Kelter schnell zu einem großen Eisblock erstarren können. Gleichzeitig muss der ablaufende Most ständig auf den Zuckergehalt (Mostgewicht) kontrolliert werden, um

rechtzeitig den Pressvorgang zu beenden bzw. um eventuell mehrere Fraktionen zu erhalten. Mit zunehmendem Auftauen verringert sich die Konzentration des Mostes.

Die erreichbaren Erntemengen schwanken zwischen den Extremen zweihundert und zweitausend Liter je ha, bei durchschnittlich etwa 1.000 l/ha. Aber auch Totalverluste kommen vor. Im Vergleich hierzu liegt der langfristige Durchschnittsertrag beider hessischer Anbaugebiete bei etwa 7.800 l/ha. Somit kann auch nicht überraschen, dass mit Eiswein selten ein direkter ökonomischer Gewinn zu erzielen ist. Der Grund für die Erzeugung liegt vordergründig im Imagegewinn des Weingutes.

Aufgrund des hohen Risikos ist es verständlich, dass bevorzugt in ertragsreicheren Jahren Trauben zur Eisweingewinnung hängen bleiben.

Ein exzellentes Eisweinjahr war 1996. Bei Temperaturen bis  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  verteilte „Väterchen Frost“ am Morgen des 25. Dezember reihenweise Weihnachtsgeschenke. In bis dato noch nie da gewesener Anzahl und Menge wurden Eisweinmoste mit sehr hohem Mostgewicht in den Kelterhallen gepresst. Allein bei 12 dem Weinbauamt Eltville eingegangenen Meldungen lag das Mostgewicht über der 200 °OechsleMarke. Die beiden Spitzenergebnisse erreichten 225 °Oechsle, bei unter diesen Voraussetzungen noch sehr beachtlichen Mengen von 180 und 200 Liter. Die Säurewerte reichten bis 28! Promille. Aber auch beim 2002er wurden im Dezember und Januar vorzügliche Eisweinqualitäten erzielt und sowohl hessen- als auch bundesweit die bis dahin größte Erntemenge eingebracht. Selbst 2003, dem Jahr der phänologischen Superlative, konnten Eisweine eine bis dato noch nie erzielte Palette an edelsüßen Gewächsen komplettieren. Dagegen hatte man 2006 die Hoffnung schon fast aufgegeben, ehe in den Morgenstunden des 26. Januar 2007 die Quecksilbersäule doch noch auf  $-8$  bis  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  fiel und drei Weingüter bei sehr magerer Ausbeute insgesamt 200 Liter einbringen konnten, was weniger als 2 % einer „Durchschnittseisweinernte“ ausmachte.

## **Vermarktung**

Eiswein hat sich als eigenständiges Produkt am Markt fest etabliert. Während früher durch die Eisweinerzeugung auch in qualitativ geringeren Jahren die Nachfrage nach hochkarätigen edelsüßen Weinen befriedigt werden konnte, behauptet sich der Eiswein heute als eigenständiges, hochwertiges Produkt. Auch überrascht es nicht, dass er als Spezialität der nördlichen Anbaugebiete einen weit überdurchschnittlich hohen Exportanteil erreicht.

Größter deutscher Eisweinproduzent sind die „Hessischen Staatsweingüter GmbH Kloster Eberbach“, die seit 1966 fast in jedem Jahr Eisweine, teilweise mehrere tausend Liter pro Jahrgang, erzeugen konnten. Bei ihren jährlichen Versteigerungen in Kloster Eberbach erzielten Eisweine stets Höchstpreise. Als Novität galten 1972 die 206,00 DM/Flasche für den bereits erwähnten „1970/71er Hochheimer Domdechaney Riesling Heiliger-Dreikönigs Eiswein-Auslese“ (gelesen bei minus  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  erreichte er 194 °Oechsle bei 16,2 Promille Säure). Bereits 1971 bei der Bundesweinprämierung erzielte dieser Wein mit 20 Punkten die volle Punktzahl. Anlässlich der 1980 durchgeführten Versteigerung der „Parade der Eisweine“ fiel für den gleichen Wein erst bei 800,00 DM/Flasche der „Hammer“.

Dieser Wein war damals sogar der Tagesschau eine Erwähnung wert. Eisweine wurden im Rheingau bereits im letzten Jahrhundert erzeugt. So sollen 1875 und 1890 „Eisweinjahre“ gewesen sein (in: VON DER HEIDE und SCHMITTHENNER, Der Wein, 1922). Weiterhin schreiben die Autoren: „Alle Beobachter weisen darauf hin, dass die Eisweine zu den edelsten

Rheingauer Gewächsen gehören; insbesondere, da sie durchaus reintonig und ohne jeden Frostgeschmack sind. Es fehlt ihnen zwar das Sherrybukett der Ausleseweine, dagegen weisen sie das eigentliche Rieslingbukett in seiner ganzen Fülle auf.“

Laut WINDISCH (Geisenheimer Berichte, 1902) eignen sich nur Trauben, die sehr zuckerreich sind und deren „Inhalt an sich schon konzentriert ist; alsdann werden Weine gewonnen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den hochfeinen Auslesen haben, die aus zu Rosinen eingetrockneten Trauben hergestellt sind“. TROST (1955) erwähnt in seiner „Technologie des Weines“ die Jahre 1902 und 1950 als besonders geeignete Jahre zur Eisweinproduktion.

Heute möchte man beim Eiswein keine „gesteigerte Auslese“, sondern bewusst einen eigenen „Weintyp“ erzeugen. Dafür sind zwar ebenfalls reife Trauben notwendig, aber die Trauben sollten möglichst gesund sein, so dass beim hieraus gewonnenen Eiswein die „grünen Aromen“ im Vordergrund stehen.

Fällt zum Abschluss einer Weinprobe beim Winzer das Stichwort Eiswein, so kann man an den strahlenden Augen der Weinliebhaber die große Wertschätzung für dieses Produkt erkennen.

### Neben- und Ergänzungsprodukte

Der nach der Pressung verbleibende Trester bildet eine vorzügliche Grundlage für einen „Eiswein-Trester“. Aber auch „Eiswein-Essig“ und Sekt aus Eiswein sind sehr spezielle und interessante Liebhaberprodukte.

Tab. 1: Eisweinerntemengen in Liter nach Anbaugebiet

| Weinjahr            | Rheingau      | Hessische Bergstraße |
|---------------------|---------------|----------------------|
| 1990                | 6.000         |                      |
| 1991                | 6.000         |                      |
| 1992                | 24.000        |                      |
| 1993                | 24.000        |                      |
| 1994                | 17.000        |                      |
| 1995                | 12.000        |                      |
| 1996                | 14.000        |                      |
| 1997                | 18.000        |                      |
| 1998                | 7.566         |                      |
| 1999                | 8.638         | 3.868                |
| 2000                | 7.979         | 2.390                |
| 2001                | 12.219        | 3.385                |
| 2002                | 32.313        | 2.414                |
| 2003                | 7.576         | 3.275                |
| 2004                | 9.124         | 1.878                |
| 2005                | 6.216         | 570                  |
| 2006                | 200           | Fehlanzeige          |
| 2007                | 11.130        | 750                  |
| <b>Durchschnitt</b> | <b>12.442</b> | <b>2.223</b>         |

Von 1990-1997 geschätzt

Ab 1998 Auswertung der abgegebenen Meldungen beim Weinbauamt Eltville

Die Statistik für den Rheingau zeigt, dass die Erntemengen von Jahr zu Jahr sehr stark schwanken (Tab. 1). So beträgt – abgesehen vom Ausnahmejahrgang 2006 – die vom Jahrgang 2002 eingebrachte Erntemenge das 5fache der von 1990, obwohl in beiden Jahren bereits Anfang Dezember aufgrund der aufgetretenen Minusgrade die Erzeugung von Eiswein möglich war.

Die Schwankungen an der Hessischen Bergstraße sind dazu im Vergleich geringer.

Aus den Mittelwerten geht hervor, dass der Anteil der Eisweine an der Gesamterntemenge in beiden Anbaugebieten weit unter einem Promille liegt.

Aufgrund der topographischen Gegebenheiten im Rheingau können die Temperaturverhältnisse lokal um mehrere Grad Celsius schwanken, so dass keine verbindlichen Eisweinlesetermine für das gesamte Anbaugebiet möglich sind. Ausgewertet wurden die Aufzeichnungen der Messstelle des Deutschen Wetterdienstes in Geisenheim. Es wurden alle Termine erfasst, an denen das Thermometer tiefere Werte als minus 6,0 °C anzeigte.

Unter Zugrundelegung dieser Prämisse war der früheste erstmögliche Lesezeitpunkt seit 1934 der 15. November 1983. An zweiter Stelle folgt der 16. November 1965 und auf Platz drei der 22. November 1988. Der späteste erstmögliche Lesezeitpunkt war für den Jahrgang 1982 der 16. Februar 1983. Auf Platz zwei landet der 28. Januar 1952 für den 1951er. Das heißt, in einigen Kalenderjahren waren zwei Eiswein-Ernten möglich. Klassischer Eisweinmonat ist laut den Aufzeichnungen der Dezember, auf den über 60 % der „Eisweinerntetermine“ fallen, darunter auch vier der letzten fünf Jahre (2000-2004). Dabei waren Tage um Weihnachten häufig mögliche Lesezeitpunkte (z. B. 1935, 1937, 1939, 1941, 1942, 1944, 1946, 1948, 1964, 1970, 1972, 1976, 1986, 1996, 2000 und 2001).

Die „alte Bauernregel“, dass Vollmondnächte besonders tiefe Temperaturen erwarten lassen und damit überdurchschnittlich häufig Eisweintermine sind, kann der Deutsche Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim, anhand seiner langjährigen Temperaturlaufzeichnungen nicht bestätigen.

Auffallend ist noch, dass in den 40er und 50er Jahren besonders tiefe Temperaturen, die zudem noch lange anhielten, registriert wurden.

**Tab. 2: Verteilung der frühest möglichen Eisweinlesetermine eines Jahrganges für die Weinjahrgänge 1934 bis 2008**

| Dekade      |             | November       |             | Dezember       |             | Januar         |             | Februar        |             |
|-------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Beginn      | Ende        | Anzahl absolut | Anteil in % | Anzahl absolut | Anteil in % | Anzahl absolut | Anteil in % | Anzahl absolut | Anteil in % |
| 1934        | 1940        | -              | -           | 5              | 50          | 2              | 10          | -              | -           |
| 1941        | 1950        | 1              | 10          | 8              | 80          | 1              | 10          | -              | -           |
| 1951        | 1960        | 2              | 20          | 3              | 30          | 5              | 50          | -              | -           |
| 1961        | 1970        | 1              | 10          | 8              | 80          | 1              | 10          | -              | -           |
| 1971*       | 1980        | 2              | 20          | 5              | 50          | 2              | 20          | -              | -           |
| 1981        | 1990        | 3              | 30          | 6              | 60          | -              | -           | 1              | 10          |
| 1991        | 2000        | 2              | 20          | 6              | 60          | 2              | 20          | -              | -           |
| 2001        | 2008        | -              | -           | 5              | 57          | 3              | 43          | -              | -           |
| <b>1934</b> | <b>2008</b> | <b>11</b>      | <b>15</b>   | <b>46</b>      | <b>62</b>   | <b>16</b>      | <b>22</b>   | <b>1</b>       | <b>1</b>    |

\* 1974 Fehlanzeige

Aus Tab. 2 geht hervor, dass in 46 von 74 Jahrgängen der erste mögliche Eisweinlesestermin im Dezember lag. In 11 Jahren konnte schon im November Eiswein geerntet werden. Auf den Januar mussten die Winzer in 16 Jahren warten. Bis in den Februar zittern mussten sie gar bei dem bisher ertragreichsten Weinjahrgang 1982. Lediglich beim 1974er fiel die Eisweinlese der „Wärme“ zum Opfer.

Dass der Klimawandel die natürliche Eisweingewinnung erschweren wird, steht wohl außer Frage. Es bleibt jedoch zu hoffen, dass uns diese Spezialität und Rarität nicht verloren geht.

Auch im größten Weinbau treibendem Bundesland, in Rheinland-Pfalz, sind von 1989 bis 2004 zwischen 1.065 und 11.461 hl jährlich bei den Qualitätswein-Prüfstellen zur Prüfung angestellt worden (Quelle: Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Weinbauabteilung Bad-Kreuznach – siehe Tab. 3).

Ein schon inflationärer Rekord wurde für den Jahrgang 2002 gemeldet. Nach Presseberichten wurden in diesem Jahr in Rheinland-Pfalz 11.700 hl geerntet (Quelle: Wiesbadener Tagblatt vom 07.02.2003, Aussage Andreas Lehnen, Weinbauamt Wittlich).

**Tab. 3: Anstellungen zur Eisweinprüfung in Rheinland-Pfalz in hl**

| Jahr          | Ahr          | Mittel-rhein | Mosel-Saar-Ruwer | Nahe          | Pfalz         | Rhein-hessen    | Summe           |
|---------------|--------------|--------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1989          | 4,40         | 8,68         | 241,31           | 53,55         | 352,17        | 404,79          | 1.064,90        |
| 1990          | 4,80         | 3,80         | 564,83           | 58,97         | 941,75        | 1.682,17        | 3.256,32        |
| 1991          | 5,30         | -            | 270,97           | 35,10         | 446,25        | 623,07          | 1.380,69        |
| 1992          | 1,22         | 2,60         | 138,69           | 134,35        | 722,05        | 787,83          | 1.786,74        |
| 1993          | 4,22         | 5,82         | 353,38           | 113,83        | 823,53        | 997,25          | 2.298,03        |
| 1994          | 25,32        | 5,35         | 401,03           | 55,58         | 474,17        | 538,02          | 1.499,47        |
| 1995          | 0,60         | 2,47         | 117,67           | 55,18         | 378,04        | 758,36          | 1.312,32        |
| 1996          | 35,51        | 12,35        | 460,00           | 58,48         | 278,74        | 651,26          | 1.496,34        |
| 1997          | 3,00         | 2,00         | 208,00           | 168,00        | 658,00        | 1.115,00        | 2.154,00        |
| 1998          | 3,00         | 3,00         | 115,00           | 129,00        | 684,00        | 1.386,00        | 2.320,00        |
| 1999          | 19,00        | 31,00        | 932,00           | 286,00        | 974,00        | 1.261,00        | 3.503,00        |
| 2000          | 21,00        | 20,00        | 573,00           | 241,00        | 1.369,00      | 2.453,00        | 4.677,00        |
| 2001          | 6,00         | 11,00        | 391,00           | 131,00        | 614,00        | 1.577,00        | 2.730,00        |
| 2002          | 7,00         | 29,00        | 623,00           | 225,00        | 1.299,00      | 2.533,00        | 4.716,00        |
| 2003          | 19,00        | 57,00        | 982,00           | 562,00        | 2.049,00      | 7.801,00        | 11.461,00       |
| 2004          | 1,00         | 15,00        | 326,00           | 201,00        | 1.941,00      | 7.816,00        | 10.299,00       |
| 2005          |              |              |                  |               |               |                 |                 |
| <b>Mittel</b> | <b>10,02</b> | <b>13,07</b> | <b>418,62</b>    | <b>156,75</b> | <b>875,29</b> | <b>2.024,05</b> | <b>3.497,18</b> |

Quelle: Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz

### Mögliche Eisweinerntetermine (-6 °C und kälter) ab dem Weinjahrgang 1934

Berücksichtigt wurden Temperaturen ab -6,0 °C und tiefer (Messstelle Geisenheim). Da die Temperaturverhältnisse lokal um mehrere Grad Celsius schwanken können, sind auch andere Termine durchaus möglich.

| Weinjahrgang | Termine   |
|--------------|---|
| 1934         | 12., 30. Jan.   |
| 1935         | 23. Dez.; 10. bis 15. Febr.   |
| 1936         | 10., 29., 30. Jan.  |
| 1937         | 22., 30., 31. Dez.; 3. bis 6. Jan. (am 5. < -10 °C)   |
| 1938         | 17. bis 27. Dez. (an sieben Tagen < -10 °C; kalter Dez.)  |
| 1939         | 22., 23. Dez., 28. Dez. bis 31. Jan.<br>(bis -24 °C am 19.01.; insgesamt sehr kalter Jan.)                        |
| 1940         | 2., 16. bis 26. Dez.; 2. bis 18. Jan. (an 13 Tagen < -10 °C)  |
| 1941         | 3., 22., 28., 29. (< -10 °C) Dez.; 7. bis 28. Jan.<br>(an 16 Tagen < -10 °C, am 27.01 < -20 °C; sehr kalter Jan.) |
| 1942         | 28., 29. Dez.; 6. bis 11. Jan. (am 9. und 10. -14 °C)   |
| 1943         | 14. bis 16. Dez.; 20., 21., 24., 25., 27. Febr.   |
| 1944         | 23. bis 28., 29. Dez. (am 28. < -10 °C), 30. Dez. bis 2. Jan.,<br>6. bis 17. Jan. (am 2., 11. und 12. < -10 °C)   |
| 1945         | 8. bis 11. Dez. (am 8. und 9. < -10 °C); 1., 3. bis 9. Jan.<br>(am 6. und 7. < -10 °C)                            |
| 1946         | 15. bis 25. Dez. (an acht Tagen < -10 °C); 4. bis 9. Jan.<br>(an vier Tagen < -10 °C)                             |
| 1947         | 19. Dez.; 19. bis 22. Febr. (am 20. < -10 °C)   |
| 1948         | 26., 30. Nov.; 22. bis 28. Dez. (am 28. < -10 °C)   |
| 1949         | 19. bis 22., 24. bis 26., 29., 30. Jan. (am 30. < -10 °C)   |
| 1950         | 10., 19., 20., 23., 29. bis 31. Dez. (29. – 31. < -10 °C)   |
| 1951         | 28. Jan.; 12. bis 17. Febr. (am 15. < -10 °C)   |
| 1952         | 9., 10. Dez.; 14. und 15. Jan.; 7. bis 9. Febr. (am 8. Febr. < -15 °C)  |
| 1953         | 3., 6. bis 9. Jan., 25. Jan. bis 8. Febr.<br>(am 9., 27., 30. und 31. Jan. < -10 °C; am 1. Febr. < -15 °C)        |
| 1954         | 8., 13., 17., 18. und 20. Jan. (am 18. < -10 °C); 15. bis 19. Febr.<br>(am 16. < -10 °C)                          |
| 1955         | 26. Nov.; 31. Jan. bis 28. Febr.<br>(am 1. und 2. Febr. < -20 °C; extrem kalter Febr.)                            |
| 1956         | 25. Nov.; 28., 29., 31. Dez.; 1., 16., 18., 21. bis 24. Jan.<br>(am 23. < -10 °C)                                 |
| 1957         | 23. bis 26., 29., 30. Jan.  |
| 1958         | 2., 4. Dez.; 11., 16. bis 18. Jan.  |
| 1959         | 10. bis 18. Jan. (13. – 16. < -10 °C)   |

|      |  |
|------|--|
| 1960 | 19., 20., 27. Jan.   |
| 1961 | 16. bis 20. Dez. (am 17. und 18. < -10 °C), 24. bis 26. Dez.   |
| 1962 | 3. bis 9. Dez., 22. bis 29. Dez.<br>(am 23., 24., 28. und 29. < -10 °C) Jan. und Febr. ebenfalls sehr kalt |
| 1963 | 14. bis 25. Dez. (an sechs Tagen < -10 °C);<br>5., 11. bis 13., 16. bis 22. Jan.                           |
| 1964 | 27. bis 30. Dez.; 10., 22. Febr.   |
| 1965 | 16., 23. Nov.; 8., 11. bis 20. Jan. (16. – 19. < -10 °C)   |
| 1966 | 8. bis 10. Jan.  |
| 1967 | 9., 11. Dez.; 8. bis 10., 12. bis 14. Jan. (am 13. bis -19 °C)   |
| 1968 | 11. bis 14., 31. Dez.; (am 12. < -10 °C)   |
| 1969 | 2., 10., 19. bis 22. Dez. (am 20. und 21. < -10 °C)  |
| 1970 | 23., 24., 27., 28., 31. Dez. bis 15. Jan. (an sechs Tagen < -10 °C)  |
| 1971 | 17. bis 19. Jan., 29. Jan. bis 1. Febr.<br>(am 31. Jan. und 1. Febr. < -10 °C)                             |
| 1972 | 22., 25., 26., 31. Dez. bis 2. Jan. (am 1. < -10 °C)   |
| 1973 | 30. Nov. bis 3. Dez. (am 1., 2. und 3. < -10 °C)   |
| 1974 | Fehlanzeige; Minimum: -3,0 °C am 17. Febr. 1975  |
| 1975 | 19. Dez.; 27. bis 31. Jan. (am 29. und 30. < -10 °C)   |
| 1976 | 26. bis 31. Dez. (am 30. < -10 °C)   |
| 1977 | 30. Nov.; 17. bis 21. Febr. (am 18. < -10 °C)  |
| 1978 | 7., 8. Dez., 31. Dez. bis 8. Jan.<br>(davon an neun Tagen < -10 °C bis -17 °C)                             |
| 1979 | 12. bis 19. Jan. (am 14. < -10 °C)   |
| 1980 | 2., 7. bis 9. Dez.; 8., 14., 22. bis 24. Jan.  |
| 1981 | 13., 16. bis 20. Dez. ( am 19. < -10 °C); 6. bis 18. Jan. (am 14. -16 °C)                                  |
| 1982 | 16., 17., 19., 22., 23. Febr.  |
| 1983 | 15. Nov.; 5., 15. Dez.   |
| 1984 | 31. Dez.; 4. bis 16. Jan. (an 11 Tagen < -10 °C, am 13. -16 °C)  |
| 1985 | 31. Dez. bis 1. Jan., 9., 10., 27. Jan.; 7. bis 27. Febr. (Febr. kalt)                                     |
| 1986 | 24., 25. Dez.; 8., 10. bis 19. Jan. (11. – 16. < -10 °C)   |
| 1987 | 8. bis 10. Dez.  |
| 1988 | 22. Nov.   |
| 1989 | 26., 30. Nov.; 11. Dez.  |
| 1990 | 7. Dez.; 29. Jan.; 1. bis 9. Febr. (am 6. und 7. < -10 °C)   |
| 1991 | 10., 12. bis 16. Dez.  |
| 1992 | 29. bis 31. Dez.; 2. bis 5. Jan. (am 5. < -10 °C)  |
| 1993 | 22., 23., 30. Nov.; 1. Dez.  |
| 1994 | 4. bis 6. Jan.   |
| 1995 | 28. bis 30. Dez.; 26. Jan.   |

|      |  |
|------|--|
| 1996 | 24. Dez. bis 8. Jan., 12. bis 18. Jan.<br>(an 13 Tagen < -10 °C, am 2. -18 °C), herausragender Eisweinjahrgang |
| 1997 | 27., 28. Jan.; 1. bis 5. Febr. (am 2. < -10 °C)  |
| 1998 | 22., 23. Nov.; 10., 12. und 13. Febr.  |
| 1999 | 24. bis 28. Jan.   |
| 2000 | 23. Dez. ; 17., 25. Jan.   |
| 2001 | 14., 15., 23. und 24. Dez. (am 24. < -10 °C); 1. bis 7. Jan.<br>(an vier Tagen < -10 °C)                       |
| 2002 | 11. Dez.; 7. bis 12. Jan. (am 8. < -10 °C)   |
| 2003 | 3. Jan.; 27. Febr.   |
| 2004 | 11., 21. Dez.; 29. Jan.  |
| 2005 | 30. Dez.; 14. und 16. Jan. (16. bis -11 °C)  |
| 2006 | 26. Jan. (-8 bis -10 °C)   |
| 2007 | 19. bis 23. Jan.   |
| 2008 | 31. Dez.; 6. bis 14. Jan. (am 7. bis < -15 °C)   |

Quelle: Auswertung der Temperaturmessungen des Deutschen Wetterdienstes,  
Außenstelle Geisenheim

# **Die Erosivität der Niederschläge in den Hessischen Weinbaugebieten und ihre Auswirkungen auf die Bodenerosion in den Weinbergen**

*Kurt Emde, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Geographisches Institut*

## **Einleitung**

Seit Beginn der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts (ELLISON 1944, 1950) wird versucht, die Beziehung zwischen dem Niederschlag und der erodierten Bodenmenge quantitativ zu beschreiben.

Die Fähigkeit der Niederschläge zum Lösen der Bodenpartikel ist durch die Tropfengröße, die Tropfengeschwindigkeit und die Regenintensität bestimmt. Je größer die Intensität eines Regens bzw. die kinetische Energie, desto größer ist auch die erosive Leistung.

Studien in den USA ergaben, dass eine verbesserte Vorhersage der Bodenerosion auf der Basis einzelner Starkregenereignisse erreicht wird, sofern die Regenenergie als Einzelvariable Verwendung findet. Grundlage für die Berechnung hierfür war die kinetische Energie, die sich aus der Summation der Energie der gesamten Regentropfen in einem bestimmten Zeitintervall ergab (NAUNIN, zitiert in SAUERBORN 1994). WISHMEYER/SMITH (1958) haben einen Erosionsindex oder (R-Faktor) für die Erosivität der Niederschläge mittels Formeln näher definiert. Niederschläge gelten nur dann als erosiv, wenn sie mindestens über eine bestimmte Niederschlagsmenge (> 12,5 mm) hinausgehen oder die maximale 30-Minuten-Intensität mindestens 10 mm/h übersteigt. Die errechnete Energiesumme wird anschließend mit der maximalen 30-Minuten-Intensität multipliziert. Diese ergibt den R-Faktor (Erosivität der Niederschläge).

SCHWERTMANN et al. (1980) haben dieses Modell als erstes in Deutschland getestet und die erosive Niederschlagsmenge in Bayern dann bei 10 mm Grenze festgelegt.

Im Rahmen eines BMFT-Projektes an der Forschungsanstalt in Geisenheim am Rhein in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst zur „Nitratdynamik weinbaulich genutzter Flächen“ (1987-1993) wurde u. a. der Oberflächenabfluss und Bodenaustrag in verschiedenen bewirtschafteten (offen und begrünt) Rebanlagen (Neigung zwischen 10 und 32 %) erfasst. Seit dem Jahre 1994 wird auf zwei dieser Versuchsflächen der Oberflächenabfluss und der Bodenaustrag durch langfristige Bodendauerbeobachtungen durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie weiter ermittelt.

Die in den Jahren 1989 und 1990 gemessenen hohen Intensitäten der Niederschläge im Rheingau (Jahrhundertereignisse) und die damit verbundenen extremen Bodenausträge ließen die Notwendigkeit erkennen, auch hier die räumliche und zeitliche Auflösung der Niederschläge näher zu charakterisieren. Der R-Faktor für die beiden Regionen wurde dabei detailliert ermittelt. Für die Region Rheingau standen mehrere Wetterstationen mit Niederschlagsdaten über einen längeren Zeitraum (1961-1990, bzw. 1967-1990) zur Verfügung; für die Hessische Bergstraße allerdings nur die Station in Darmstadt (1970-1979).

## **Regionalklimatische Grundlagen**

Das Makroklima dieses Mitteleuropäischen Großraumes innerhalb der Westwindzone wird bestimmt durch seine Lage zum Meer. In der Klimagliederung nach TROLL (1964) gehört der Raum zum subozeanischen Klima der kühlgemäßigten Zone, im Übergang vom maritimen

Westeuropa zum kontinentalen Osteuropa. Der Großraum zeigt ein erheblich differenziertes Bild. Die ihn umrahmenden Gebirge bewirken ein stärker maritim geprägtes Klima mit höheren Niederschlägen im Winterhalbjahr, bei geringer Jahresamplitude der Temperatur.

Die tiefer gelegenen Regionen (Becken und Tallagen) weisen dagegen eine relativ hohe Jahresschwankung der Temperatur und geringere Niederschläge auf, wobei das Maximum der Niederschläge im Sommerhalbjahr liegt. Die orographischen Verhältnisse prägen somit die speziellen Klimaeigenschaften dieser Region (AMBOS & KANDLER, 1987). Es ergibt sich die Frage, ob Unterschiede in der erosiven Niederschlagscharakteristik der Regionen zu erwarten sind.

### Erosivität der Niederschläge (R-Faktor)

Untersuchungen zur Erosivität der Niederschläge (R-Faktor) in den beiden Weinbaugebieten über einen Zeitraum von 10 Jahren (Hessischen Bergstraße) bzw. 30 Jahren (Rheingau) ergaben, dass hinsichtlich der Häufigkeit der erosiven Ereignisse große Unterschiede in beiden Regionen bestehen (EMDE 1993, 2000). Die nachfolgende Tabelle 1 und die Abbildung 1 dokumentieren die Niederschlagscharakteristik.

**Tab. 1: Mittlere monatliche Re-Werte von Geisenheim (GH) und Darmstadt (DA) (1970-1979) und im langjährigen Mittel (nur Geisenheim 1961-1990)**

|   | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni         | Juli         | Aug          | Sep | Okt | Nov | Dez | Ø             |
|---|-----|-----|------|-----|-----|--------------|--------------|--------------|-----|-----|-----|-----|---------------|
| GH (1961-1990)<br>(n = 260, ø 8,7<br>er. NS, Apr.-Okt.) | 0   | 0   | 0    | 0,5 | 4,1 | 7,8<br>10,0* | 9,3<br>12,5* | 7,9<br>10,2* | 4,0 | 1,5 | 0   | 0   | 35,1          |
| GH (1970-1979)  | 0   | 0   | 0    | 0,9 | 4,6 | 5,9          | 13,3         | 6,5<br>13,6* | 1,7 | 0,8 | 0   | 0   | 33,7<br>40,8* |
| DA (1970-1979),<br>(n=161, ø 16,1<br>er. NS, Jan.-Dez.) | 0,1 | 0,9 | 0,8  | 1,9 | 8,8 | 9,3          | 21,6         | 14,6         | 4,0 | 2,3 | 4,1 | 1,8 | 70,2          |

(er. NS = erosive Niederschläge; \* = mit Extremereignissen)

Wie aus der Abbildung 1 zu entnehmen ist, sind sowohl im Rheingau wie auch an der Hessischen Bergstraße alle größeren Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode als extreme Starkregenereignisse zu verzeichnen. Die kinetische Energie ist in beiden Regionen jedoch identisch, obwohl die naturräumlichen Gegebenheiten an der Hessischen Bergstraße, insbesondere durch die Nord-Süd-Erstreckung des Odenwaldes, eine andere Niederschlagscharakteristik erwarten lassen.

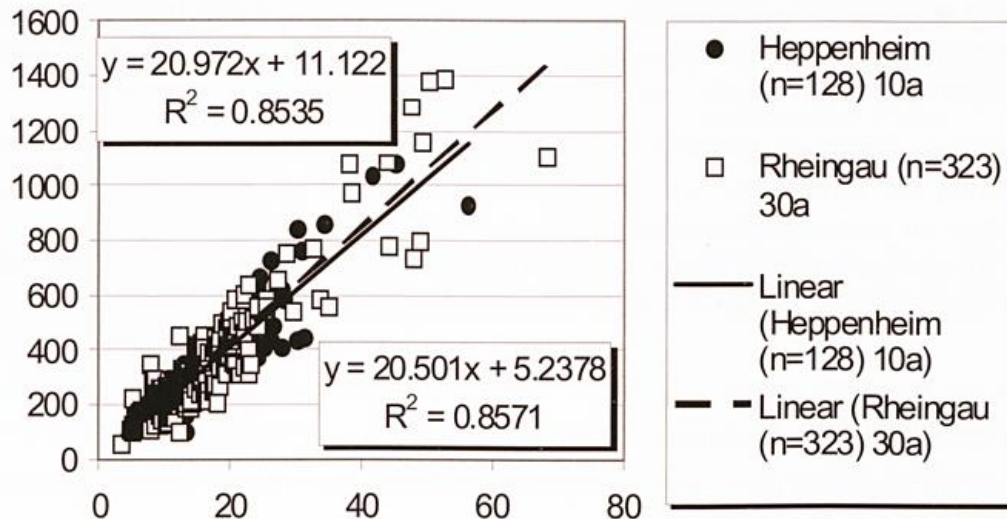


Abb. 1: Beziehung zwischen den Re-Einzelwerten der Stationen im Rheingau und der Hessischen Bergstraße und den tatsächlichen Niederschlagshöhen (Untersuchungszeitraum 1961-1990)

### Bodenerosion in offen gehaltenen Weinbergsarealen

Die Bedeutung einzelner extremer Starkregen für die großen Bodenverluste ist hinreichend bekannt (GRIL, CANLER & CARSOULLE 1989, EMDE 1992, RICHTER 1989). Die Bodenausträge einzelner Extremereignisse können danach ein Vielfaches der jährlich zu erwartenden Austräge erreichen. Es sind nicht nur die Extremereignisse, die die hohen Bodenausträge verursachen. Insbesondere Bodenverdichtungen, hervorgerufen durch Fahrspuren, haben durch die Intensivierung der maschinellen Bodenbearbeitung und dem vorsorgenden Pflanzenschutz zu einem Anstieg der rezenten Bodenausträge geführt. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die langjährigen Bodenausträge.

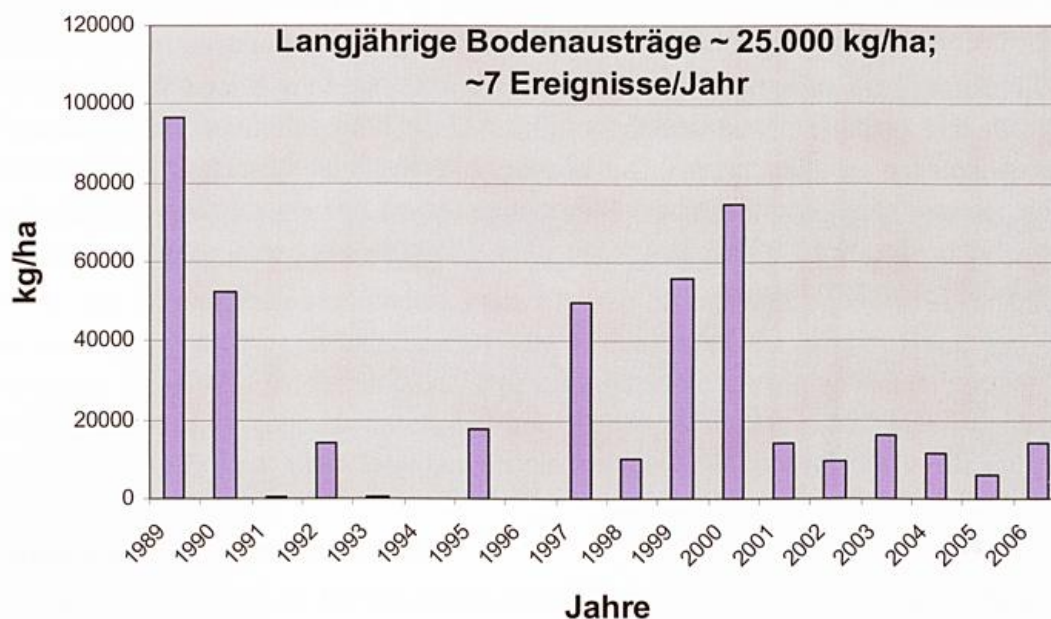


Abb. 2: Langjährige Bodenausträge, konventionelle Bodenbewirtschaftung (100 m Hanglänge, 32 % Neigung)

In der Abbildung 2 ist die große Variabilität der Bodenausträge/Jahr zu erkennen. Die nachfolgenden Fotos verdeutlichen die Problematik durch den intensiven Maschineneinsatz in den Rebzeilen.



**Abb. 3 und 4: Bodenverdichtungen und dadurch hervorgerufene Bodenausträge**

Ursachen für die zum Teil sehr stark variierenden Bodenausträge in offen gehaltenen Weinbergsarealen sind häufig Bodenverdichtungen, die bei stark durchfeuchteten Böden insbesondere in der Weinlese durch den Einsatz der Erntemaschinen extremen Belastungen ausgesetzt sind (siehe Abb. 4). Werden diese Bodenverdichtungen nicht beseitigt, sind diese Einwirkungen auch im nächsten Jahr bzw. in den Folgejahren bei intensiven Regenschauern durch das Auswaschen bis zur Pflugsohle wieder deutlich zu erkennen. Da reicht schon ein „kurzer, heftiger Gewitterschauer“ aus, dass die alte Bodenverdichtung in den Fahrspuren wieder heraus präpariert wird. Die enormen Bodenausträge sowie der hohe Oberflächenabfluss führen zu Folgeschäden außerhalb der Fläche.

### **Schlussfolgerung**

Der R-Faktor beschreibt die Erosivität der Niederschläge, ist allein aber kein Maß für die potentielle Erosionsgefährdung eines Naturraumes. Selbst sehr niedrige R-Werte, die eine „geringe Gefährdung“ (siehe Tab. 1) anzeigen, rufen durch die intensiven Bewirtschaftungsmaßnahmen in speziellen Sonderkulturen sehr große Bodenerosionsprozesse hervor.

Die Bodenerosion in weinbaulich genutzten Arealen erreicht somit ein Vielfaches an Bodenausträgen im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Flächen. In den offen gehaltenen Rebzeilen kommt es durch die heutige intensive Bewirtschaftungsweise auch bei geringen

Niederschlagsmengen und -intensitäten auf geneigten Weinbergsarealen zu Oberflächenabfluss und Bodenaustrag.

### Literatur

AMBOS, R.; KANDLER, O. (1987): Einführung in die Naturlandschaft. In: Mainzer naturwissenschaftliches Archiv, Bd. 25, S. 1-28.

ELLISON, W.D. (1944): Studies of raindrop erosion. Agr. Eng. 25, No. 1, S. 131-136.

ELLISON, W.D. (1950): Soil erosion by rainstorms. Sci., March 10, S. 245-249

EMDE, K. (1992): Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluss und Bodenaustrag in Verbindung mit Starkregen bei verschiedenen Bewirtschaftungssystemen in Weinbergsarealen des Oberen Rheingaus. Geisenheimer Berichte, Bd. 12.

EMDE, K. (1993): Potentielle Erosionsgefährdungskarte Hessische Bergstraße. Univ. – Bericht des Hess. Ministeriums für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz.

GRIL, J.J. CANLER, J.P. U. CARSOULLE, J. (1989): The benefit of permanent grass and mulching for limiting runoff and erosion in vineyards. Experimentations using rainfall-simulations in the Beaujolais. Soil erosion protection measures in Europe. – Soil Technology Series 1, 157-166.

RICHTER, G. (1989) : Erosion control in vineyards of the mosel-region, FRG. Soil erosion protection measures in Europe. – Soil Technology Series 1, 149-156.

SAUERBORN, P. (1994): Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland – Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. Bonner Bodenkundl. Abh., Bd. 13, 188 S.

SCHWERTMANN, U. (1980): Bodenerosion durch Wasser – Ursachen, Ausmaß, Vorhersage, Landwirtschaftl. Forsch., Sonderheft 37, S. 117-121.

TROLL, C. (1964): Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. – Erdkunde 18, S. 5-28. Bonn.

WISHMEIER, W. H. SMITH, D.D. (1958): Rainfall energy and its relationship to soil loss. – Transac. Am. Geophys. Union 39, 285-291.

# Infrarot-Thermographie zur Früherkennung von Stress an Reben

Manfred Stoll, Hans Rainer Schultz, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau

## Zusammenfassung

Die Früherkennung von physiologischen Störungen oder Pflanzenschädigungen durch Pathogene ist bei allen wein- und gartenbaulichen Kulturen von besonderer Bedeutung. Sobald stressbedingte oder durch Schaderreger ausgelöste Signale an der Pflanze sichtbar werden, ist ein vorbeugender Schutz vielfach zu spät. Nur bei frühzeitigem Erkennen können gegebenenfalls entsprechende Kulturmaßnahmen eingeleitet werden, um qualitative und wirtschaftliche Einbußen zu vermeiden.

Der vorliegende Beitrag beschreibt Möglichkeiten der Infrarot-Thermographie, aus zeitlichen und räumlichen Unterschieden der Blattoberflächentemperatur den physiologischen Zustand von Reben zu beurteilen.

## Einleitung

Die Erzeugung hochwertiger Weine ist ein Zusammenspiel aus weinbaulichen und kellerwirtschaftlichen Maßnahmen. Hierbei gewinnt bei der Bewirtschaftung das „bewusste“ Steuern der Traubenqualität zusehends an Bedeutung. Aus pflanzenphysiologischer Sicht wird hierbei von zahlreichen Arbeitsgruppen insbesondere die Wasserversorgung der Reben in den letzten Jahren als ein wichtiger Parameter untersucht, da er nicht nur das vegetative Wachstum (WINKLER 1958), den generativen Ertrag sowie die Inhaltsstoffe beeinflusst (SMART 1985; WILLIAMS & MATTHEWS 1990), sondern sich auch indirekt auf die Anfälligkeit gegenüber Schaderregern auswirkt (ENGLISH et al. 1989). Des Weiteren führten Ergebnisse anderer Arbeiten zu der Schlussfolgerung, dass das Auftreten eines geringen Wassermangels zu einer Verbesserung der Kohlenhydrat-Verteilung führt (CHALMERS et al. 1981). Dies kann sich in einer verstärkten Einlagerung in die Früchte äußern sowie eine Reduzierung des vegetativen Wachstums hervorrufen und führte zur exakten Bewässerungssteuerung in Form von Defizitbewässerungsstrategien. Als Beispiele seien hier RDI (*regulated deficit irrigation*); (CHALMERS et al. 1986; COOMBE & MCCARTHY 2000) oder PRD (*partial rootzone drying*) genannt (DRY & LOVEYS 1998; STOLL et al. 2000). Beide Strategien werden bei garten- sowie weinbaulichen Kulturen verstärkt angewendet und bedürfen einer akkuraten Charakterisierung des Wasserzustandes. Der Wasserzustand einer Pflanze lässt sich allerdings nicht anhand einer einzigen Messgröße, eines Bodenwasser- oder Umgebungsparameters ausdrücken und erfordert ein genaues Abwägen bei der Wahl des Messverfahrens oder aber einer Kombination verschiedenster Messtechniken (JONES 2004).

Die Infrarot-Thermographie stellt für solche Messungen ein Verfahren dar, um relativ große Messflächen rasch und berührungslos zu beurteilen. Nachfolgend soll anhand zweier physiologischer Fragestellungen, der Beurteilung des Wasserzustandes bzw. der Früherkennung von Krankheitserregern, die Messung der Blattoberflächentemperatur zur Beurteilung des Stresses vorgestellt werden.

## Grundlagen

Was vom menschlichen Auge nicht gesehen werden kann, jedoch von Pflanzen ebenfalls ausgestrahlt wird, ist die Strahlung im nicht-sichtbaren Bereich (Nah-Infrarot). Bestimmender

Faktor der digitalen Infrarot-Thermografie ist die Emissionsstrahlung von Oberflächen. Bei der Thermographie wird die langwellige Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 8 und 14  $\mu\text{m}$  erfasst. Diese wird über entsprechende Algorithmen, die u.a. auf dem Planck'schen Strahlungsgesetz beruhen und Wellenlänge mit Temperatur verbinden, in eine Oberflächentemperatur übersetzt. Mit Hilfe einer entsprechenden Bildverarbeitung werden die gemessenen Oberflächentemperaturen dann als Falschfarbenbild dargestellt.

### Wasserhaushalt

Bei der Regulation des Wasserhaushaltes einer Pflanze spielen Spaltöffnungen auf der Blattunterseite eine wichtige Rolle. Über ihren Öffnungszustand wird sowohl die Aufnahme des für die Assimilation notwendigen Kohlendioxids als auch die für den Nährstofftransport wichtige Wasserabgabe reguliert. Die Reduzierung der Spaltöffnungsweite erhöht die Grenz Widerstände und begrenzt den Gasaustausch mit der Atmosphäre. Dies hat eine Änderung der Blattemperatur zur Folge (TANNER 1963; FUCHS & TANNER 1966). Vereinfacht dargestellt: Je weniger Wasser durch die Spaltöffnungen verdunstet, desto wärmer wird das Blatt. Technischer Fortschritt verbunden mit deutlich reduzierten Anschaffungskosten ermöglicht heutzutage, auch bei Reben, die Auswertung bildgebender Messungen (STOLL & JONES 2007; Abbildung 1).

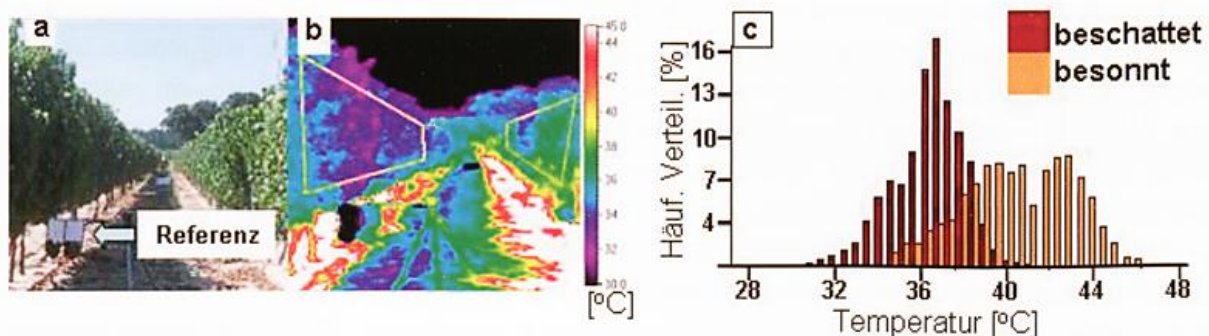


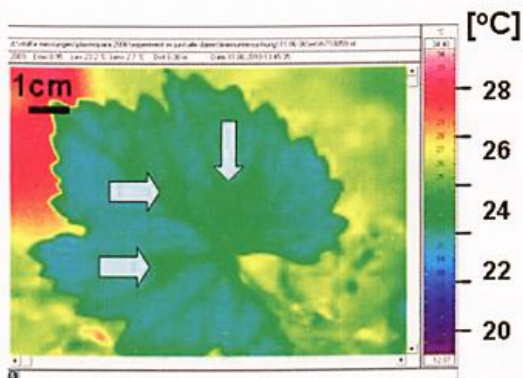
Abb. 1: Analoge (a) und korrespondierende infrarote Aufnahme (b) einer Laubwand mit beschatteter und besonnener Blattfläche sowie der Temperaturhäufigkeitsverteilung beider Laubwände (c). In (a) ist die feuchte und trockene Referenz hervorgehoben; hierbei handelt es sich entweder um Filterpapier oder ein Rebblatt, die beide entweder mit Wasser besprüht oder mit Vaseline behandelt werden; Rebsorte Moscatel; Quelle: (STOLL und JONES, 2007).

Unter der Annahme, dass die Verdunstungskühlung eines Blattes fast ausschließlich über die Spaltöffnungen erfolgt, liefert die Blattemperatur einen sensitiven Indikator für die Energieverhältnisse eines Blattes. Mit Hilfe von trockenen und feuchten Referenzen, die entweder die maximale oder minimale Bestandstemperatur widerspiegeln, lässt sich ein Stressindex ( $I_G$ ; Gleichung 1) ableiten, dessen Temperaturverhältnisse eine gute Korrelation mit der stomatären Leitfähigkeit liefert (JONES et al. 2002). Somit ist ein direkter Indikator für das Auftreten von Wassermangelstress verfügbar.

Gleichung 1: 
$$I_G = \frac{(T_{\text{Laubwand}} - T_{\text{feuchte Referenz}})}{(T_{\text{trockene Referenz}} - T_{\text{feuchte Referenz}})}$$

## Frühdiagnose von Pathogenen

Die zunehmende öffentliche Diskussion zur Reduzierung von Pflanzenschutzmitteln stellt eine treibende Kraft zur Verbesserung von exakten Krankheitsfrühdiagnosen dar. Hier hat sich gezeigt, dass mit Hilfe der Infrarot-Thermographie Änderungen des physiologischen Zustandes einer Pflanze schon lange vor dem Ausbruch einer Krankheit erkannt werden können. Anhand der Blattoberflächentemperatur können bereits vor dem Auftreten der Symptome Rückschlüsse auf einen möglichen Krankheitsausbruch gezogen werden (CHAERLE et al. 1999; CHAERLE & VAN DER STRAETEN 2001). In der praktischen Anwendung kann dies dazu genutzt werden, Pflanzenschutzmaßnahmen effizienter zu gestalten und größeren Epidemien vorzubeugen (STOLL et al. 2008a). Bei Reben konzentrieren sich die Arbeiten insbesondere auf *Plasmopara viticola*. Der durch die Spaltöffnungen der Blätter eindringende Pilz beeinflusst ebenfalls die Wasserabgabe über die Blätter und dadurch, lokal begrenzt, die Blattoberflächentemperatur (STOLL et al. 2008b).



**Abb. 2:** Rebblatt (cv. Riesling) an drei Positionen mit *Plasmopara viticola* inokuliert. 4 Tage nach der Inokulation und damit 3 Tage vor der Sporulation, zeigt sich bei einer gut mit Wasser versorgten Pflanze eine deutliche Temperaturerhöhung an den Inokulationsstellen.

Das bildgebende Verfahren der Infrarot-Thermographie kann als eine zukunftsweisende Messmethode betrachtet werden, die es ermöglicht, berührungslos größere Flächen eines Pflanzenbestandes zu bewerten und aufgrund der zeitlichen und räumlichen Änderung der Temperatur den physiologischen Zustand eines Pflanzenbestandes abzuleiten.

## Literatur:

CHAERLE, L.; VAN CAENEGHEM, W.; MESSENS, E.; LAMBERS, H.; VAN MONTAGU, M. & VAN DER STRAETEN, D. (1999): Presymptomatic visualization of plant-virus interactions by thermography *Nature Biotechnology* 17, 813 - 816.

CHAERLE, L. & VAN DER STRAETEN, D. (2001): Seeing is believing: imaging techniques to monitor plant health. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Gene Structure and Expression* 1519(3), 153-166.

CHALMERS, D. J.; BURGE, G.; JERIE, P. H. & MITCHELL, P. D. (1986): The mechanism of regulation of Bartlett pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 111, 904-907.

CHALMERS, D. J.; MITCHELL, P. D. & VANHEEK, L. (1981): Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 106, 307-312.

COOMBE, B. G. & MCCARTHY, M. G. (2000): Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, 131-135.

DRY, P. R. & LOVEYS, B. R. (1998): Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 4, 140-148.

- ENGLISH, J. T.; THOMAS, C. S.; MAROIS, J. J. & GUBLER, W. D. (1989): Microclimates of grapevine canopies associated with leaf removal and control of *Botrytis* bunch rot. *Phytopathology* 79(4), 395-401.
- FUCHS, M. & TANNER, C. B. (1966): Infrared thermometry of vegetation. *Agronomy Journal* 58(6), 597-601.
- JONES, H. G. (2004): Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.* 55(407), 2427-2436.
- JONES, H. G.; STOLL, M.; SANTOS, T.; DE SOUSA, C.; CHAVES, M. M. & GRANT, O. M. (2002): Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *J. Exp. Bot.* 53(378), 2249-2260.
- SMART, R. E. (1985): Some aspects of climate, canopy microclimate, vine physiology, and wine quality. 1-19.
- STOLL, M. & JONES, H. G. (2007): Thermal imaging as a viable tool for monitoring plant stress. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 41(2), 77-84.
- STOLL, M.; LOVEYS, B. & DRY, P. (2000): Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.* 51(350), 1627-1634.
- STOLL, M.; SCHULTZ, H. R.; BAECKER, G. & BERKELMANN-LOEHNERTZ, B. (2008a): Early pathogen detection under different water status and the assessment of spray application in vineyards through the use of thermal imagery. *Precision Agriculture* (DOI 10.1007/s11119-008-9084-y).
- STOLL, M. SCHULTZ, H. R. & BERKELMANN-LOEHNERTZ, B. (2008b): Exploring the sensitivity of thermal imaging for *Plasmopara viticola* pathogen detection in grapevines under different water status. *Functional Plant Biology* 35, 281-288.
- Tanner, C. B. (1963): Plant temperatures. *Agron. J.* 55, 210-211.
- WILLIAMS, L. E. & MATTHEWS, M. A. (Eds) (1990): *Grapevine*. Madison, USA: American Society of Agronomy.
- WINKLER, A. (1958): The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 9, 10-23.

## **Ansätze zur Frühprognose des Befallsdrucks durch *Erysiphe necator***

Georg K. Hill, Karl Breth, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Oppenheim

### **Einleitung**

Der hohe Befallsdruck durch Oidium (*E. necator*) hat 2008 zu beträchtlichen Schäden an den Trauben und zu einem vermehrten Einsatz von Fungiziden in allen deutschen Anbaugebieten geführt. Offensichtlich waren großräumig klimatische Bedingungen gegeben, welche den Erreger begünstigten, da die meisten deutschen Anbaugebiete betroffen waren. Ungewöhnlich war 2008, dass im Vorjahr 2007 der Oidiumbefall auch in unzureichend behandelten Parzellen nahezu keine Rolle spielte. Das überraschend starke Auftreten der Krankheit stellt erneut die Frage nach Methoden zur frühzeitigen Erkennung eines Befallsjahres, um rechtzeitig mit Fungizidmaßnahmen eingreifen zu können.

Ein visuelles Monitoring, wie es von den Rebschutzdiensten in Form der Überwachung von Rebanlagen auf Mehltauflecke und die sog. Zeigertriebe erfolgt, ist mit großen Unsicherheiten behaftet, da der Befall zunächst nur sporadisch auftritt und in den Flächen inhomogen verteilt ist. Das visuelle Monitoring ist erfahrungsgemäß zeitaufwendig, mit großen Unsicherheiten behaftet und erkennt Risiken oft zu spät, um der Praxis, namentlich ökologisch wirtschaftenden Weinbaubetrieben rechtzeitig Empfehlungen erteilen zu können.

In der Folge sollen die Möglichkeiten der Frühprognose aufgrund von epidemiologischen Erhebungen, sowie phänologischen und klimatischen Parametern für das Anbaugebiet Rheinhessen dargestellt werden. Grundlage dafür bilden Befallsdaten aus historischen Aufzeichnungen des Rebschutzdienstes Rheinhessen seit 1950 und die visuelle Erfassung des Befallsverlaufes bei Oidium in zwei langjährig gegen Oidium unbehandelten Pilotanlagen in Oppenheim.

### **Historische Oidium-Epidemien in Rheinhessen**

Die vergangenen Jahrzehnte waren immer wieder durch eine Serie von Jahren gekennzeichnet, in denen starker Oidiumbefall an den Trauben in Erscheinung trat. Oft geschah dies in Form von Wellen, bei denen der Pilz über 2-3 Jahre hinweg epidemisch auftrat, um dann wieder nahezu zu verschwinden (Abb. 1). Ein auffällig verstärktes Krankheitsauftreten ist seit 1989 zu beobachten. Es liegt nahe, darin eine Folge der Klimaerwärmung zu sehen. Auffällig war seither das Ausbleiben von Wintern mit tiefen Frosttemperaturen, eine verlängerte Vegetationsperiode zwischen Austrieb und Blattfall der Reben und ein milderer Verlauf der Singularität „Eisheilige“. Winterfrostauftritten und Frühjahrstemperaturen wären als prognostisch nutzbare klimatische Parameter für eine Frühprognose zu untersuchen. Beide Parameter könnten Bedeutung haben einmal für das Überleben von Mycelien des Pilzes in Winterknospen und, nach dem Austrieb für das Entstehen von sekundären Propagationsorganen (Konidien). Gleichzeitig sind aber auch in Abhängigkeit von klimatischen Verhältnissen und vorhandenem Inokulum an den neu gebildeten Knospen Infektionen möglich, welche nach Überwinterung erst im Folgejahr zum Aufbau der Epidemie beitragen. Insgesamt besteht die Auffassung, dass die mögliche Schadwirkung von Oidium in hohem Maße durch Quantität und Qualität von überwinterndem Inokulum gesteuert wird und daher auch mit dem Vorjahresbefall korreliert ist. Es verwundert daher nicht, dass die Befallsjahre des vergangenen Jahrzehnts einher gingen mit einer auffällig verstärkten Häufigkeit von Knospeninfektionen, erkennbar in Form der sog. Zeigertriebe (Abb. 2).

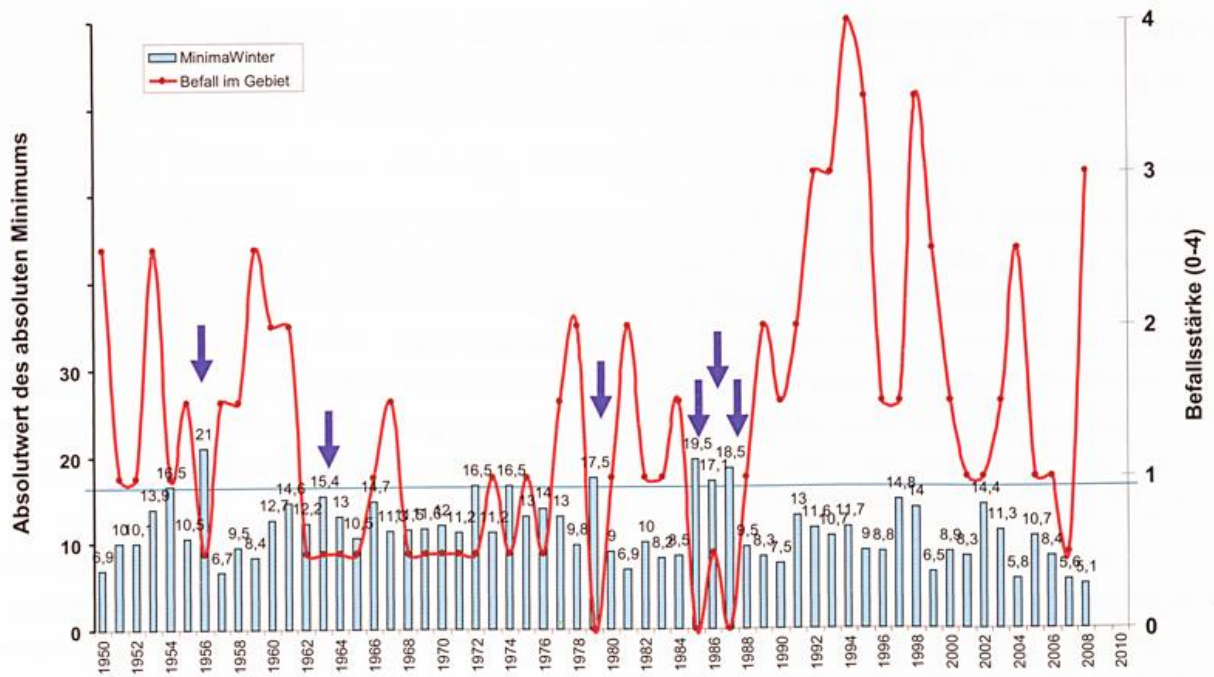


Abb. 1: Wellen im Auftreten von *E. necator* seit 1950 in Rheinhessen  
 In Synopse die Minima der Temperatur im vorangegangenen Winter

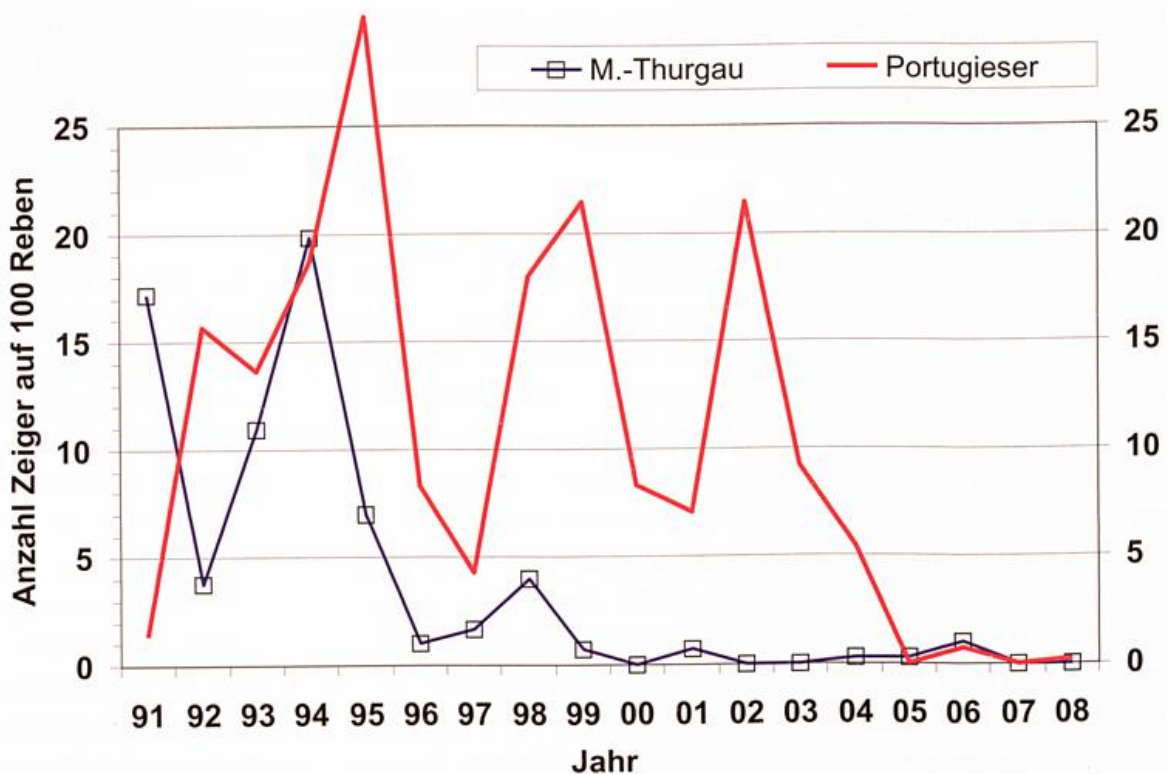


Abb. 2: Zeigertriebe von *E. necator* in zwei Rebparzellen in Oppenheim 1991-2008

## Die Bedeutung von Winterfrösten

Eine Analyse der Jahre zwischen 1950 und 1989 (HILL 1990) erbrachte deutliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Winterminima unter  $-12\text{ °C}$  und schwächerem Auftreten von Oidium in der nachfolgenden Vegetationsperiode. Eine Einbeziehung der letzten beiden Jahrzehnte relativierte allerdings diese Aussage dahingehend, dass Frost, gemessen in 2 m Höhe erst unter  $-16\text{ °C}$  von Bedeutung sein dürfte (Abb. 3). Berechnet auf die Höhe der Bogreben über dem Boden würde dies in Strahlungsnächten auf Minima unter  $-18\text{ °C}$  hindeuten, was bei empfindlichen Rebsorten bereits Knospenschäden auslöst. Bei experimenteller Frostung von einjährigem Holz aus Oidiumparzellen konnten wir bis  $-15\text{ °C}$  keinen Einfluss feststellen. Tiefere Temperaturen ( $-17\text{ °C}$ ), die einmalig und kurzzeitig auftreten, schädigten die Knospen, aber anscheinend nicht den Pilz (HILL et al. 1995).

**Tab. 1: Einfluss einer Frostung für 72 h auf das Überleben von *E. necator* in Winterknospen. Einjährige Triebe der Rebsorte Kerner**

| Temperatur | Austrieb von<br>Einaugen-Stecklingen<br>in % | Anzahl Oidium-<br>Zeigertriebe auf<br>100 Stecklinge | Anzahl Oidium-Zeiger-<br>triebe auf 100 ausge-<br>triebene Stecklinge |
|------------|--|--|---|
| +4°C       | 96.0   | 26.5   | 27.6 a  |
| -15°C      | 80.3   | 21.5   | 26.8 a  |
| -17°C      | 42.2   | 9.9  | 23.5 a  |
| -19°C      | 0.3  | 0.17   | -   |

Möglicherweise ist es auch von Bedeutung, zu welchem Zeitpunkt tiefe Temperaturen eintreten. Das „Verschwinden“ von Knospeninfektionen im Jahr 2005 könnte möglicherweise auf die außergewöhnlichen Märzfröste (bis  $-11\text{ °C}$ ) dieses Jahres zurückgehen. Ein weiterer Bezug ist die Erfahrung, dass nach sehr kalten Wintern die Frühjahrswitterung durch recht kühle Phasen geprägt sein kann, welche dem Epidemieaufbau abträglich sind. Interessant war bei unseren Versuchen, dass ein Tauchen des einjährigen Holzes in Wasser für 16 h den Knospenbefall um etwa 50 % reduzierte. Auch im Freiland könnte dies von Bedeutung sein, da KAST et al. (2006) für Weinsberg feststellten, dass hohe Niederschläge im Januar retardierend auf den Oidiumbefall des jeweiligen Jahres wirkten.

## Dichte der Überwinterungsstadien und Epidemieentwicklung

A priori wäre auch eine Beziehung zwischen der Quantität der im Vorjahr in der Laubwand der Reben gebildeten Wintersporen (Kleistothecien) und dem Befallsdruck im Frühsommer zu erwarten. Abb. 4 zeigt aber, dass diese Beziehung in der dargestellten unbehandelten Pilotanlage in Oppenheim nicht klar zum Ausdruck kommt. Ursache dafür könnte die in allen Jahren relativ hohe Zahl gebildeter Kleistothecien sein. Kleistothecien überdauern gewöhnlich den Winter nur an den einjährigen Trieben (STEINKELLNER 1998), der Rinde der Reben oder an Pfählen. Deshalb wäre davon auszugehen, dass 80-90 % der gebildeten Wintersporen mit den Blättern zu Boden fallen und dort vernichtet werden (HILL und BAUMBERGER 1995, GADOURY et al. 1997). Da die Einwaschung von Kleistothecien in Ritzen der Rinde nur bei Regen erfolgt, wären zusätzlich noch die Niederschläge im Oktober und der Zeitpunkt des Blattfalles von Bedeutung. Beide Faktoren ließen bei uns aber keinen Einfluss auf den

Befall im Folgejahr erkennen. Anzeichen für nennenswerten Hyperparasitismus waren mikroskopisch nicht feststellbar.

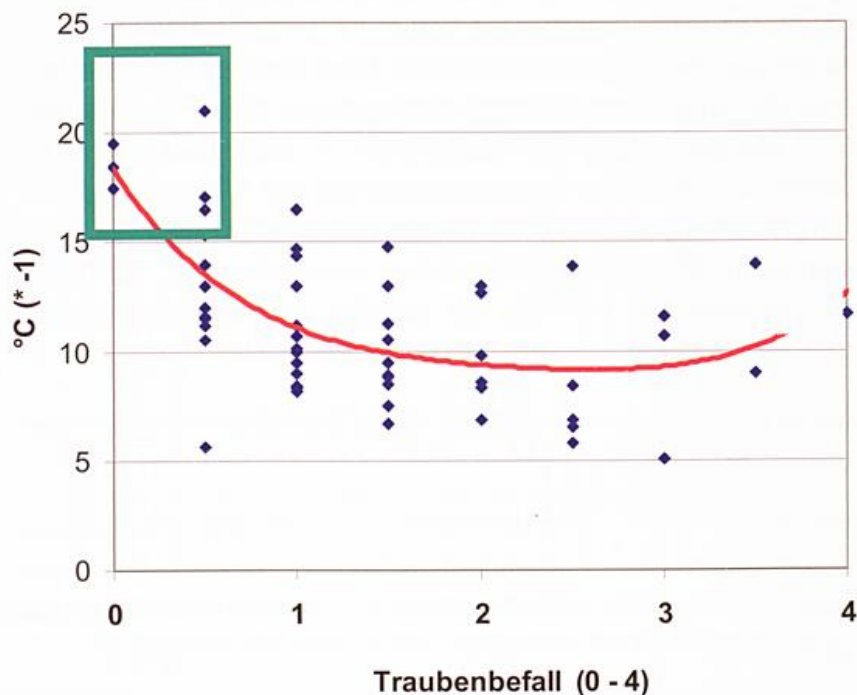


Abb. 3: Einfluss der Winterminima auf den Oidiumbefall im Folgejahr in Rheinhessen 1950-2008

Neben der Zahl der keimfähigen, überwinterten Kleistothecien ist auch deren Keimung im Folgejahr ein nur schwer abschätzbarer Vorgang, da diese an höhere Niederschläge und längere Nässeperioden gekoppelt ist. Diese Bedingungen hemmen aber im Gegenzug die Ausbreitung des Erregers im Zuge von Sekundärzyklen.

Bei der Überwinterungsform „Mycelien in infizierten Rebknospen“ lässt sich deren Dichte durch visuelle Bonitur auf die sog. Zeigertriebe (flag shoots) erfassen, die je nach Temperaturverhältnissen 20 - 35 Tage nach dem Austrieb erkennbar sind. Portugieser ist hochanfällig an Blättern und Trauben und weist erheblich mehr Knospeninfektionen auf, als die weniger empfindliche Sorte Müller-Thurgau. Abb. 5 und Abb. 6 zeigen die langjährigen Beziehungen zwischen Zeigertriebdichte und Aufbau der Epidemie in zwei unbehandelten Parzellen.

Die wirtschaftliche Schadwirkung des Erregers steht in enger Beziehung zur ontogenetischen Anfälligkeit der generativen Organe, die zwischen Blütebeginn und dem Stadium „in den Hang gehen der Trauben“ ihr Maximum erreicht. Daher wurde hier als Bezugspunkt das Stadium „Vollblüte“ gewählt. Bei beiden Sorten war ein deutlicher Einfluss der Häufigkeit von Zeigertrieben auf den Epidemieverlauf erkennbar. Deutlich wird aber auch, dass bereits eine geringe Zahl von Zeigertrieben ausreicht, um frühen und starken Befall auszulösen. In den untersuchten Parzellen hat in mehr oder minder starkem Umfang jährlich sicher auch die Infektion durch Ascosporen eine Rolle gespielt, konnte allerdings nicht erfasst werden.

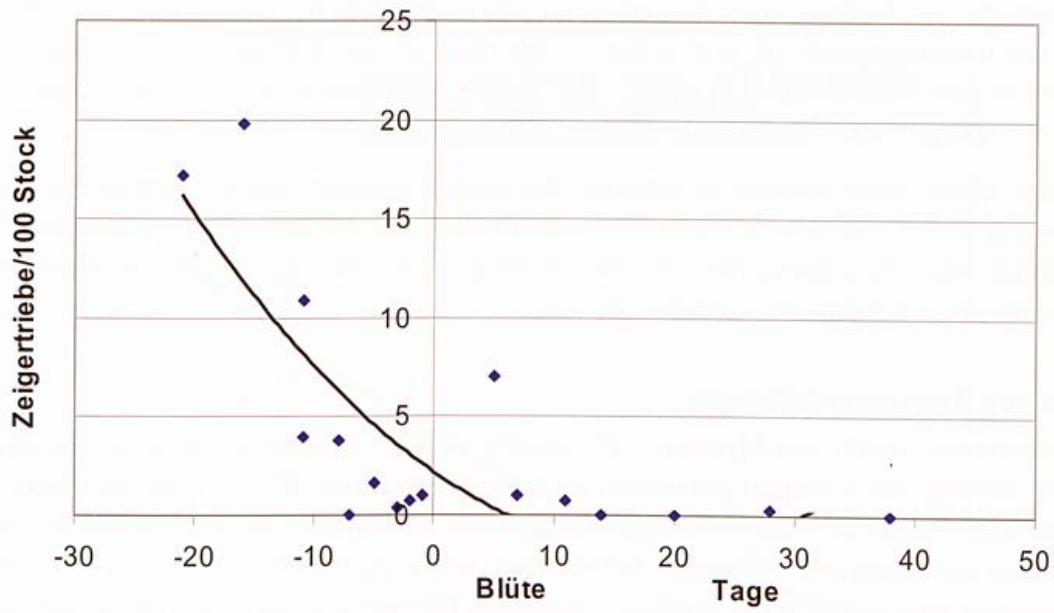


Abb. 4: Beziehungen zwischen Zeigertriebdichte und Aufbau der Oidium-Epidemie bei der Rebsorte Müller-Thurgau in Oppenheim

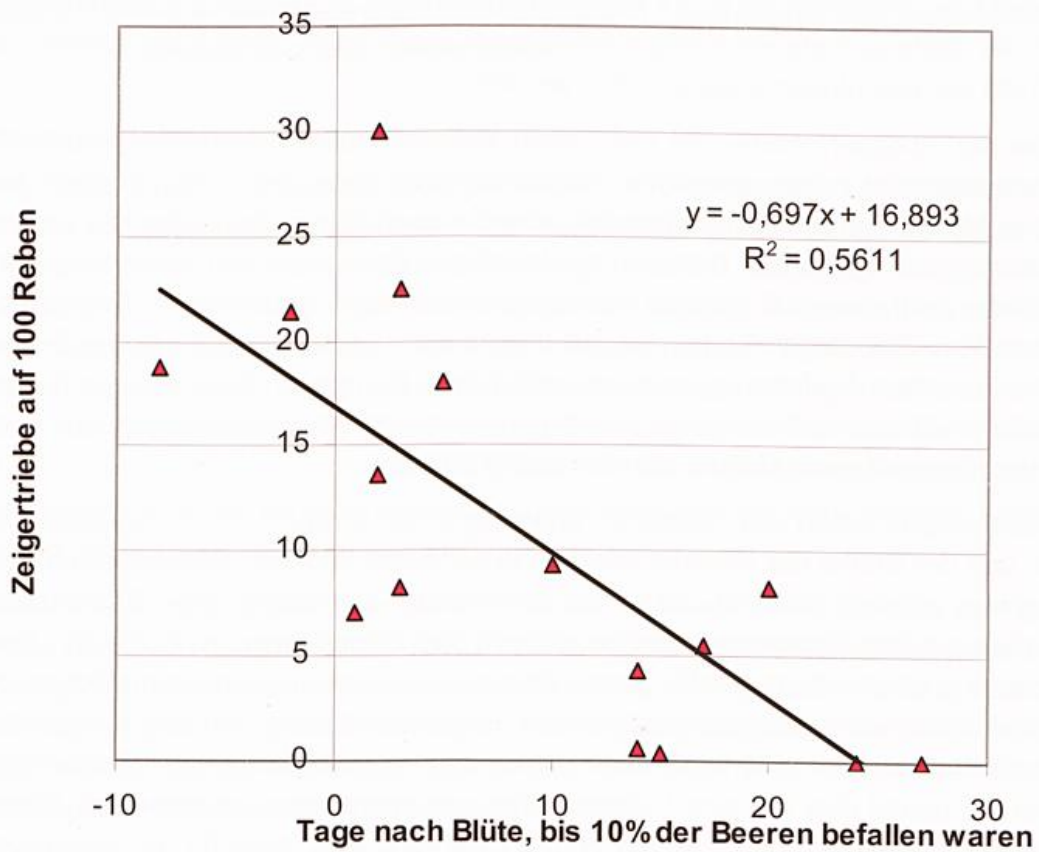


Abb. 5: Beziehungen zwischen Zeigertriebdichte und Aufbau der Oidium-Epidemie bei der Rebsorte Portugieser in Oppenheim

Die Problematik der Nutzung von Zeigertrieben als prognostisches Instrument liegt in der Praxis in der makroskopisch oft erst späten Erkennbarkeit des Befalls sowie im Falle von Infektionen an Sekundärknospen in deren nicht selten verspätetem Austrieb begründet. Bei Auffinden von Zeigern kann es daher für Gegenmaßnahmen bereits zu spät sein.

Festzuhalten bleibt, dass Knospeninfektionen die epidemiologisch bedeutsamste Form der Überwinterung von *E. necator* darstellen. Da die Infektion der Winterknospen bereits im Vorjahr stattfindet, wäre zu untersuchen, ob sich die Möglichkeit von neuen Knospeninfektionen aus den Witterungsverhältnissen ableiten lässt.

### **Prognose von Knospeninfektionen**

Knospeninfektionen durch das Mycel von *E. necator* sind an bestimmte sensible Phasen in der Differenzierung der Knospen gebunden (RUMBOLZ UND GUBLER 2005), wobei allerdings nur für wenige Rebsorten experimentelle Ergebnisse vorliegen. Die individuelle Knospe bleibt nur über ein gewisses Zeitfenster befallsfähig, wobei zu beachten ist, dass Sekundärknospenanlagen sich später noch verzögert ausbilden können und vermutlich zu einem späteren Zeitpunkt infiziert werden können. Aus Experimenten mit unterschiedlichen Intervallen der Fungizidabdeckung ließ sich ableiten, dass die unteren Knospen am Trieb in den ersten 4 Wochen nach dem Austrieb besiedelt werden, die oberen im Anschluss, d.h. etwa bis zum Hängen der Trauben (RUMBOLZ UND GUBLER 2002). Je nach Schnittsystem werden Zapfen mit 2 - 4 Augen bzw. Bogreben mit 6 - 11 Augen angeschnitten. In Anlagen mit Zapfenschnitt sollten nach der Blüte auftretende Knospeninfektionen daher keine Rolle mehr spielen, da die oberen Teile der Fruchtruten abgeschnitten werden.

Die Prognose der Knospeninfektion ist nicht allein auf der Grundlage Witterungsdaten zu treffen. Entscheidend ist neben günstigen Infektionsbedingungen das Vorhandensein von ausreichenden Mengen an Inokulum. Weiterhin könnten auch bisher nicht bekannte physiologische Faktoren von Seiten des Wirtes in der jeweiligen Rebanlage von Bedeutung sein. Die Beobachtung zeigt, dass z.B. in alten und schwachwüchsigen Rebparzellen Zeigertriebe nur selten auftreten. Bei einigen Sorten wie z.B. Merlot oder Spätburgunder wurden Zeigertriebe in der klassischen Ausformung noch nie beobachtet. Demgegenüber scheinen bei der hochempfindlichen Rebsorte Portugieser die physiologischen Hemmnisse gegenüber einer Besiedlung der Knospen durch *Oidium* ziemlich gering zu sein.

Gewisse Beziehungen ließen sich zwischen phänologischer Entwicklung, Befallsstärke im Blütebereich und der Stärke der Knospeninfektion in der unbehandelten Pilotparzelle für die Sorte Portugieser ableiten (Abb. 6). Jahre mit sehr frühem Gescheins- bzw. Beerenbefall zeigten merklich erhöhte Knospeninfektionen in Form von Zeigertrieben im Folgejahr. Eine derartige Ableitung ist allerdings nur für genau überwachte Monitoring-Anlagen möglich, da der lokale Infektionsdruck in Abhängigkeit von der Vorjahreswitterung und den Fungizidbehandlungsmaßnahmen stark differieren kann. Wenn sich in einer Rebanlage Zeigertriebe finden lassen, so deutet dies auf eine Vorgeschichte von möglicherweise mehreren Jahren hin, die zu einem Aufbau von Inokulum führte. Die Erfahrung lehrt, dass für die biologische Mittelprüfung von *Oidium*-Fungiziden Rebanlagen ohne Befall im Vorjahr wenig geeignet sind. Daher wird auch vorgeschlagen, für epidemiologische Betrachtungen die Ereignisse des Vorjahres einzubeziehen (ROUZET et al. 2007, KAST, W. pers. Mitt. 2008).

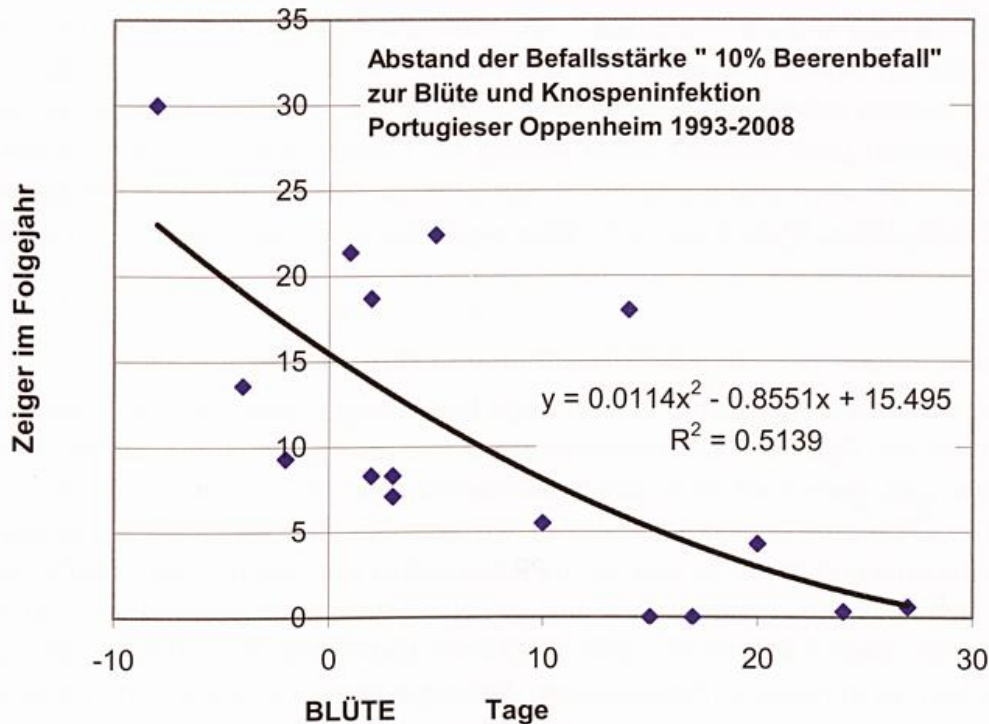


Abb. 6: Auftreten von Zeigertrieben im Folgejahr in Abhängigkeit vom Oidiumbefall im Bestand kurz nach der Reblüte

### Ascosporeinfektionen vorhersagen

HILL et al. (1995) konnten am Holz der Reben in Rheinhessen nur vergleichsweise geringe Zahlen von Kleistothecien feststellen. Wir konnten für unsere Versuchsanlagen bisher keine Hinweise finden, die einen Zusammenhang zwischen möglichen Ascosporen-Infektionsperioden und dem Aufbau der Oidiumepidemien ergeben. Insgesamt könnte aber der Einfluss von Ascosporen-Inokulum durch die Anwesenheit von Zeigertrieben überlagert worden sein. JAILLOUX et al. (1999) konnten in Bordeaux zwar Ascosporeinfektionen feststellen, doch standen diese nicht in Beziehung zur Entwicklung und Schwere der Oidium-Epidemie. Auch in Australien (EMMETT et al. 1997) scheinen auf Ascosporeinfektionen beruhende Epidemien durch einen verzögerten Aufbau gekennzeichnet zu sein, während Knospeninfektionen zu einem aggressiveren Verlauf führen.

Kleistothecien als Überwinterungsstadien scheinen in wärmeren Klimaten eine bedeutendere Rolle zu spielen (CORTESI et al. 1997). In ariden Zonen mit Bewässerungsanbau findet nur in geringem Umfang eine Vernichtung von kleistothecientragendem Falllaub über Winter statt, die überwiegend durch die Bodenfauna, insbesondere Regenwürmer bewirkt wird. In Kalifornien wird das Gubler-Modell (LUCKHURST und PETTIGREW 2002) eingesetzt, das überwiegend Ascosporen-Infektion als Primärinokulum annimmt.

### Zyklische Simulationsmodelle

Zur Nachbildung der einzelnen Phasen des Sekundärzyklus von *E. necator* wurden in der Vergangenheit epidemiologische Daten aus Laborversuchen herangezogen (CHELEMI und MAROIS 1991, ROUZET et al. 1998). Hier zeigte sich, dass zwar für einzelne Jahre, Rebsorten und Standorte der Verlauf der Epidemie hinreichend genau simuliert werden konnte, in ande-

ren Jahren aber erhebliche Abweichungen auftraten. Insofern werden derartige Modelle nach wie vor durch Einführung weiterer Parameter verfeinert, ohne jedoch in Europa über das experimentelle Stadium hinaus gekommen zu sein (ROUZET et al. 2007). Auch für die Verhältnisse in Rheinhessen gelang keine eindeutige Beschreibung von Epidemien auf der Basis von Witterungsdaten über mehrere Jahre hinweg bei Einsatz von zyklischen Simulationsmodellen (HILL 1998, unveröffentlicht). Allerdings ließen statistische Verfahren Beziehungen zwischen Befallsstärke, Phänologie und Witterungsfaktoren für die langjährig unbehandelten Pilotanlagen erkennen.

### **Statistische Beziehungen zwischen Befallsaufbau und klimatischen Faktoren**

Die Analyse von historischen Epidemien ergab enge Beziehungen zwischen den Temperaturverhältnissen vor der Blüte und der Pilzentwicklung des jeweiligen Jahres. Dabei wurde verglichen, welche Zeit, gerechnet ab Austrieb, erforderlich war, bis eine bestimmte Befallsstärke am Blatt bzw. an den Trauben eintrat. Aus weiteren Faktoren die wie z.B. die Blattnässedauer, Luftfeuchte und Niederschlag den Infektionserfolg bei Oidium stark beeinflussen können, ließen sich keine erkennbaren Beziehungen zum jährlichen Epidemieverlauf ableiten. Allerdings treten diese Faktoren im relativ trockenen Gebiet von Rheinhessen weniger stark in Erscheinung als in niederschlagsreicheren Anbaugebieten. Da regnerische Perioden im Frühjahr in der Regel fast immer mit niedrigeren Temperaturen einhergehen, könnte der starke Temperatureinfluss den Effekt von Blattnässe überdecken. Zumindest bleibt zu vermuten, dass die gefundenen Korrelationen nicht ohne weiteres auf andere Anbaugebiete übertragbar sind. Zwischen der phänologischen Entwicklung und dem Aufbau der Epidemie waren nur schwache Beziehungen zu erkennen.

In der Folge wurde zur Anpassung an die speziellen biologischen Ansprüche von *E. necator* aus dem *conidia - infection-factor* von DELP (1954) ein modifizierter, täglicher Infektionsfaktor abgeleitet (Infektionsfaktor =  $((2,2105 * \text{Tagesmitteltemperatur} - 12,6719) / 50) * 1,3$ ). Über Summenbildung und unterschiedliche Gewichtung der Zeiträume wurde zunächst untersucht, ab welchem Zeitpunkt nach dem Austrieb (phänologischer Tag) eine hinreichend genaue Prognose des Epidemieverlaufes abzuleiten ist (Abb. 7-8). Dabei wurde eine enge Korrelation zwischen der Summe der täglichen Infektionsfaktoren bis zum phänologischen Tag 20-25 und dem Datum des Auftretens bestimmter Befallsstärken am Blatt (Rebsorte Portugieser und Müller-Thurgau) und an den Trauben (Sorte Portugieser) für die Jahre 1992-1998 gefunden (HILL und BRETH 2000).

Bei der hochempfindlichen Sorte Portugieser war der Blattbefall eng mit dem Befallsverlauf an generativen Organen verknüpft. Bei der weniger empfindlichen Sorte Müller-Thurgau war dies weniger ausgeprägt der Fall. Die engen statistischen Beziehungen zwischen dem Faktor Temperatur in den ersten Wochen nach dem Austrieb und dem jährlichen Epidemieverlauf für den untersuchten Zeitraum bewogen uns, ein statistisches Modell für die unbehandelten Rebanlagen für die beiden genannten Rebsorten zu entwerfen.

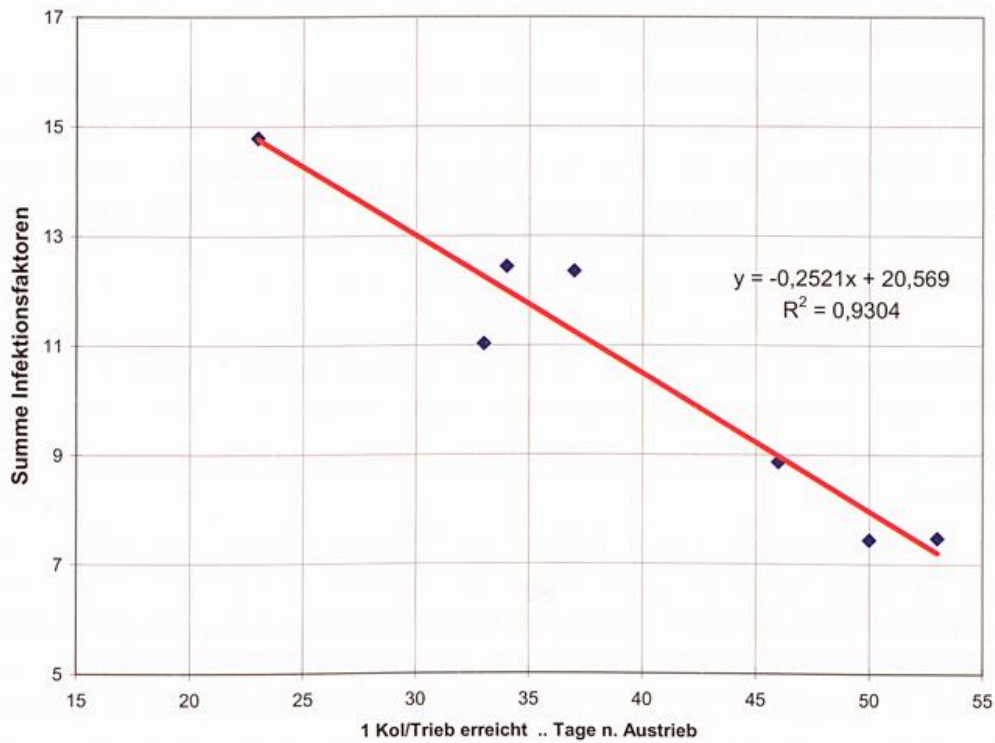


Abb. 7: Korrelation zwischen der modifizierten Summierung der täglichen Infektionsfaktoren und der Zeitdauer, bis eine Befallsstärke von einer Oidium-Kolonie pro Rebtrieb erreicht war. Rebsorte Müller-Thurgau 1992 - 1998.

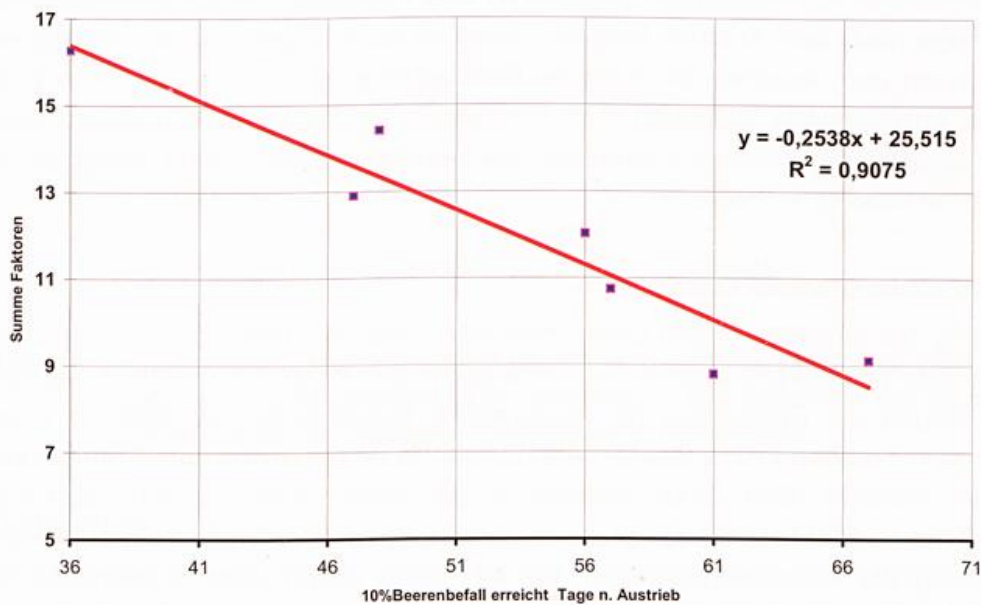


Abb. 8: Korrelation zwischen der modifizierten Summierung der täglichen Infektionsfaktoren und der Zeitdauer, bis eine Befallsstärke von 10% Beerenbefall erreicht war. Rebsorte Portugieser 1992 - 1998.

## **Statistisches Oidium-Modell Oppenheim-2**

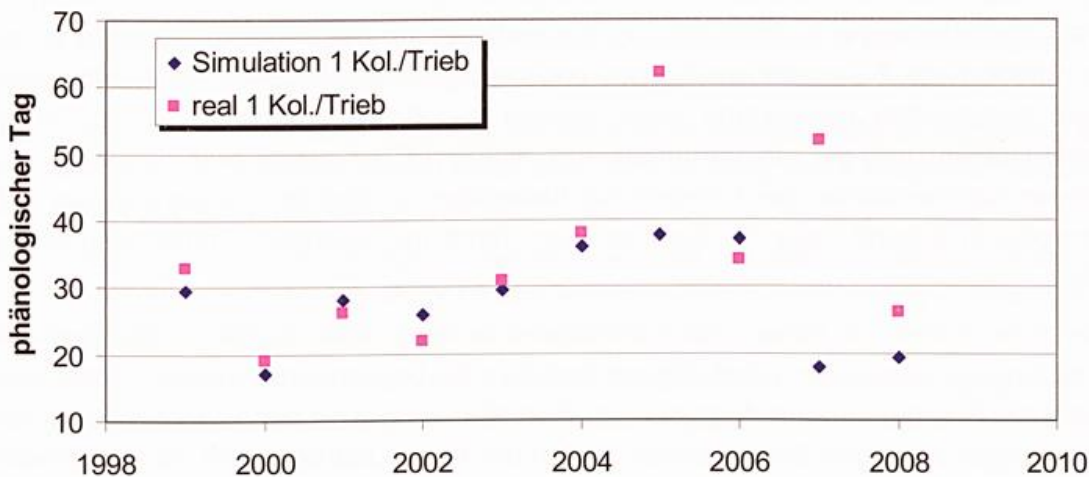
Das statistische Oidiummodell Oppenheim-2 errechnet den Befallsverlauf von *E. necator* an der Rebsorte Portugieser auf der Basis der Witterungsdaten der ersten 20 Tage nach Austrieb der Reben. Einziger Parameter ist dabei die Tagesdurchschnittstemperatur, gemessen in 2 m Höhe. Hochrechnungen für den erwarteten Befall sind ab Tag 20 nach Austrieb möglich. Die Hochrechnung liefert den phänologischen Tag, an dem die Befallsstärken von 1, 10, und 100 Kolonien/Rebtrieb erreicht sein werden. Weiterhin wird der Termin geliefert, an dem voraussichtlich 10 % der Beeren an den Trauben befallen sein werden. 30 Tage nach Austrieb ist eine Hochrechnung auf den Termin "50 % der Beeren befallen" möglich. Für die Rebsorte Müller-Thurgau, welche weniger empfindlich gegen Oidium ist, ließen sich nur Beziehungen zwischen Frühjahrstemperatur und Blattbefall, jedoch keine Aussagen über den Traubenbefall ableiten.

Interpretation der Hochrechnungen: Das Erreichen von 1 Kolonie/Trieb stellt bereits eine sehr kritische Grenze für die Bekämpfung des Pilzes dar. Spätestens 3 Tage vor dieser Befallsstärke sollten bereits vorbeugende Fungizide mit guter Dauerwirkung eingesetzt werden. Empirisch konnte eine Alarmschwelle für den Einsatz von Fungiziden ermittelt werden. Sofern "1 Kolonie/Trieb" in weniger als 33 Tagen nach Austrieb erreicht wird, droht ein gefährliches Jahr. Sofern "1 Kolonie/Trieb" innerhalb von 34-44 Tagen nach dem Austrieb erreicht wird, ist normaler Befallsdruck zu erwarten. Wenn "1 Kolonie/Trieb" später als 44 Tage nach dem Austrieb erreicht wird, ist eine unternormale Gefährdung aufgrund eines verzögerten Auflaufens der Epidemie zu erwarten.

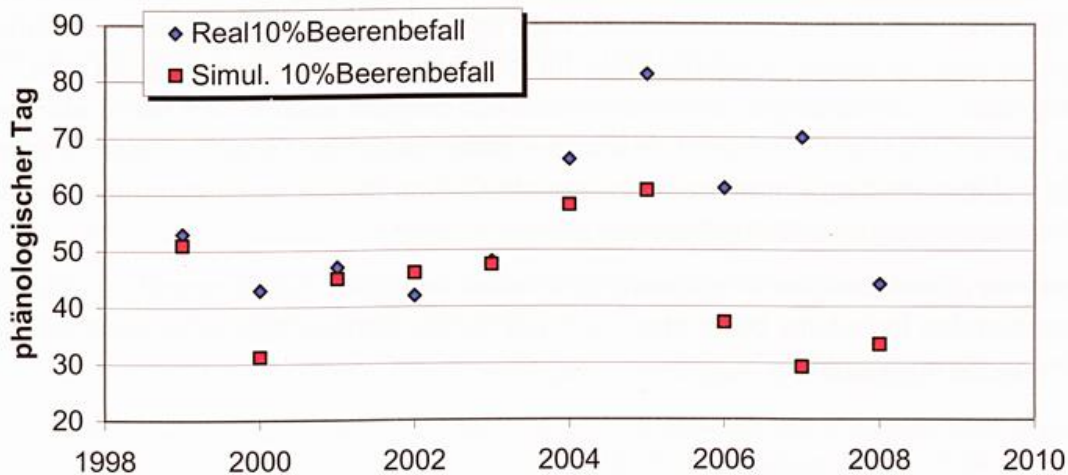
Eine Vorausschätzung der erwarteten Tagesmitteltemperaturen ist der 5-Tage Prognose des Deutschen Wetterdienstes zu entnehmen. Dadurch ist eine Frühprognose auf Basis des Modells bereits 15 Tage nach dem Austrieb möglich. Somit ist auch in gefährlichen Jahren, wo bereits 20 Tage nach dem Austrieb die kritische Befallsstärke erreicht werden kann (z.B. 1992, 2000) eine ausreichende Pufferzeit zum Vorziehen von Spritzungen gegeben, was insbesondere ökologisch wirtschaftende Betriebe, die weniger effektive Mittel einsetzen, in die Lage versetzt, rechtzeitig zu reagieren.

## **Validierung des Oidium-Modells Oppenheim**

Nach der Erstellung des Modells auf den Daten zwischen 1992 und 1998 konnte inzwischen über 10 Jahre hinweg die Zuverlässigkeit der Genauigkeit der Prognose überprüft werden. Abb. 9 und 10 zeigen die Ergebnisse für ausgewählte Befallsstufen am Blatt (1 Kolonie/Trieb) und an den Trauben (10 % Beerenbefall). Auffällig ist die relativ gute Trefferquote beim Blattbefall im Zeitraum 1999 - 2004, während in den Jahren 2005 und 2007 die Prognosen ganz erheblich zu früh lagen. Hier ist zu bemerken, dass diese einherging mit einem auffälligen Rückgang der Knospeninfektionen. Im Jahr 2005 waren keine Zeigertriebe zu finden, 2006 traten sehr wenige mit stark verzögertem Austrieb in Erscheinung und im Jahr 2007 waren erneut keine Zeigertriebe mehr feststellbar. So kam es 2007 in den Anlagen zu einer deutlich verzögerten Epidemie, obwohl die klimatischen Bedingungen im Frühjahr sehr günstig für Oidium waren. 2008 traten erneut Zeigertriebe auf und das Modell lieferte wieder korrekte Prognosen. Die Erfahrungen der vergangenen 10 Jahre deuten an, dass das erstellte Temperaturmodell nur dann zuverlässige Prognosen stellte, wenn im Bestand Zeigertriebe vorhanden waren. In Jahren ohne Zeigertriebe lagen die Prognosen um 20 - 30 Tage zu früh, offenbar als Folge des Fehlens von Primärinokulum.



**Abb. 9: Validierung des Oidiummodells Oppenheim zwischen 1999 und 2008. Prognose des Blattbefalls im Vergleich zu den Befunden des Monitorings im Bestand bei der Rebsorte Portugieser in Oppenheim**



**Abb. 10: Validierung des Oidiummodells Oppenheim zwischen 1999 und 2008. Prognose des Traubenbefalls im Vergleich zu den Befunden des Monitorings im Bestand bei der Rebsorte Portugieser in Oppenheim**

### Diskussion

Im Falle von Oidium wird in der Praxis das Primärinokulum einer Rebanlage entscheidend vom Fungizidprogramm des Vorjahres bestimmt (ROUZET et al. 2007). Faktoren zur allgemeinen Verminderung des Primärinokulums, welche in erster Linie das Überwinterungsstadium „Mycel in Knospen“ betreffen, könnten Winterfröste, lange Regenperioden im Winter (KAST et al. 2006) oder evtl. auch der Einfluss von Hyperparasiten sein, deren Bedeutung in Deutschland bisher noch nicht ausreichend erforscht ist. Da diese befallsmindernden Faktoren bisher nicht eingeschätzt werden können, müssen Modelle zur Frühprognose eines gefährlichen Oidium-Jahres worst-case-Szenarien implementieren und a priori das Vorhandensein von Primärinokulum annehmen. Hilfreich wären Verfahren, die bereits vor Sichtbarwer-

den von Symptomen, also in der latenten Phase der Epidemie, einen empfindlichen und zuverlässigen Nachweis von Konidien oder Ascosporen gestatten. Erfahrungsgemäß stößt nämlich die mikroskopische Auszählung von Sporenfallen auf das Problem der Unterscheidung der Konidien von *E. necator* von Sporen anderer Echter Mehltaupilze. Weiterhin ist nur selten eine zeitgerechte Auswertung einer Vielzahl von Proben möglich. FALLACY et al. (2007) entwickelten unlängst ein Verfahren, das mittels PCR-Analyse den Nachweis von sehr geringen Konidienzahlen des Erregers auf Klebefallen ermöglicht. Daraus ergeben sich möglicherweise in Zukunft neue Perspektiven, um Jahre mit niedrigem Primärinokulum zu erkennen.

Frühsorten bzw. Sorten mit hoher Oidiumanfälligkeit laufen in allen Jahren epidemisch voraus und bilden eine Quelle von windbürtigem Inokulum für benachbarte Anlagen. Besonders kritisch wird die Situation für den Winzer, wenn Parzellen mit Sorten hoher Anfälligkeit in der Nähe von weniger anfälligen Sorten stehen und in der Folge „hot spots“ für den großflächigen Aufbau der Epidemie bilden. Um in solchen Bereichen das Primärinokulum in Form von Zeigertrieben rechtzeitig zu unterdrücken, sind in Problemjahren mit warmem Frühjahr bereits 15 - 20 Tage nach dem Austrieb eradikative Fungizidanwendungen sinnvoll. Das dargestellte Oidium-Modell Oppenheim beschreibt auf der Basis von Temperaturdaten relativ gut die Befallsentwicklung auf zwei oidiumanfälligen Rebsorten an einem Standort in Rheinhessen. Der statistische Modellansatz erwies sich allerdings für weniger anfällige Rebsorten nicht als geeignet. Prognosen sind bereits 15 Tage nach Austrieb möglich, wenn die Temperaturprognose des Deutschen Wetterdienstes für die nächsten 5 Tage einbezogen wird. Die Validierung über 10 Jahre zeigte, dass bei Fehlen von Zeigertrieben in den Beständen, wie es in den Jahren 2005 und 2007 der Fall war, die Befallsprognosen erheblich zu früh lagen. Das allein auf klimatischen Parametern basierende Oidium-Modell Oppenheim ermittelte in allen Fällen zuverlässig potentiell gefährliche Jahre.

Das Fehlen von zuverlässigen Prognosemöglichkeiten bezüglich der Quantität und Qualität des überwinterten Inokulums bleibt aber nach wie vor die Achillesferse einer zuverlässigen Oidium-Prognose im Weinbau.

## Literatur

- CHELLEMI D. O.; MAROIS J. J. (1991): Development of a demographic growth model for *Uncinula necator* by using a microcomputer spreadsheet program. *Phytopathology* 81, 250-254
- CORTESI, P.; BISIACH, M.; RICCIOLINI, M.; GADOURY, D. M. (1997): Cleistothecia of *Uncinula necator* - An additional source of inoculum in Italian vineyards. *Plant Disease*, 81 (8) 922-926
- DELP, C.J. (1954): Some environmental factors which influence the development of the grape powdery mildew fungus, *UNCINULA NECATOR* (Schw.) Burr. Ph.D. thesis, Univ. of California, Davis, 133 p.
- EMMETT, R. W.; MAGAREY, R. D.; MAGAREY, P. A.; BIGGINS, L. T.; CLARKE, K. (1997): The spread of grapevine powdery mildew (*Uncinula necator*) in south eastern Australia. *Wein-Wissenschaft*, 1997, 52 (3-4) 206-208
- FALLACY, J. S.; GROVE, G. G.; MAHAFFEE, W. F.; GALLOWAY, H.; GLAWE, D. A.; LARSEN, R. C.; VANDEMARK, G. J. (2007): Detection of *Erysiphe necator* in air samples using the polymerase chain reaction and species-specific primers. *Phytopathology* 97 (10) 1290-1297
- GADOURY, D.M.; SEEM, R.C.; MAGAREY, P.A.; EMMETT, R.; MAGAREY, R. (1997): Effects of environment and fungicides on epidemics of grape powdery mildew: considerations for practical model development and disease management. *Vitic. Enol. Sci.* 52:225-229

- HILL, G.K. (1990): The influence of annual weather patterns on epidemics of *UNCINULA NECATOR* in Rheinhessen. *Vitic. Enol. Sci.*, 45 43-46
- HILL G.K., BAUMBERGER I.; SPIES S. (1995): Studies on the occurrence of the cleistothecia of *Uncinula necator* Schw., Burr. in two vinegrowing areas of Germany. *Wein-Wissenschaft*, 50 (1) 3-8
- HILL, G.K.; SPIES, S.; HERRMANN, J. (1995): The influence of external factors on the survival rate of the mycelium of *U. NECATOR* in infected winter buds IOBC Working Group Integrated Control in Viticulture, Freiburg, march 7-10, 1995
- HILL, G.K.; BRETH, K. (2000): Statistical analysis reveals the importance of climatic conditions early in growth season for the development of *Oidium* epidemics in flag-shoot bearing vineyards. *IOBC/wprs Bulletin Vol.23 (4) 2000*, 21-24
- JAILLOUX, F.; WILLOCQUET, L.; CHAPUIS, L.; FROIDEFOND, G. (1999) : Effect of weather factors on the release of ascospores of *Uncinula necator*, the cause of grape powdery mildew, in the Bordeaux region. *Can. J. Bot.* 77: 1044-1051
- KAST, W. K. (1997): Relationship between climate and powdery mildew infestation. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch 1997*, 48 133-137
- KAST, W.; RUPP, K.; TRÄNKLE, L. (2006): .Statistische Beziehung zwischen Witterungsdaten und dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. I. *Oidium* und *Botrytis*. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch 2006*, 57, 71-79,
- LUCKHURST, S.; PETTIGREW, S. (2002): Validation of the Gubler-Thomas powdery mildew model. *Australian & New Zealand Grapegrower and Winemaker*, (464) 94-97
- ROUZET, J.; WEBER, M.; COLLET, L. (1998): Modèles de Prévision des épidémies d'*oidium* de la vigne. Premiers résultats. *Progrès Agricole et Viticole* 115 (7) 155-160
- ROUZET J.; MAGNIEN C.; PUEYO C.; FACOB S.; JACQUIN D. (2007): Un exemple d'OAD : dix ans de travaux sur l'*oidium* de la vigne. *Phytoma, la défense des végétaux 2007*, no603, pp. 26-29
- RUMBOLZ, J.; GUBLER, W. D. (2005): Susceptibility of grapevine buds to infection by powdery mildew *Erysiphe necator*. *Plant Pathology* 54, 535-548
- RUMBOLZ, J.; GUBLER, W. D. (2002): *Oidium*befall gezielt vorbeugen, *Der Deutsche Weinbau*, 26-28
- STEINKELLNER, S.; REDL, H. (1998): Investigations into the development of cleistothecia of grape powdery mildew under Austrian vine growing conditions: *Mitt. Klosterneuburg*, 48 (1) 17-24
- ZAHAVI, T.; REUVENI, M.; SCHEGLOV, D.; LAVEE, S. (2001): Effect of grapevine training systems on development of powdery mildew. *European Journal of Plant Pathology* 107 (5) 495-501

## Rückschau und Ausblick: Arbeiten zur Erweiterung und Optimierung der Geisenheimer Peronospora-Prognose

Beate Berkelmann-Löhnertz<sup>1</sup>, Cathleen Frühauf<sup>2</sup>

Co-Autoren: Bernd J. Loskill<sup>3</sup>, Anja Schaldach<sup>4</sup>, Harald Braden<sup>4</sup>, Klaus-Uwe Gollmer<sup>5</sup>, Markus Forster<sup>5</sup> & Klaus-Peter Wittich<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin;

<sup>2</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Geisenheim;

<sup>3</sup> Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues;

<sup>4</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Braunschweig;

<sup>5</sup> Fachhochschule Trier, Umweltcampus Birkenfeld.

### Einleitung und Rückschau

Seit etwa zwanzig Jahren beinhaltet der moderne Rebschutz Elemente des integrierten Pflanzenschutzes (HEITEFUSS, 1987). Von den großen Flächenkulturen des Ackerbaus wurden neue, integrierte Verfahren und Techniken auf den Weinbau übertragen und angepasst. Auch der Obstbau stand zum Teil Pate, war er dem Rebschutz doch im Bereich Phytomedizin oft um eine Nasenlänge voraus. So steht seither die Anwendung und Optimierung einzelner Bausteine des integrierten Pflanzenschutzes bei der Rebe im Zentrum unserer Forschungsarbeiten. Ziel ist die Eindämmung von Krankheitserregern und Schädlingen mit einem Minimum an chemisch-organischen Pflanzenschutzmitteln, aber auch die erfolgreiche Anwendung biologischer oder biotechnischer Verfahren zur Reduzierung von Schädlingspopulationen sowie die Vorhersage des Schaderregeraufkommens mit Hilfe mathematischer Modelle. Nicht immer ließen sich die Maßgaben und Methoden, die für annuelle Flächenkulturen gelten und dort Anwendung finden, direkt auf die mehrjährige Reihenkultur Rebe übertragen.

Im Falle der Vorhersage des Falschen Rebenmehltaus, hervorgerufen durch *Plasmopara viticola*, wurde mit dem P.R.O.-Modell Ende der 1980er Jahre ein Meilenstein gesetzt (HILL, 1989 a, b). Zwischen dem Deutschen Wetterdienst in Geisenheim, in diesen Jahren von Dr. Dieter Hoppmann zielgerichtet geleitet, und den Rebschutz-Standorten Oppenheim und Veitshöchheim gab es eine fruchtbare Kooperation, die sich mit der Peronospora-Prognose befasste. Vor dem elektronischen Zeitalter wurden die Prognose-Ergebnisse zusammen mit einer Wettervorhersage sowie Informationen zur Düngung und zum Rebschutz in Form eines „Wetterfaxes“ an die Winzer übermittelt – ein für den Weinbau damals neues und erfolgreiches Beratungsmedium (BERKELMANN-LÖHNERTZ et al., 1999). Das P.R.O.-Modell basiert auf der Vorhersage von Sekundärinfektionen des Pilzes. Hierfür werden unter anderem Reife- und Vermehrungsfaktoren verwendet. Der Termin der Primärinfektion wurde durch das Überschreiten einer kritischen Niederschlagsrate während der Entwicklungsphase der „Wintersporen“ (Oosporen) abgeschätzt. Nach mehreren Jahren der Anwendung zeigte sich Mitte der 90er Jahre, dass die Ergebnisse der P.R.O.-Prognose und die reale Krankheitsentwicklung auf so genannten Monitoring-Flächen (unbehandelte Kontrollflächen) nicht mehr kongruent waren. Im Weinberg kam es zur Überlagerung einzelner Infektionszyklen, während die Kurve der „prognostizierten Ölflecken“ deutlich darunter lag, d.h. der Anteil falsch-negativer Prognose-Ergebnisse war viel zu hoch. Unterschätzte Epidemieverläufe im Rahmen einer Prognose haben fatale Folgen – nicht nur bezüglich der Krankheitsausbreitung und der sich daraus ergebenden dramatischen Ertragsausfälle, vor allem aber bleibt das

Vertrauen der Zielgruppe auf der Strecke. Mit dem nachfolgend beschriebenen Projekt sollte dieses Vertrauen zurückgewonnen werden.

### **Bedeutung bodenbürtiger Infektionen am Epidemieverlauf**

Zunächst galt es, Ursachenforschung für die fehlende Kongruenz zwischen den Befallswerten der Prognose und der Krankheitsbonitur zu betreiben. Hierfür wurden genetische Studien durchgeführt, für die moderne, molekularbiologische Verfahren herangezogen wurden. Auf drei Monitoring-Flächen wurde jeweils eine Ölfleckenhälfte im Weinberg belassen, um den Epidemieverlauf möglichst wenig zu beeinflussen, die andere wurde mittels Mikrosatelliten-Technik genetisch analysiert. Mit Hilfe dieses Verfahrens war es möglich, „bodenbürtige“ Infektionen (Primärzyklus) von „blattbürtigen“ Infektionen (Sekundärzyklus) zu differenzieren. Auf der Basis dieser Studien wurde die bisherige Lehrmeinung widerlegt, dass nur eine bodenbürtige Infektion – nämlich die Primärinfektion – im Falle des Falschen Mehltaus der Weinrebe zum Epidemieverlauf beitrage. Es konnte gezeigt werden, dass sich starke „Pero-Jahre“ bzw. „schwierige Pero-Standorte“ durch einen hohen Anteil bodenbürtiger Infektionen im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode von Jahren mit eher moderatem Peronospora-Befall bzw. weniger gefährdeten Standorten unterscheiden (LOSKILL et al., 2005). Diese individuellen Befallssituationen wiederum konnten mit dem Auftreten bzw. Ausbleiben bestimmter extremer Witterungsereignisse in Zusammenhang gebracht werden. Hierbei schien Starkregen, z.B. während eines Sommergewitters, eine besondere Rolle zu spielen. Aufgrund dieser Beobachtungen war es Ziel des Projektes, sich in biologisch und meteorologisch umfassender Form dem Boden als Sporenlager zu widmen und zu einem besseren Verständnis bodenbürtiger Infektionen zu gelangen. Die Bedeutung des Bodens für die Primärinfektion leitet sich aus der Tatsache ab, dass sich hier im Herbst das sporentragende Falllaub ansammelt und von Frühjahr bis Sommer als Konzentrationsquelle dient, von der aus die Wintersporen über die Transportpfade des Spritzwassers (und der Turbulenz) in die Laubwand sowie in die Atmosphäre gelangen. In der nahezu halbjährlichen Zwischenzeit beeinflusst allein das Bodenklima (Bodenfeuchte und Bodentemperatur) die ersten Entwicklungsstadien des Pilzes (Reifung und Keimung).

### **Arbeitspakete zur Erstellung des neuen Prognosemodells**

Das erweiterte Modell berücksichtigt das Bodenklima sowie die Spritzwasserdynamik in Rebbeständen und arbeitet nicht mit Ersatzgrößen, wie im Falle anderer Prognosemodelle (BLEYER et al., 2008). Anhand dieser Zielsetzung ergaben sich folgende Arbeitspakete:

- Erweiterte Studien zur Biologie der Primärinfektion (Biotest, Labor- und Gewächshausuntersuchungen mit im Freiland gelagertem Primär-Inokulum);
- Erarbeitung eines Sporenbilanzmodells zur Vorhersage der Keimdauer der Oosporen im Boden (GermViti);
- Erarbeitung eines Bestandsklimamodells zur Berechnung des Wassergehaltes und der Temperatur des sporentragenden Oberbodens (das Bestandsklimamodell AMBETI/BEKLIMA wurde an Rebbestände angepasst);
- Erarbeitung eines Ansatzes zur Abschätzung der Spritzwasserhöhe;
- Messung aller modellrelevanten meteorologischen Größen (z.B. Bestandsklima, Spritzwasser);

- Erarbeitung eines operationell einsatzfähigen Gesamtmodells zur Bewertung der primärinfektionsfördernden Klimabedingungen und Implementierung in die Beratungsroutine.

## Ergebnisse und Ausblick

Mit dem Primärinfektionsmodell wurde ein redundantes System zur Bewertung eines bodenbürtigen Infektionsrisikos geschaffen. Das Programm besteht aus Modulen zur Berechnung der Keimdauer, der Spritzhöhe und eines Primärinfektionsindex (BERKELMANN-LÖHNERTZ et al., 2006; LOSKILL et al., 2007). Für die Nutzung in der Beratungsroutine wurde das Modell in die AgrarMeteorologische BERatungsverfahren (AMBER) implementiert (Abb. 1). Außerdem findet der Sekundärzyklus des Pilzes sowie die Phänologie der Rebe Berücksichtigung (Adaption des Blattflächenentwicklungsmodells von SCHULTZ, 1992).

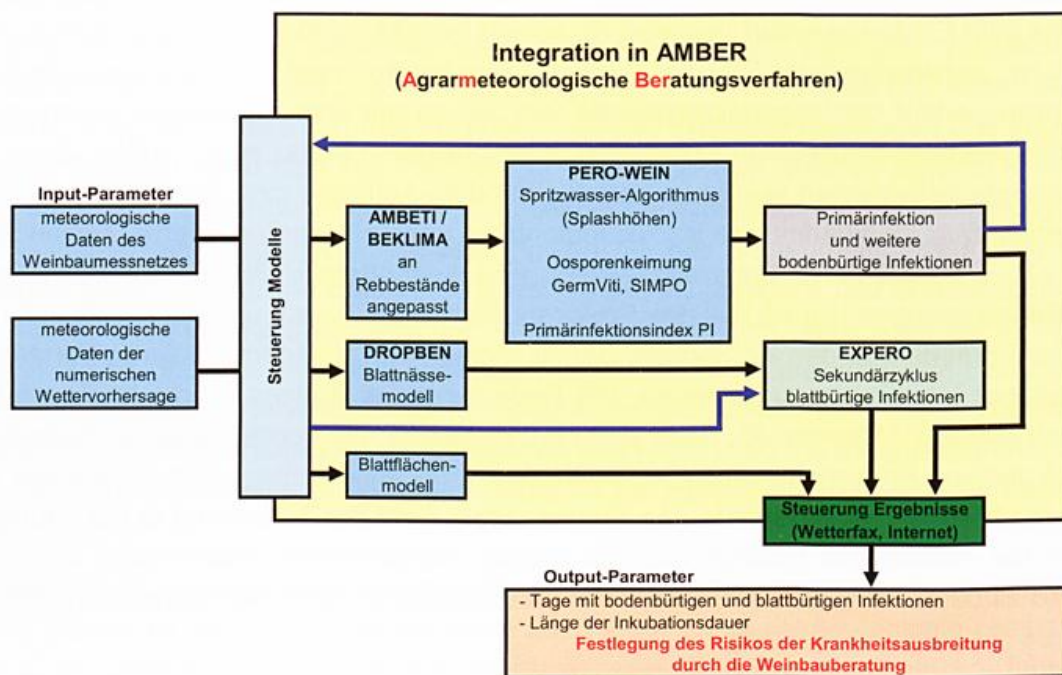


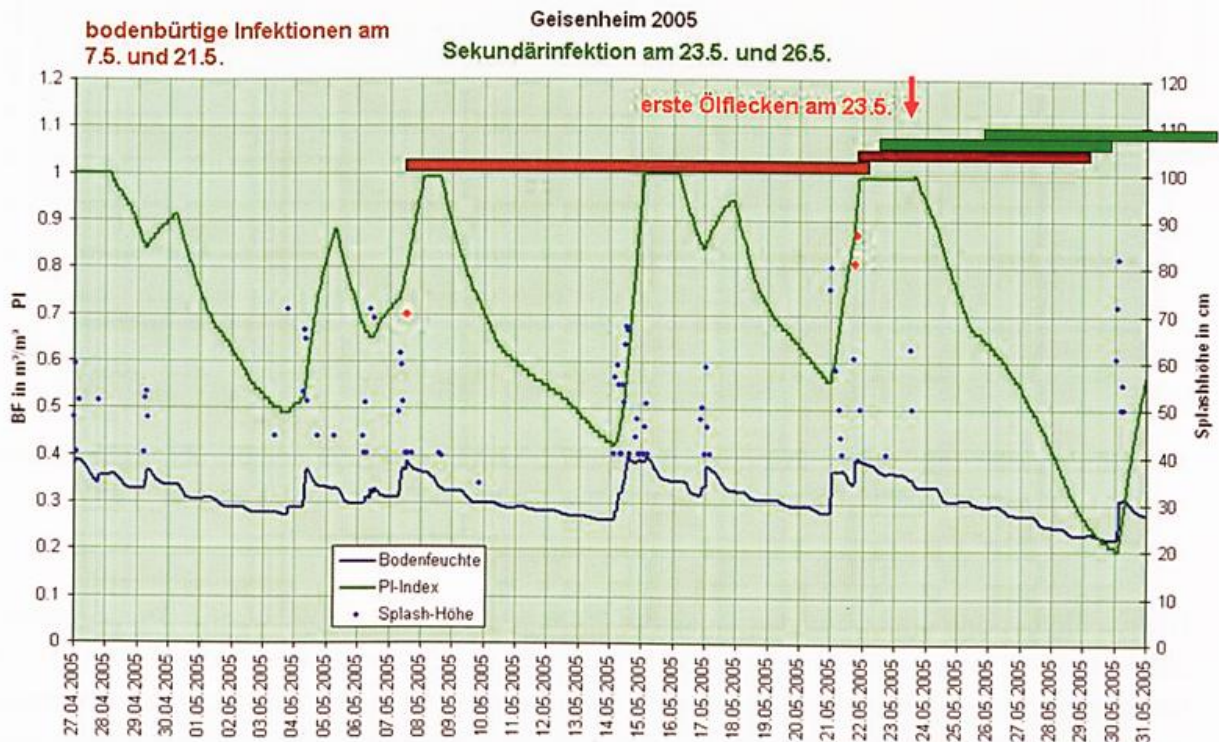
Abb. 1: Einbettung der neuen Modelle in die AMBER-Umgebung

Leider befand sich das Modell im schwierigen „Peronospora“-Jahr 2005 noch in der Entwicklungsphase. Seit dem Frühjahr 2006 erfolgt neben der Validierung des Modells zur Vorhersage der Primärinfektion (**erste** bodenbürtige Infektion) ein Modell-Vergleich mit einem weiteren *Plasmopara*-Modell. Erste Ergebnisse sind vielversprechend.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Verlauf des Primärinfektionsindex (PI) und der Bodenfeuchte im Oberboden (oberste 5 cm). Für jedes Niederschlagsereignis ist die maximale Splashhöhe als blauer Punkt dargestellt. Werden die Bedingungen für eine bodenbürtige Infektion erfüllt (keimbereite Oosporen,  $PI \geq 0.7$  und Splashhöhe  $\geq 70$  cm), so sind diese Punkte größer und in roter Farbe hervorgehoben.

Die rückwirkende Modellierung des Jahres 2005 gab den beobachteten Epidemieverlauf sehr gut wieder. Die erste bodenbürtige Infektion wurde am Standort Geisenheim für den 07.05.2005 berechnet (Abb. 2). Aufgrund der Anfang Mai herrschenden sehr kühlen Temperaturen ergab sich eine ungewöhnlich lange Inkubationszeit von 15 Tagen (dargestellt als

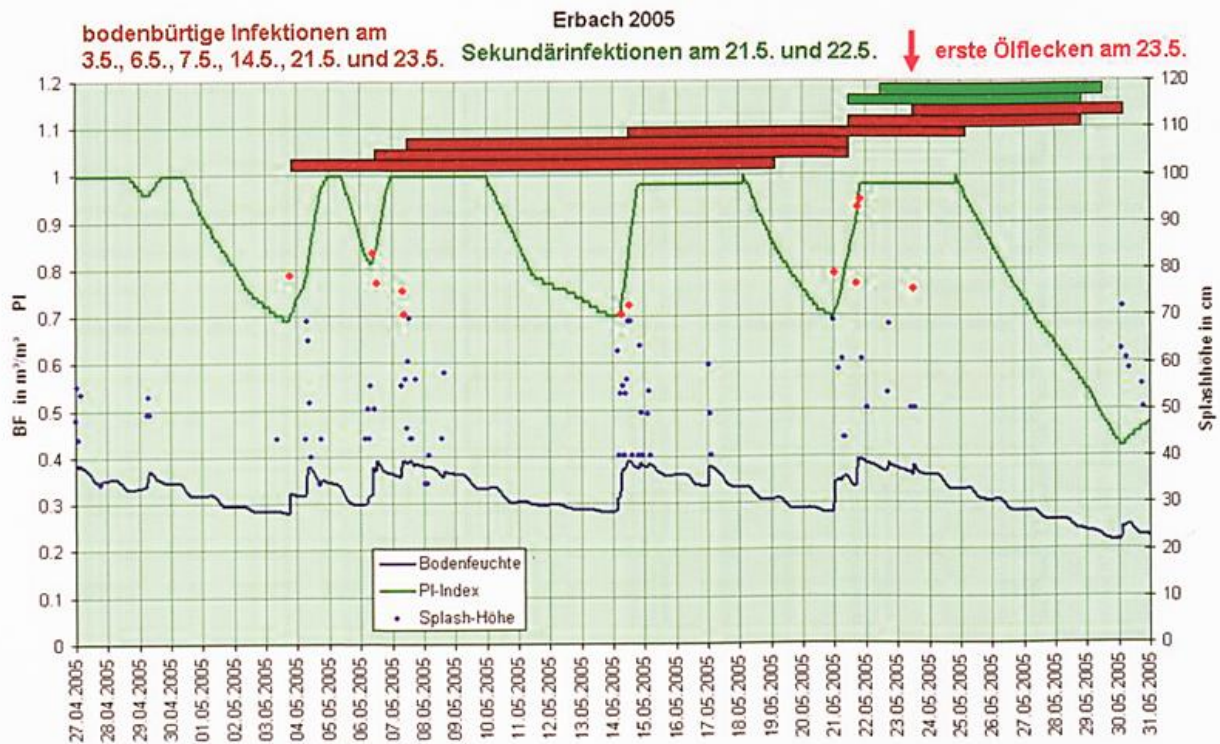
brauner Balken). Das Ende der Inkubationszeit fiel auf ein Wochenende, so dass erste Ölflecke erst am folgenden Montag (23.05.2005) bonitiert wurden. Bereits vor Sichtbarwerden der ersten Ölflecke kam es zur nächsten bodenbürtigen Infektion. In der Folge überlagerten sich die Inkubationszeiten dieser zweiten bodenbürtigen Infektion (kürzerer brauner Balken) und der ersten Sekundärinfektion (grüner Balken), die direkt nach Ablauf der Inkubationszeit der Primärinfektion startete. Die feucht-warmen, sommerlichen Temperaturen der dritten Mai-Dekade hatten kurze Inkubationszeiten (zwischen sechs und acht Tagen) und erneute Sekundärinfektionen zur Folge.



**Abb. 2: Modellierung des Epidemieverlaufs von *Plasmopara viticola* und Boniturergebnisse für das Jahr 2005 – Standort Geisenheim**

Der Standort Erbach zeichnet sich durch einen deutlich höheren Anteil bodenbürtiger Infektionen aus. Die Modelle berechneten hier am 03.05., 06.05., 07.05., 14.05., 21.05. und 23.05.2005 erfolgreiche bodenbürtige Infektionen (Abb. 3). Die ersten Ölflecken wurden ebenfalls am 23.05.2005 bonitiert. Zu diesem Zeitpunkt waren die Inkubationszeiten der ersten drei bodenbürtigen Infektionen bereits abgelaufen und drei weitere bodenbürtige Infektionen sowie zwei Sekundärinfektionen gesetzt. Erbach gehört somit zu den „schwierigen Perro-Standorten“, was sich mit den genetischen Studien von LOSKILL et al. (2005) deckt.

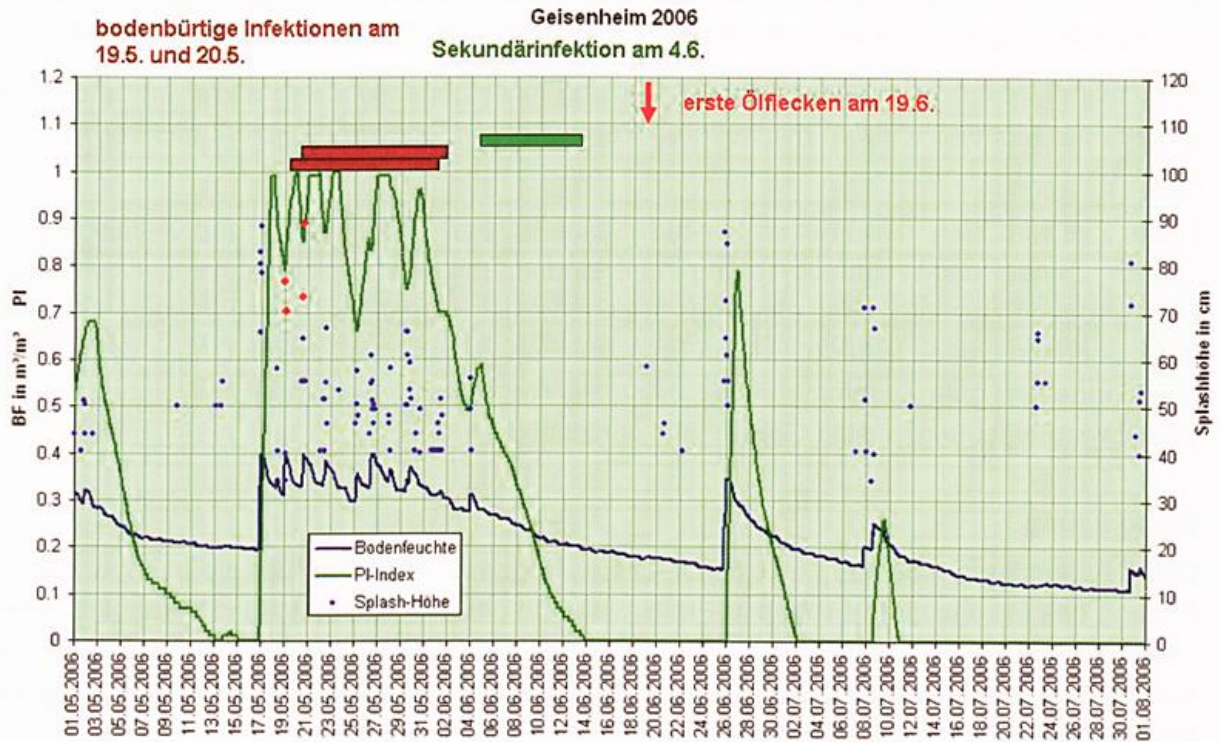
Insgesamt handelte es sich im Jahr 2005 um ein sehr ungewöhnliches „Peronospora“-Jahr, da eine sehr starke erste bodenbürtige Infektion auftrat, die zudem auf Grund der extrem langen Inkubationszeit unerkant blieb. Diese Situation wurde von der weinbaulichen Praxis völlig unterschätzt. Nur einige wenige Betriebe, die kurz vor dem entscheidenden Wochenende (21./22.05.2005) Peronospora-Fungizide ausgebracht hatten, blieben verschont. Wer nicht rechtzeitig gespritzt hatte, konnte den regional katastrophalen Epidemieverlauf nicht mehr stoppen.



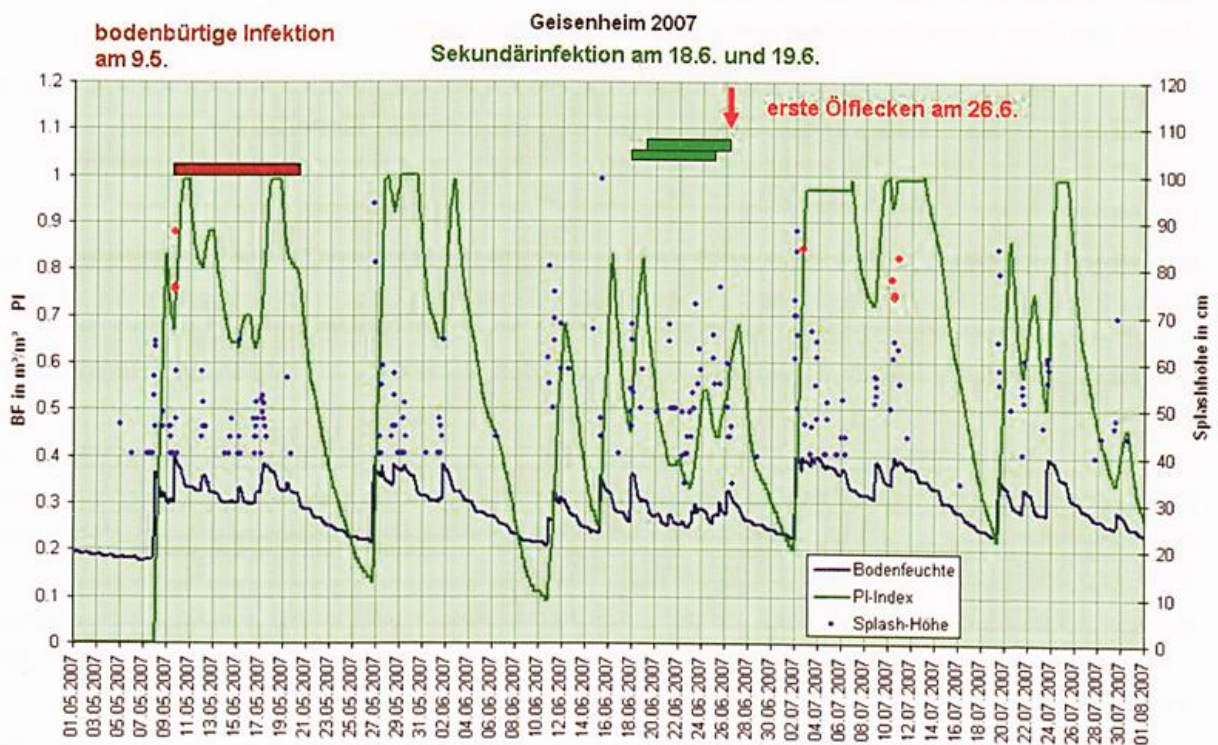
**Abb. 3: Modellierung des Epidemieverlaufs von *Plasmopara viticola* und Boniturergebnisse für das Jahr 2005 – Standort Erbach**

Die nachfolgenden ersten Validierungsjahre 2006 und 2007 waren schwache „Peronospora“-Jahre. In 2006 traten erste bodenbürtige Infektionen am 19. und 20.05.2006 auf (Abb. 4). Die Inkubationszeiten (braune Balken) dieser beiden schwachen Primärinfektionen umfassten jeweils 13 Tage. Allerdings führten diese nur zu einem schwachen Epidemiestart, so dass die vereinzelt aufgetretenen Ölflecken nicht gefunden wurden. Die darauf folgende Sekundärinfektion startete am 04.06.2006 und hatte eine etwas kürzere Inkubationszeit (grüner Balken) von neun Tagen zur Folge. Erste Ölflecken wurden auf den Monitoring-Flächen erst am 19.06.2006 bonitiert.

Im Jahr 2007 kam es wie in 2005 bereits Anfang Mai zur Primärinfektion (09.05.2007). Die Inkubationszeit (brauner Balken) war nach elf Tagen abgelaufen (Abb. 5). Es handelte sich aber im Gegensatz zur Situation in 2005 um eine sehr schwache Primärinfektion, da die nur vereinzelt aufgetretenen Ölflecken nicht wahrgenommen wurden. Aufgrund der für den Pilz ungünstigen Witterungsbedingungen traten über einen Zeitraum von einem Monat keine weiteren Infektionen auf. Erst am 18. und 19.06.2007 kam es zu ersten Sekundärinfektionen. Mit Ablauf der Inkubationszeiten dieser Sekundärinfektionen (grüne Balken) wurden am 26.06.2007 erste Ölflecken auf der Monitoring-Fläche festgestellt.



**Abb. 4: Modellierung des Epidemieverlaufs von *Plasmopara viticola* und Boniturergebnisse für das Jahr 2006 – Standort Geisenheim**



**Abb. 5: Modellierung des Epidemieverlaufs von *Plasmopara viticola* und Boniturergebnisse für das Jahr 2007 – Standort Geisenheim**

Im Jahr 2008 ließ der extrem schwache Peronospora-Befall im Rheingau keine Validierung des neuen Geisenheimer Prognosemodells zu.

Zukünftig stehen also einerseits die Fortsetzung einer umfassenden Validierung und andererseits der Modell-Vergleich mit weiteren Peronospora-Modellen im Fokus unserer Aktivitäten.

Unser Ziel wird sein, den Winzern weiterhin eine qualitativ hochwertige und vielfältige Rebschutz-, Dünge- und Weinbauberatung in Verbindung mit einer regionalen Wettervorhersage zur Verfügung zu stellen, was allerdings in Zeiten einer höchst unsicheren Zukunft des DWD in Geisenheim derzeit leider mit vielen Fragezeichen versehen ist. Fakt ist, dass wir auf eine langjährige und gute Zusammenarbeit zwischen Wetterdienst Geisenheim, Weinbauamt Eltville sowie Forschungsanstalt Geisenheim zurückblicken.

### **Danksagung**

Diese Abhandlung möchten wir Prof. Dr. Dieter Hoppmann widmen, der die Idee zur Durchführung des Peronospora-Prognose-Projektes hatte und die Antragstellung vorantrieb. Einer seiner besonderen Verdienste war, dass er immer wieder gemeinsame Schnittmengen zwischen DWD und FA (beide Geisenheim) gesucht und darauf aufbauend fruchtbare Kooperationen angeschoben und erfolgreich realisiert hat. Hierfür gilt ihm mein und unser ausdrücklicher Dank! Mit diesem Projekt hat er außerdem meine Forschungsausrichtung im Bereich Phytomedizin Weinbau maßgeblich gelenkt. Einen besseren Start in die weinbauliche Forschung hätte es für mich nicht geben können!

Dem BMELV danken wir für die finanzielle Unterstützung dieses wichtigen Verbundprojektes. Dem Projektträger (BLE) sei für die gute Zusammenarbeit und viele Expertenrunden gedankt, die dem Projekt stets wertvolle Impulse gegeben haben.

Helga Findeis, Anja Engels, Max Sandmann, Thorsten Scheu, Nicole Siebert, Reimer Thode danken wir für die Erfassung der Ölflecken auf den Monitoring-Flächen.

### **Literatur**

BERKELMANN-LÖHNERTZ, B.; HOPPMANN, D.; HOLST, H.; LÖHNERTZ, O.; BAUS-REICHEL, O.; FUCHS, B.; JAGOUTZ, H.; REUTHER, H. & SCHMITT, H.-H. (1999): Termingerechter und erregensorientierter Rebschutz auf der Basis des "Rheingauer Wetterfaxes". 24. Weltkongress für Rebe und Wein; 79. O.I.V. Generalversammlung, Sektion I: Weinbau: Methoden des Rebanbau – Tradition und Perspektiven, 202 – 207.

BERKELMANN-LÖHNERTZ, B.; LOSKILL, B. J.; FRUEHAUF, C.; GOLLMER, K.-U.; FORSTER, M.; KUCZERA, A.; BRADEN, H.; WITTICH, K.-P. (2006): Downy mildew forecast regarding primary and further soil borne infections based on a splash algorithm and a microclimate model. Proceedings of the 5th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew, 130.

BLEYER, G.; KASSEMAYER, H.-H.; KRAUSE, R.; VIRET, O.; SIEGFRIED, W. (2008): „VitiMeteo Plasmopara“ – Prognosemodell zur Bekämpfung von Plasmopara viticola (Rebenperonospora) im Weinbau. Gesunde Pflanzen, 60, 91-100.

HEITEFUSS R (1987): Pflanzenschutz - Grundlagen der praktischen Phytomedizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.

HILL, G. (1989a): Effect of temperature on sporulation efficiency of oilspots caused by Plasmopara viticola (Berk. et Curt., ex de Bary) Berl. et de Toni in vineyards. Vitic Enol. Sc., 44, 86-90.

HILL, G. (1989b): Das Peronospora-Risikoprognosemodell Oppenheim (P.R.O.) im Praxistest. *Der Deutsche Weinbau*, 44, 514-517.

LOSKILL, B. J.; GOBBIN, D.; BERKELMANN-LÖHNERTZ, B. (2005): Bodenbürtige Peronospora-Infektionen. *Der Deutsche Weinbau* 7, 26-29.

LOSKILL, B. J.; KUCZERA, A.; WITTICH, K.-P.; BRADEN, H.; FRUEHAUF, C.; GOLLMER, K.-U.; FORSTER, M.; BERKELMANN-LÖHNERTZ, B. (2007): Neue Wege bei der Peronospora-Prognose – Mehr Licht in das Dunkel der Primärinfektion. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch* 58, 76-81.

SCHULTZ, H. R. (1992): An empirical model for the simulation of leaf appearance and leaf area development of primary shoots of several grapevine (*Vitis vinifera* L.) canopy systems. *Scientia Horticulturae* 52, 179 – 200.

## Erarbeitung eines temperaturbasierten Modells zur Bestimmung der Inkubationszeit von *Guignardia bidwellii* an Weinreben

Daniel Molitor<sup>1</sup>, Cathleen Frühauf<sup>2</sup>, Ottmar Baus<sup>1</sup>, Beate Berkelmann-Löhnertz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin

<sup>2</sup> Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Außenstelle Geisenheim

Die in Nordamerika heimische Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) ist seit dem Jahr 2002 verstärkt in den nördlichen deutschen Weinbaugebieten anzutreffen und stellt eine erhebliche Bedrohung für Ertrag und Weinqualität dar. Die Kenntnis der Inkubationszeitlänge von *Guignardia bidwellii* ist ein wichtiges Werkzeug zur besseren Terminierung des Einsatzes kurativ wirkender Fungizide. Aus diesem Grunde wurden Studien an Blättern und Beeren durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Länge der Inkubationszeit an **Blättern** in hohem Maße von der Temperatur abhängig ist.

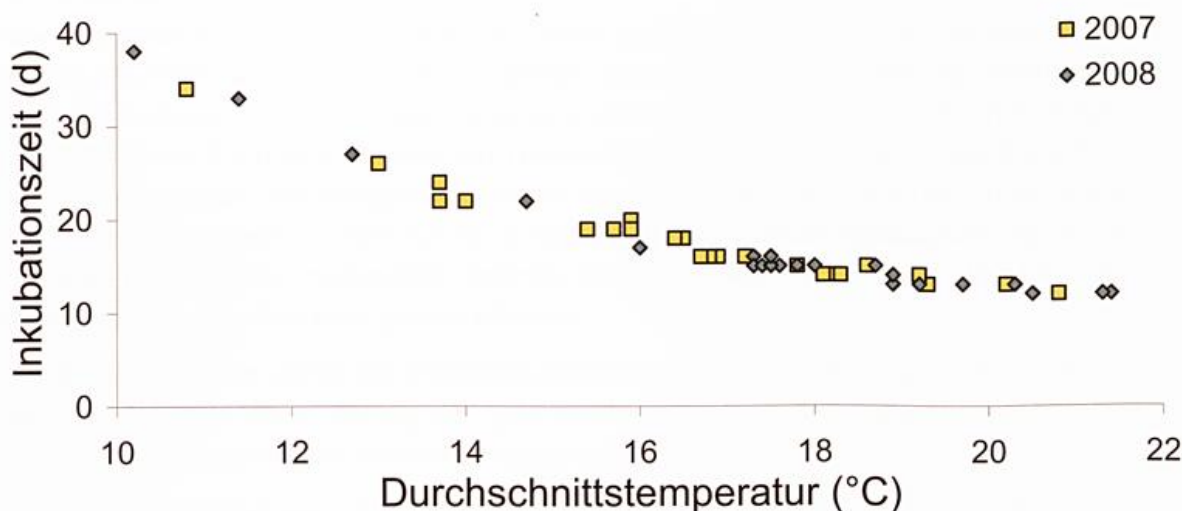


Abb. 1: Inkubationszeiten an Topfrebenblättern unter Freilandbedingungen in Abhängigkeit von der Temperatur in den Jahren 2007 und 2008. Rebsorte: Müller-Thurgau.

In Abb. 1 sind die Inkubationszeiten an von April bis September der Jahre 2007 und 2008 inokulierten Topfrebenblättern in Abhängigkeit von der Durchschnittstemperatur in dieser Phase dargestellt. Diese betragen zwischen 12 und 34 Tage. Zur mathematischen Beschreibung der Beziehung zwischen der Temperatur und der Dauer der Inkubationszeit wurde ein Temperatursummenmodell entwickelt. Dieses Modell erlaubt neben einer Abschätzung, wann mit dem Auftreten erster Symptome gerechnet werden kann, eine temporale Positionierung innerhalb dieses Zeitraumes, d.h. die Abschätzung des zu einem bestimmten Zeitpunkt bereits abgelaufenen prozentualen Anteils der gesamten Inkubationszeit.

Als am besten an die beobachteten Inkubationszeiten angepasst erwies sich ein Modell, welches die Tagesmitteltemperaturen (berechnet aus Stundenmittelwerten) zwischen 6 °C und 24 °C vom Tag nach der Inokulation bis zum Tag des Auftretens der ersten Symptome aufsummiert. Die ermittelten Grenzen (6 und 24 °C) weichen hierbei nur geringfügig von den von NORTHOVER (1998) bestimmten (7 und 26 °C) ab. Im Mittel wurde nach Auflaufen einer Temperatursumme  $T_{\text{INK}(6;24)}$  von 175 Gradtagen der Ablauf der Inkubationszeit registriert. Für die Praxis bedeutet das, dass bei Erreichen eines Temperatursummenswellenwertes  $TS_{\text{Blatt}}$  von 175 Gradtagen ( $T_{\text{INK}(6;24)}$ ) mit dem Erscheinen neuer Symptome an Rebblättern

gerechnet werden muss. Auf der Basis des Temperatursummenmodells kann darüber hinaus der aktuelle Status der pilzlichen Entwicklung im Wirtsgewebe näher beschrieben werden. Die Festlegung des Temperatursummenswellenwertes ermöglicht somit eine schnelle Aussage darüber, wie viel Prozent der Inkubationszeit aktuell bereits abgelaufen sind. Somit stellt das Modell ein wichtiges Instrument zur besseren Terminierung des Einsatzes kurativ wirkender Pflanzenschutzmittel dar.

Während Untersuchungen zur Inkubationszeit an Blättern gezeigt hatten, dass Inkubationszeiten von mehr als 20 Tagen bei sommerlichen Temperaturen relativ unwahrscheinlich sind, wurde in der Praxis häufig Traubenbefall festgestellt, der keinem Infektionsereignis in zeitlicher Nähe zugeordnet werden konnte. Diese Beobachtung ließ vermuten, dass für die Länge der Inkubationszeit an **Beeren** andere Gesetzmäßigkeiten gelten als an Blättern. Zur Überprüfung der Inkubationszeiten an Beeren wurden daher in den Jahren 2006 bis 2008 in wöchentlichem Abstand im Zeitraum von einer Woche vor bis acht Wochen nach der Blüte Gescheine bzw. junge Trauben im Freiland inokuliert. Es stellte sich heraus, dass die Länge der Inkubationszeit an Beeren in der Phase unmittelbar nach der Blüte der Inkubationszeit an Blättern entspricht. In den vorliegenden Untersuchungen betrug diese zwischen 13 und 16 Tagen. Bei späten Beereninfektionen kurz vor Reifebeginn verdoppelt sich die Länge der Inkubationszeit nahezu im Vergleich zur Inkubationsdauer am Blatt (Abb. 2).

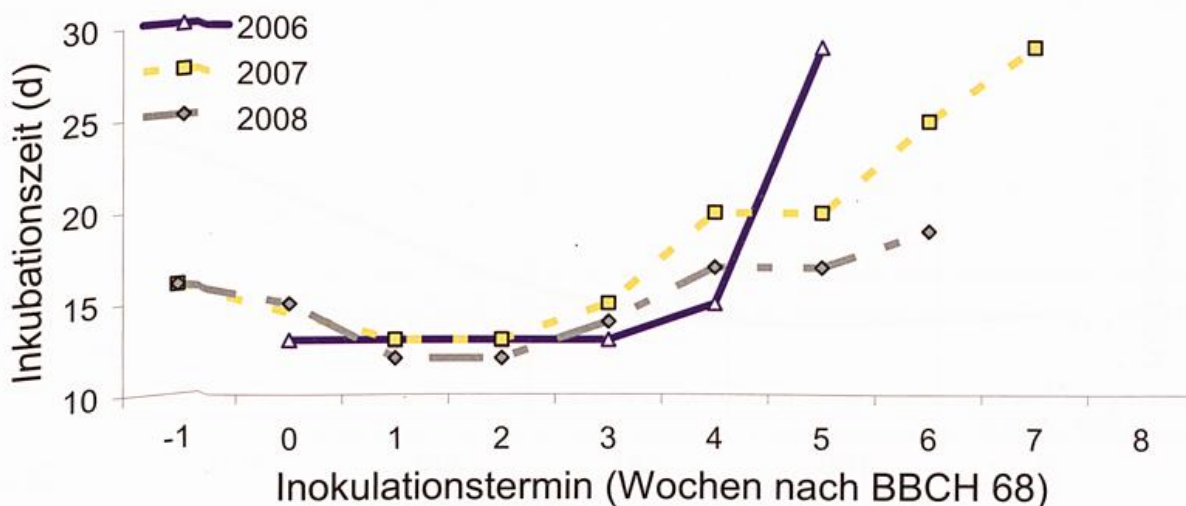
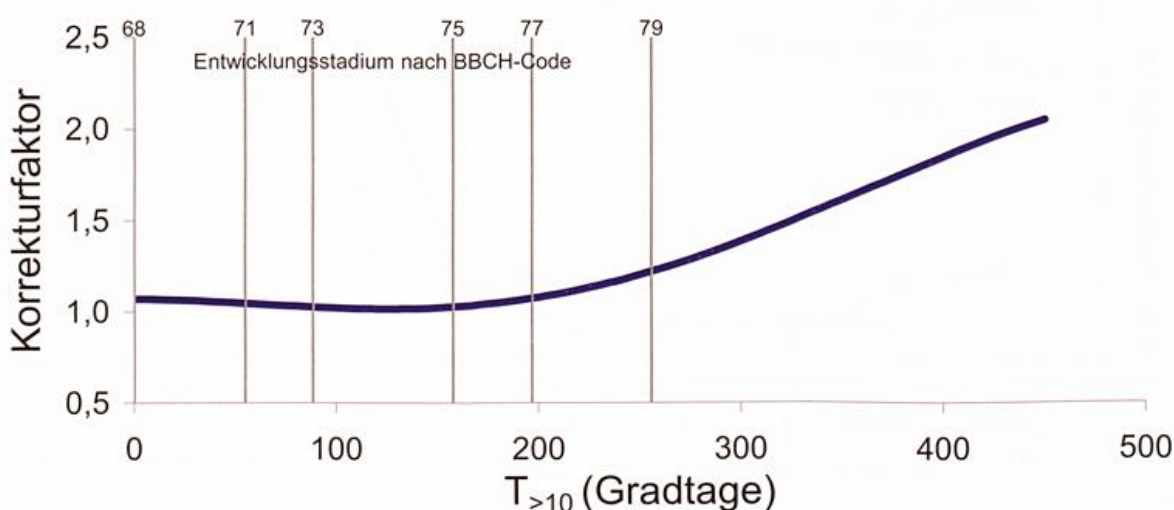


Abb. 2: Inkubationszeiten an Beeren im Freiland in Abhängigkeit vom Inokulationstermin; Versuchsjahre 2006 bis 2008; Rebsorte: Riesling.

Demnach ist die Inkubationszeit an Beeren nicht nur von der Temperatur, sondern auch vom Entwicklungsstand abhängig. Dieses Phänomen löst in der Praxis häufig Verwunderung über plötzlich auftretenden Spätbefall bereits weicher Trauben aus. Die hier erst spät sichtbar werdenden Läsionen sind allerdings auf Infektionen zurückzuführen, die bereits mehrere Wochen zurückliegen. Es zeigte sich, dass offenbar die Temperatursummenswellenwerte bis zum Auftreten der Symptome an Beeren nicht konstant sind. Bis zum Entwicklungsstadium „Beginn des Traubenschlusses“ (ca. drei Wochen nach der abgehenden Blüte) liegen diese Schwellenwerte im Bereich der an Blättern beobachteten Werte ( $\sim 175$  Gradtage  $T_{INK(6;24)}$ ). Wie bereits von HOFFMAN et al. (2002) beobachtet, steigen diese danach jedoch kontinuierlich an. Zur Vorhersage der Inkubationszeiten an Beeren ist daher die Anpassung des an Blättern entwickelten Temperatursummenmodells durch Berücksichtigung eines Kor-

rekturfaktors für den Entwicklungsstand notwendig. Demnach errechnet sich der Temperatursummenschwellenwert bis zum Auftreten erster Symptome an Beeren aus dem an Blättern ermittelten Schwellenwert  $TS_{\text{Blatt}}$  (175 Gradtage  $T_{\text{INK}(6;24)}$ ) und einem vom Entwicklungsstand abhängigen Korrekturfaktor. Als Maß für den Einfluss des Entwicklungsstandes der Beeren dient bei dieser Berechnung die Temperatursumme der Tagesmitteltemperaturen über  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ab dem Tag nach der abgehenden Blüte ( $T > 10$ ). Als untere Grenze für die Temperatursummenbildung wurde gemäß des Blattflächenzuwachsmodells von SCHULTZ (1992) die Temperaturstufe  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  festgelegt, da das Beerenwachstum unterhalb einer Tagesmitteltemperatur von  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  gering ist. Es zeigte sich, dass bis zu einer Temperatursumme  $T > 10$  von ca. 200 Gradtagen (entspricht „Beginn des Traubenschlusses“) der Korrekturfaktor etwa den Wert 1 hat. Das bedeutet, dass die Inkubationszeiten an Blättern und Beeren bis zu diesem Entwicklungsstadium gleich lang sind. Mit Fortschreiten der Entwicklung erhöht sich der Korrekturfaktor auf Werte  $> 1$ , d.h. der benötigte Schwellenwert bis zum Auftreten erster Symptome bzw. die Länge der Inkubationszeit nimmt kontinuierlich zu. Im Falle besonders später Infektionen kann die Länge der Inkubationszeit an Beeren bei vergleichbaren Temperaturbedingungen daher doppelt so lang sein wie bei Infektionen in unmittelbarer zeitlicher Nähe zur Blüte. Die Abb. 3 zeigt die ermittelten Korrekturfaktoren  $k$  zur Berechnung der Temperatursummenschwellenwerte an Beeren ( $TS_{\text{Beere}}$ ) in Abhängigkeit vom jeweiligen Entwicklungsstand.



**Abb. 3:** Korrekturfaktoren zur Ermittlung des Temperatursummenschwellenwertes ( $TS_{\text{Beere}}$ ) an Beeren in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium (dargestellt als Temperatursumme der Tagesmitteltemperaturen über  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ab dem Tag nach Erreichen von BBCH 68 ( $T > 10$ ) bis zum Zeitpunkt der Inokulation). Die dargestellten  $T > 10$ -Werte bis zum Erreichen der Entwicklungsstadien 71, 73, 75, 77, 79 nach BBCH-Code ergeben sich aus den Mittelwerten der Jahre 1995 bis 2007 am Standort Eltville bei der Rebsorte Riesling (Daten: Weinbauamt mit Weinbauschule Eltville (FUCHS, mündliche Mitteilung))

Welche Prozesse in der Pflanze für die Abhängigkeit der Länge der Inkubationszeit vom Entwicklungsstand der Beeren verantwortlich sind, ist bisher unbekannt. Möglicherweise führen morphologische Veränderungen der Beeren während des Reifeprozesses dazu, dass die Ausbreitung des subkutikulären Mycelz zunehmend erschwert wird und es daher erst zu einem späteren Zeitpunkt zu einem Wechsel zwischen biotropher und nekrotropher Phase kommt (KUO & HOCH, 1996). Die Beeinflussung der Inkubationszeitlänge durch den Entwick-

lungsstand ist auch für andere Pathogene beschrieben (BOYLE & AUST, 1997). So gilt die Verlängerung der Inkubationszeit mit zunehmendem Alter der Beeren neben dem Rückgang der Anfälligkeit als ein Teil der Altersresistenz.

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass die Länge der Inkubationszeit von *Guignardia bidwellii* an Blättern und Beeren stark mit der Temperatur in dieser Phase korreliert ist. An Blättern ist nach Erreichen einer Temperatursummschwelle (Summe der Tagesmitteltemperaturen zwischen 6 und 24 °C ab dem Tag nach dem Infektionsereignis) von 175 Gradtagen ( $T_{\text{INK}(6;24)}$ ) mit dem Auftreten erster Symptome zu rechnen. An Beeren ist die Länge der Inkubationszeit neben der Temperatur zusätzlich vom Entwicklungsstand abhängig. Bis zum Erreichen des Entwicklungsstadiums „Beginn des Traubenschlusses“ ist die Länge der Inkubationszeit an Beeren und Blättern gleich. Erst danach kommt es mit fortschreitender Beerenentwicklung zu einer kontinuierlichen Verlängerung der Inkubationszeit. Zur Berechnung des Temperatursummschwellenwertes bis zum Erscheinen erster Symptome an Beeren muss daher ab dem „Ende des Traubenschlusses“ ein Korrekturfaktor für den Entwicklungsstand berücksichtigt werden.

## Literatur

BOYLE C. & AUST H.J. (1997): Ontogenetically determined resistance (adult plant resistance). In: HARTLEB H.; HEITEFUSS R.; HOPPE H.-H.: Resistance of crop plants against fungi. Verlag Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 254-271

HOFFMAN L.E.; WILCOX W.F.; GADOURY D.M.; SEEM R.C. (2002): Influence of grape berry age on susceptibility to *Guignardia bidwellii* and its incubation period length. *Phytopathology* 92: 1068-1076

KUO K. & HOCH H.C. (1996): The parasitic relationship between *Phyllosticta ampellicida* and *Vitis vinifera*. *Mycologia* 88 (4): 626 - 634

NORTHOVER P.R. (1998): The relationship of the number of wetting periods and accumulated degree-days to sporulation of *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz in vineyards. Master thesis, Pennsylvania State University

SCHULTZ H.R. (1992): An empirical model for the simulation of leaf appearance and leaf area development of primary shoots of several grapevine (*Vitis vinifera* L.) canopy-systems. *Scientia Horticulturae* 52: 179-200

## Klimawandel und Weinbau

Dieter Hoppmann, Leiter der Außenstelle Geisenheim von 1984-2002

### Allgemeines

Das Klima ist über längere Zeiträume nicht konstant. Die Veränderungen der Sonneneinstrahlung, der Gasbestandteile in der Atmosphäre, der Meeresströmungen und die Verschiebung der Kontinente steuern diesen Wandel auf natürliche Weise. Klimaschwankungen unterliegen neben diesen genannten natürlichen auch anthropogenen Einflüssen. Letztere sind der Konzentrationszunahme strahlungsaktiver Spurengase zuzuschreiben. Um eine Aussage über das zukünftige Klima zu erhalten, bedient man sich der Klimamodelle. Es handelt sich dabei um Kombinationen modifizierter Wettervorhersagemodelle mit Modellen des Ozeans und der Eisgebiete. Nach dem neuesten Klimabericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change 2007) wird der Gleichgewichtszustand noch drastischer verändert als bisher angenommen. Die Verwendung fossiler Brennstoffe wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration bis zur Jahrhundertmitte auf eine Höhe von 540 ppm treiben, wobei die weitere Entwicklung der Mensch selbst in der Hand hat. Es handelt sich dabei ausschließlich um sogenannte Klimaszenarien. Es ist notwendig, für das verwendete Klimamodell einen Anstieg der Treibhausgase vorzugeben. Bei einer optimistischen Betrachtungsweise, wird der Anstieg moderat, bei pessimistischen Betrachtungsweisen dagegen sehr stark ausfallen. Die Abb. 1 zeigt die gesamte Spannweite möglicher Temperaturszenarien in den nächsten 100 Jahren mit unterschiedlichen Modellannahmen bezüglich des CO<sub>2</sub>-Anstieges, wobei sich die Prognosen in diesem Beitrag auf die Ergebnisse des Potsdam – Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) stützen, die eine Entwicklung entlang der durchgezogenen roten Linie (A1B) in der Mitte favorisieren.

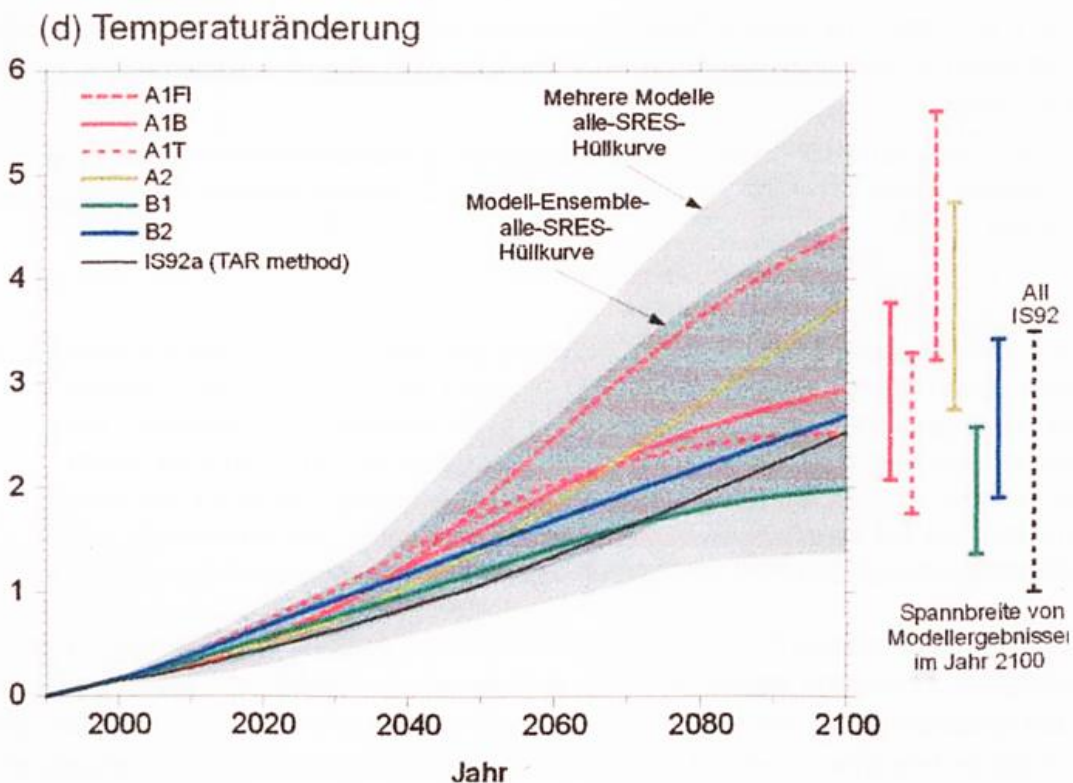


Abb. 1: Spannbreite von Modellergebnissen mit verschiedenen Temperaturszenarien bis zum Jahr 2100 (IPCC). A1B wurde verwendet (STOCK et al. 2007)

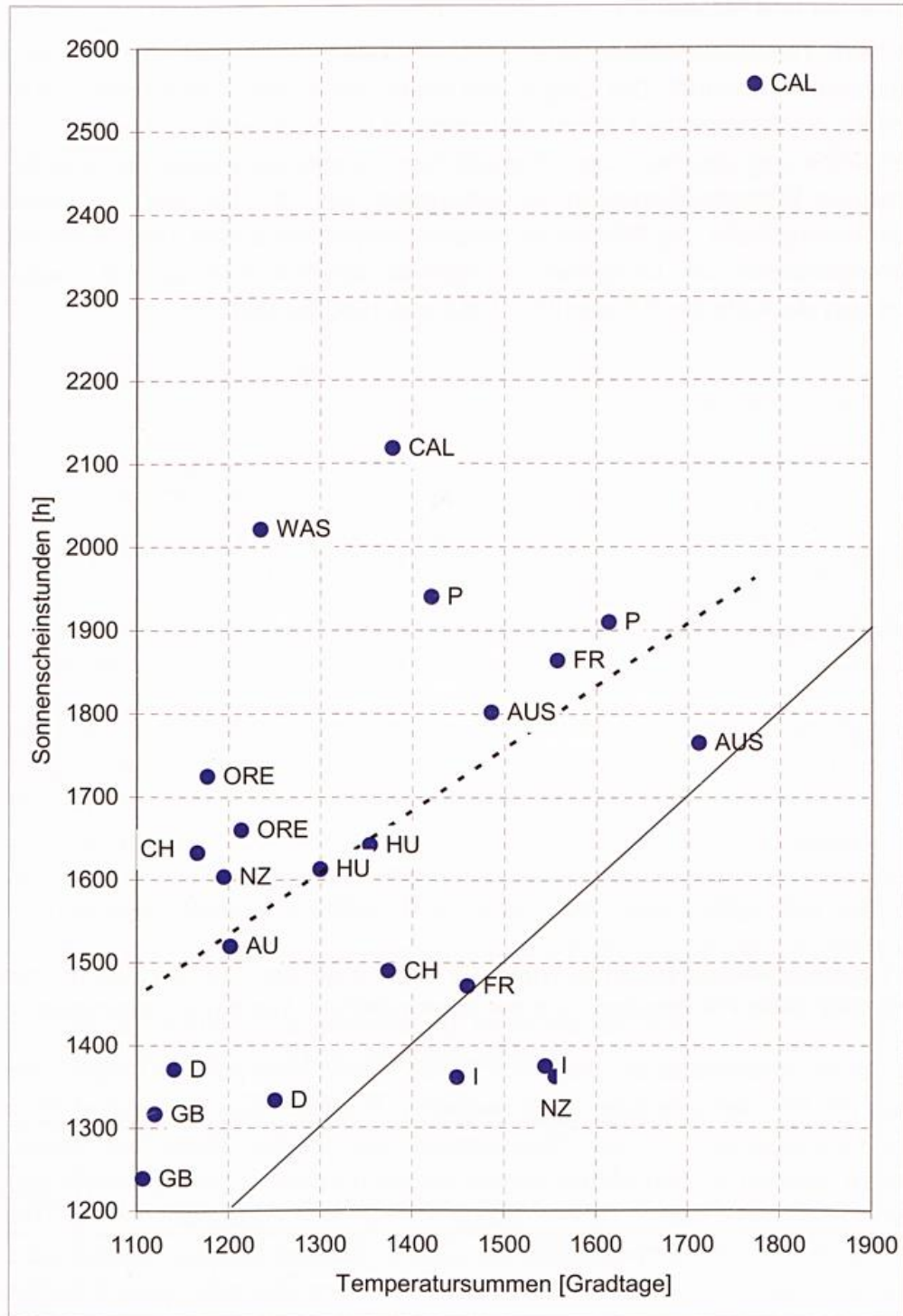
Der nachfolgende Beitrag untersucht die Frage, wie sich die Klimawende auf den Weinbau auswirken wird. Es werden die Chancen und Risiken auf der Basis des heutigen Kenntnisstandes und der zu beobachtenden Trends aufgezeigt. Die Prognosedaten umfassen den Zeitraum von 2007 bis 2060, die Klimatrends der vergangenen Jahrzehnte werden aus den Daten von 1951 bis 2006 abgeleitet. Die ausgewählten Stationen repräsentieren mit Vogtsburg im Kaiserstuhl das Weinbaugebiet Baden, mit Geisenheim den Rheingau, mit Würzburg das fränkische Weinbaugebiet und Leipzig steht stellvertretend für die Gebiete an Saale-Unstrut und Elbe. Weitere regionalklimatische und geländeklimatische Unterschiede bleiben in diesem makroklimatischen Vergleich unberücksichtigt.

### **Klimaansprüche der Rebe**

Die Rebe gehört unter den vielen Kulturpflanzen zu den „Sensibelchen“, wenn man die Einflüsse von Klima und Witterung auf die Qualitätsbildung betrachtet. Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau laufen zurzeit weltweit intensive Untersuchungen. Die genannten Aktivitäten in der Forschung sind unter anderem auf die hohen Wärmeansprüche der Rebe zurück zu führen. Deutschland liegt deshalb traditionell auch an der Nordgrenze des Weinbaues in Europa. In den nächsten Jahrzehnten werden sich die potenziellen Anbaugrenzen für Reben aufgrund der globalen Erwärmung nach Norden verschieben. Im Mittelalter war der Weinbau schon einmal wegen der um ein bis zwei Grad höheren Temperaturen bis nach Ostpreußen und Südschweden ausgedehnt. Mit der Abkühlung vom 16. bis zum 18. Jahrhundert wurde der Anbau in den nördlichen Regionen wieder aufgegeben. Die hohen Wärmeansprüche werden auch aus dem Ursprungsbiotop der Reben deutlich. Die Wildreben und auch die von ihnen abstammenden Kulturreben sind Lianen des mäßig warmen bis mediterranen Auwaldes. Die Kulturrebe hat sich in ihrer Entwicklungsgeschichte an die ihr heute zugewiesenen Standorte angepasst, die sich klimatisch sehr deutlich unterscheiden. Die Wirkung der Klimafaktoren auf das Wachstum der Reben und die Ausreife der Beeren lassen sich nicht durch Grenzwerte exakt festlegen. Die phänologische Entwicklung der Rebe wird vor allem durch die Temperatur beeinflusst. In der Literatur wird auch eine ausschließliche Temperaturabhängigkeit angegeben (GLADSTONES 1992), wobei nach der Blüte sicherlich auch die Strahlungsintensität und der damit verbundene Einfluss auf die Photosyntheseleistung eine zusätzliche Rolle spielen (GUTIERREZ ET AL. 1985). Als unterste Schwelle des Wachstums werden meist 10 °C angenommen und diese Werte dienen auch bei vielen klimatischen Indizes als unteres Limit. Zwischen ca. 10 °C und 16-17 °C steigt die Wachstumsrate linear an. Darüber wird der Anstieg schwächer und maximale Wachstumsraten werden, je nach Sorte, bei einer Tagesdurchschnittstemperatur von ca. 20 °C (SCHULTZ 1993) erreicht. Bei mediterranen Rebsorten liegen die Werte etwas höher. Auch der obere Schwellenwert, bei dem das Wachstum reduziert wird, ist sortenabhängig. Während Sorten wie Riesling ab ca. 30 °C bereits eingeschränktes Wachstum zeigen, scheinen Sorten wie Syrah (BUTTROSE 1969), oder Chardonnay (SEPULVEDA ET AL. 1986) weniger empfindlich zu sein. Bei zu hohen Temperaturen (>35 °C) vermindert sich die Photosyntheseleistung so stark, dass nicht genügend Substrat für das Wachstum zur Verfügung steht und hohe Verluste durch die Veratmung von Photosyntheseprodukten entstehen. Untersuchungen zur Assimilationsleistung der Rebe haben gezeigt, dass sich die Optimalbereiche für die wichtigsten Klimagrößen wie Temperatur und Lichtverhältnisse mit der phänologischen Entwicklung und dem Blattalter verschieben. Außerdem verändern sie sich in Wechselwirkung mit den wechselnden Witterungsverhältnissen. So ist das Temperaturoptimum für die Photosynthese nicht

fixiert, sondern im Hinblick auf die obere und untere Grenze sehr variabel. Innerhalb einer Vegetationsperiode kann das Optimum zwischen  $\geq 18$  °C und  $\leq 34$  °C Blatttemperatur liegen, je nach den Temperaturbedingungen, die über einen gewissen Zeitraum herrschen und an die sich der Photosyntheseapparat anpasst. Dabei können über einen Bereich von ca. 25-33 °C ähnliche Maximalwerte erzielt werden. Sehr aufschlussreich ist die umfassende Darstellung von GLADSTONES (1992), der die Sonnenscheindauer und die Temperatursummen aus fast allen Weinbauregionen der Welt zusammengetragen hat. Die Abb. 2 stellt einen Auszug mit den Sonnenscheinstunden auf der Y-Achse und den Temperatursummen auf der X-Achse für verschiedene Weinbauregionen dar. Die Summen beziehen sich auf die Vegetationszeit von April bis Oktober bzw. auf der Südhalbkugel von Oktober bis April. Die Kernaussage von GLADSTONES lautet: „Die Trauben erreichen in wärmeren Zonen im Vergleich zu den kühleren Weinbauklimaten nur dann eine volle Ausreife, wenn neben den höheren Temperatursummen gleichzeitig auch die Zahl der Sonnenscheinstunden deutlich ansteigt.“ Bei zunehmender Temperatur werden deutlich mehr Assimilate für die Veratmung verbraucht. Dieser Verbrauch kann nur durch eine höhere Photosyntheseleistung während der hellen Tagesphasen mit Sonnenschein ausgeglichen werden. Dabei bleibt allerdings die Temperatursumme der primäre begrenzende Anbaufaktor. Die Gegenüberstellung zeigt deutlich, dass es nur wenige Weinbauregionen gibt, in denen die Temperatursummen zahlenmäßig die Zahl der Sonnenscheinstunden deutlich übertreffen. Ausnahmen sind beispielsweise die norditalienischen Weinbaugebiete mit relativ hohen Wärmesummen bei gleichzeitig vergleichsweise geringeren Sonnenscheinstunden. Die beiden deutschen Stationen Freiburg und Geisenheim liegen im linken unteren Bereich der Abb. 2. Mit dem Klimawandel ergeben sich deutlich höhere Potenziale mit neuen Möglichkeiten und Anpassungsstrategien. Der Stoffwechsel wird auch dann eingeschränkt, wenn das Wasserpotenzial im Boden unter -0.3 MPa absinkt. Das pflanzenverfügbare Bodenwasser schwankt mit dem Niederschlagsangebot während der gesamten Vegetationsperiode. In sehr trockenen Jahren wie 2003 gerät die Rebe unter Trocken- und Hitzestress.

Der Reifezeit der Trauben gehört dann noch einmal die besondere Betrachtung des klimatischen Umfeldes der Rebe. Das Temperaturoptimum verschiebt sich während der Beerenreife mit einer Anpassung an die Jahreszeiten deutlich zu niedrigen Temperaturen. GLADSTONES (1992) siedelt das Temperaturoptimum für die Zuckereinlagerung, Säureabbau und die Bildung von Inhaltstoffen in der Beere im Bereich von 15 bis 20 °C an, wobei die untere Grenze eher den kühlen Weinbauklimaten mit frischen Weißweinen, die obere Grenze dagegen den farbintensiven tanninhaltigen mediterranen Rotweinen zuzuordnen ist. Die klimatischen Verhältnisse in Deutschland bedingen auch ein Rebensortiment, das sich deutlich von den südlich gelegenen, wärmeren und trockeneren Anbauzonen unterscheidet. Hinzu kommen die geländeklimatischen Gegebenheiten, die die Wahl der Rebsorte und -unterlage bestimmen.



- - - - = Regressionslinie Sonnenscheindauer zu Temperatursummen

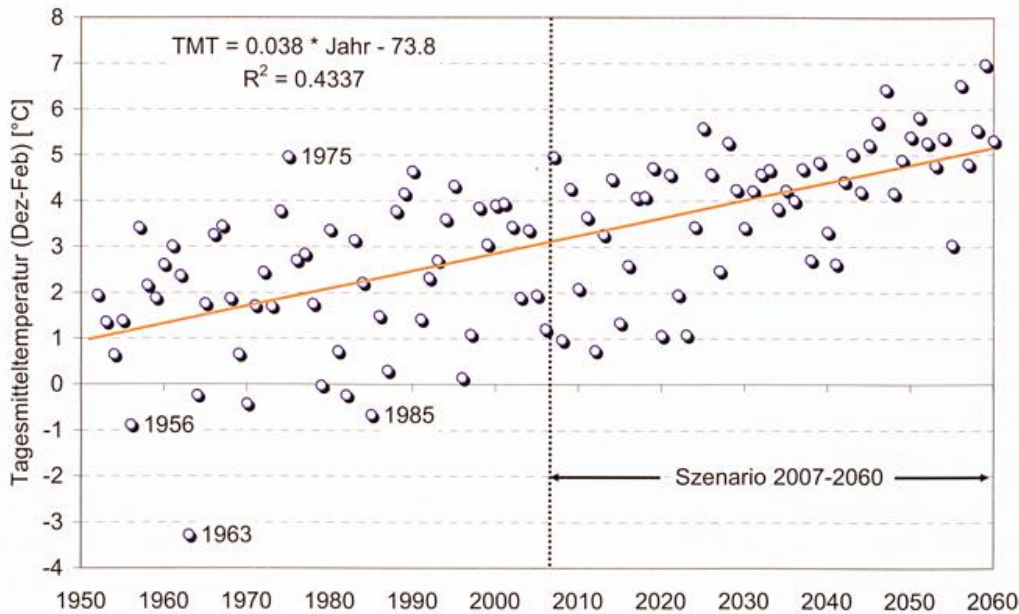
———— = Verhältnis Sonnenscheindauer zur Temperatursumme = 1

|     |             |    |             |    |            |     |            |
|-----|-------------|----|-------------|----|------------|-----|------------|
| AU  | Österreich  | D  | Deutschland | HU | Ungarn     | ORE | Oregon     |
| AUS | Australien  | FR | Frankreich  | I  | Italien    | P   | Portugal   |
| CH  | Schweiz     | GB | England     | NZ | Neuseeland | WAS | Washington |
| CAL | Kalifornien |    |             |    |            |     |            |

**Abb. 2: Die Gegenüberstellung von Temperatursummen von April bis Oktober (Nordhalbkugel) bzw. Oktober bis April (Südhalbkugel) und Sonnenscheindauer für die gleichen Zeiträume in verschiedenen Weinbauregionen der Welt. (nach GLADSTONES 1992)**

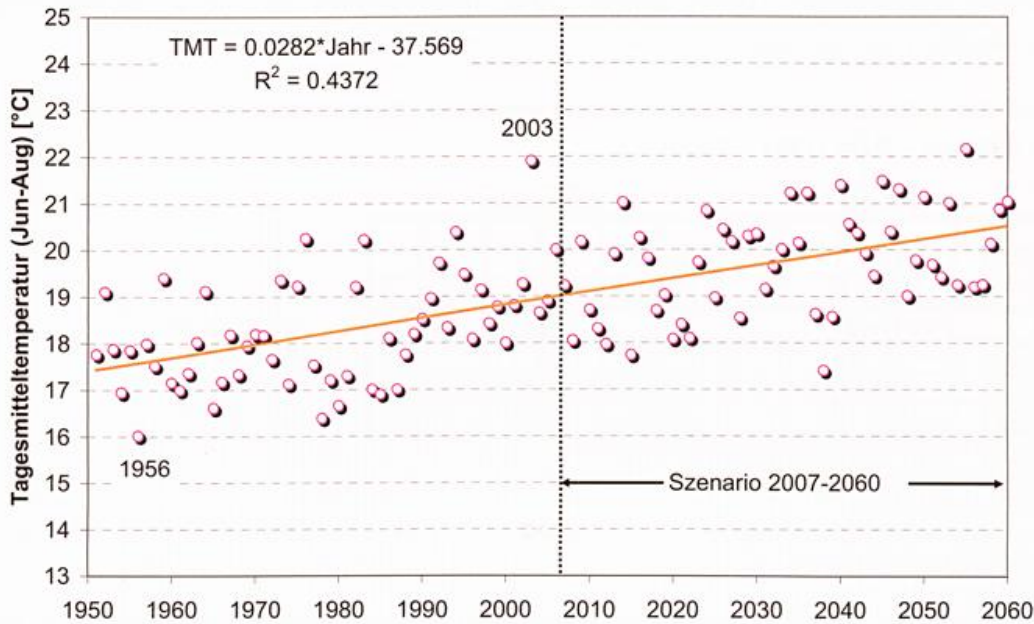
### Temperaturrends und -szenarien

Zurzeit wird beim Temperaturanstieg eine Geschwindigkeit beobachtet, die alle bisher bekannten Zeitszenarien übertrifft. Der Eingriff des Menschen in das normalerweise aufeinander abgestimmte Wechselspiel aus Sonne, Atmosphäre und Erde wird als Auslöser für diese schnelle Klimaänderung gesehen. Den dramatischen Temperaturanstieg verdeutlicht auch die Abb. 3 mit den Wintertemperaturen für Geisenheim von 1951 bis 2060. Der Verlauf ist typisch für die Veränderung des Winters im Westen Deutschlands. Seit 1985 lagen die mittleren Wintertemperaturen von Dezember bis Februar allesamt über der Null-Gradgrenze. Markant setzt sich die Kälte der Winter 1956, 1963 und 1985 ins Bild.



**Abb. 3: Die Tagesmitteltemperaturen im Winter für Geisenheim von 1951 bis 2060 (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam) und der lineare zeitliche Trend (durchgezogene Linie)**

Der Anstieg der Wintertemperaturen hat auch für die Reben eher positive Folgen, denn die Zahl der Tage mit Schneebedeckung ist in deutschen Rebflächen in den letzten 30 Jahren dramatisch zurückgegangen. Da die Temperaturen bei offenen Böden nur selten unter  $-15\text{ °C}$  absinken, werden in Zukunft die Winterfröste zumindest in den südwestlichen Landesteilen keine Rolle mehr spielen. Ebenso deutlich zeigt sich im Südwesten der Trend bei der Entwicklung der Sommertemperaturen. Die Abb. 4 dokumentiert die zunehmende Häufigkeit warmer Sommer in den letzten 20 Jahren. Dieser Trend wird auch bis 2060 andauern.



**Abb. 4:** Die Tagesmitteltemperaturen im Sommer für Geisenheim von 1951 bis 2060 (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam) und der lineare zeitliche Trend (durchgezogene Linie)

Die Tab. 1 vergleicht den Temperaturtrend im Winter und im Sommer für die vier Stationen Vogtsburg, Geisenheim, Würzburg und Leipzig. Die Spalte A dokumentiert das Tagesmittel im Winter und Sommer am Anfang des Zeitraums von 1951 bis 2060, die Spalte B den Temperaturanstieg bis 2060. Der Anstieg fällt im Winter mit über vier Grad wesentlich deutlicher aus als im Sommer. Die Sommertemperaturen steigen im Westen stärker als im Osten, die Werte schwanken zwischen 3,1 Grad in Würzburg und 2,6 in Leipzig. Mit dem Anstieg verkürzen sich die phänologischen Zeitspannen und die Reife der Beeren beginnt früher.

**Tab. 1:** Trend der mittleren Tagestemperatur im Winter (Dez-Feb) und im Sommer (Juni-Aug) von 1951 bis 2060

|           | Vogtsburg |      | Geisenheim |      |
|-----------|-----------|------|------------|------|
|           | A         | B    | A          | B    |
| Dez - Feb | 1.16      | 4.11 | 0.97       | 3.84 |
| Juni-Aug  | 17.95     | 2.71 | 17.43      | 2.82 |
|           | Würzburg  |      | Leipzig    |      |
|           | A         | B    | A          | B    |
| Dez - Feb | -0.73     | 4.50 | -0.15      | 4.25 |
| Juni-Aug  | 16.80     | 3.13 | 17.34      | 2.58 |

A = Ausgangswert der Tagesmitteltemperatur [°C] 1951

B = Temperaturanstieg [°C] bis 2060

Die Signifikanz liegt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit < 0.01

### Niederschlagstrends und -szenarien

Es ist sicher, dass wir uns bei der Temperatur bereits jetzt mitten im Klimawandel befinden. Aus dem erwartenden Temperaturanstieg resultiert insgesamt ein höherer Verdunstungsanspruch der Atmosphäre. Da insgesamt 70% der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt sind, gelangt somit mehr Wasserdampf in die Atmosphäre und dieser wird sich über die Wolken auch wieder ausregnen. Man rechnet damit, dass sich die hydrologischen Zyklen beschleunigen.

nigen. Die bisher berechneten Trends zeigen, dass insbesondere die Winterniederschläge zunehmen (Tab. 2).

**Tab. 2: Trend der mittleren Niederschlagssumme von April - September und Oktober - März (1951 – 2060)**

|         | Vogtsburg |        |      | Geisenheim |        |      |
|---------|-----------|--------|------|------------|--------|------|
|         | A         | B      | C    | A          | B      | C    |
| Apr-Sep | 431.87    | -18.20 | n.s. | 301.58     | -39.10 | n.s. |
| Okt-Mrz | 233.73    | 88.00  | ***  | 232.03     | 40.40  | *    |
|         | Würzburg  |        |      | Leipzig    |        |      |
|         | A         | B      | C    | A          | B      | C    |
| Apr-Sep | 306.52    | 2.00   | n.s. | 360.38     | -52.60 | *    |
| Okt-Mrz | 231.73    | 78.60  | ***  | 221.83     | 98.50  | ***  |

A = Ausgangswert der mittleren Niederschlagssumme [mm] 1951

B = Änderung des Niederschlags [mm] bis 2060

C = Signifik: n.s. = nicht signifikant

\* = Irrtumswahrscheinlichkeit < 0.05

\*\*\* = Irrtumswahrscheinlichkeit < 0.01

Beim Niederschlag gibt es allerdings keine ähnlich gut abgesicherten Trends wie bei der Temperatur. Die Änderungen von April bis September sind in Vogtsburg, Geisenheim und Würzburg nicht signifikant. Während des Winters werden dagegen in Vogtsburg und Leipzig signifikante Steigerungsraten von knapp 90 bzw. 100 mm erwartet. Zum einen schwankt der Niederschlag prozentual gesehen wesentlich stärker zwischen den Einzeljahren, zum anderen weisen die Klimamodelle trotz hoher Komplexität immer noch Schwächen bei der Darstellung des Niederschlags auf. So können beispielsweise Gewitter mit Starkregen oder das Auftreten von Hagel und extremen Wetterereignissen, die mit Wolken und Wasser zu tun haben, nicht berechnet werden. Die Abb. 5 zeigt die Niederschläge seit 1951 für die Station Geisenheim von April bis September sowie das berechnete Szenario bis 2060. Die gesamte Spannweite deckt den Bereich von 171 mm im Jahr 1976 bis 480 mm im Jahr 1968 ab. Der Trend von -40 mm zu mehr Trockenheit von 1951 bis 2060 lässt sich wegen der großen Schwankungsbreite aus den Daten nicht absichern. Statistisch abgesicherte Trends ergeben sich für die Niederschlagssummen von Oktober bis März für alle vier untersuchten Stationen (Tab. 2). Von dem Anstieg sind insbesondere die Regenstaugebiete der Mittelgebirge im Westen und Südwesten betroffen. Nach STOCK et al. (2007) stieg der Niederschlag in den Weinbaugebieten Rheingau, Pfalz und Württemberg in der Zeit von 1950 bis 2000 im Gebietsmittel um 64 mm an. Das entspricht einer prozentualen Zunahme von 8.2 %. Bei diesen Ergebnissen ist allerdings zu beachten, dass der Anstieg vor allem der Zunahme milder und niederschlagsreicher Winter mit +15.7 % mehr Niederschlag zu verdanken ist, während die Sommer in den untersuchten Gebieten wärmer und zugleich trockener (-17.6 % weniger Niederschlag) wurden. Die Abb. 6 (STOCK et al. 2007) zeigt den Trend des Niederschlags in den 3 Weinbaugebieten für das Winterhalbjahr (links), die Jahressumme (Mitte) und das Sommerhalbjahr (rechts) bis zur Dekade 2046 bis 2055 gegenüber den heutigen langjährigen Mittelwerten (1951-2000). Blaue Töne bedeuten eine Zunahme, braune dagegen eine Abnahme des Niederschlags. Die Zunahme des Niederschlags im Winter mit bis zu 100 mm über weite Teile des Südwestens ist offensichtlich, bei der Jahressumme vergrößern sich die braunen Anteile mit negativem Trend vor allem in Württemberg im Lee des Schwarzwaldes sowie im Norden von Rheinland-Pfalz und Mittelhessen. Im Sommer verschärft sich der negative Trend mit bis zu -60 mm in Teilen von Württemberg. Auch Teile des Odenwaldes, Mittelhessens und das nördliche Rheinland-Pfalz sind von der Sommerdürre betroffen.

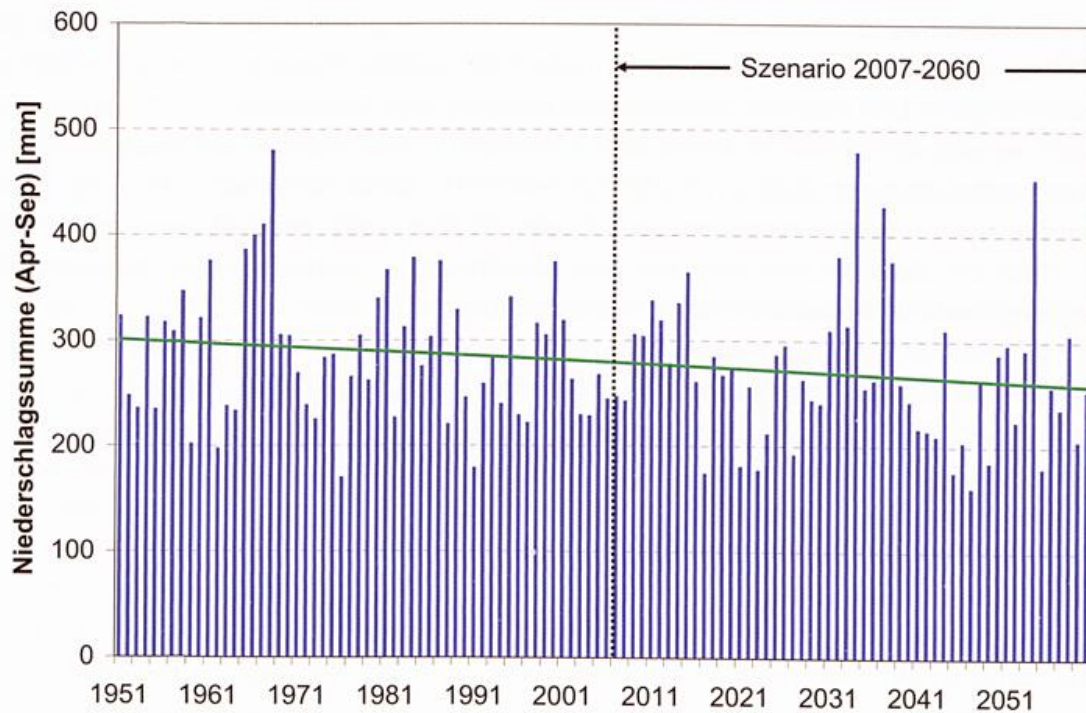


Abb. 5: Die Niederschlagssumme von April bis September für Geisenheim von 1951 bis 2060 (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam) und der lineare zeitliche Trend (durchgezogene Linie, nicht signifikant)

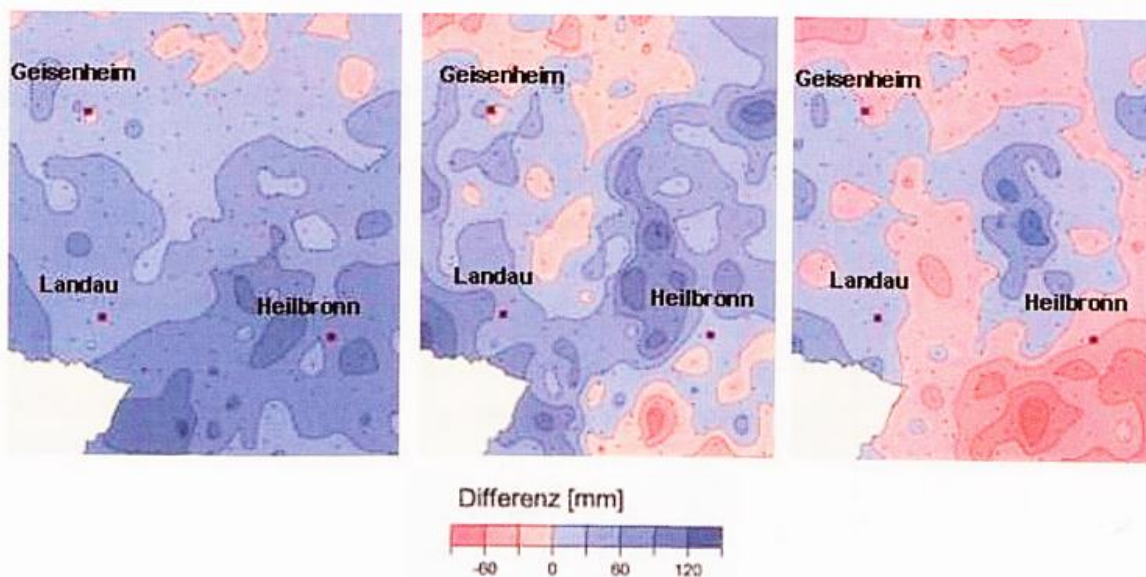
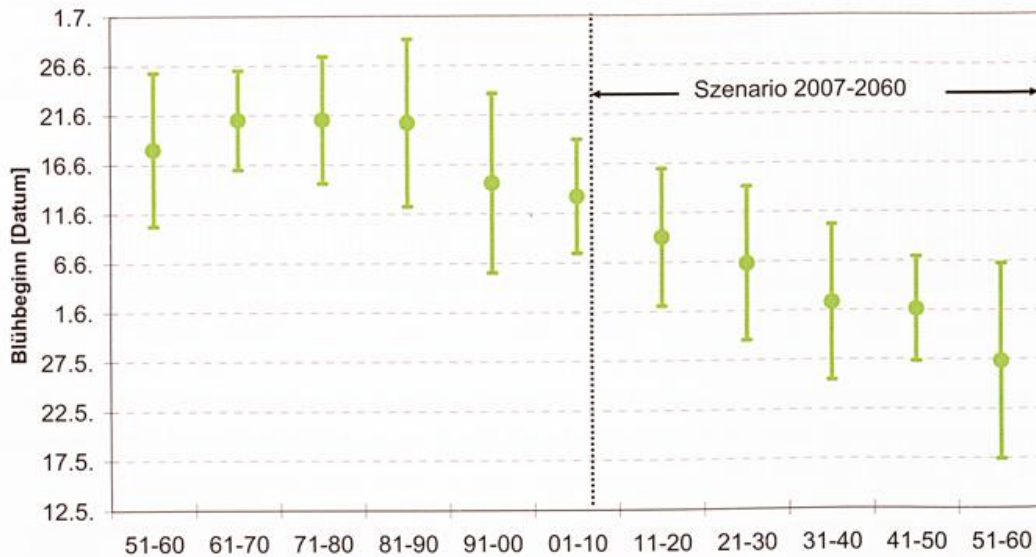


Abb. 6: Niederschlagstrend (2046-2055) im Südwesten (Weinbaugebiete Rheingau, Rheinhessen, Pfalz und Nord-Württemberg für das Winterhalbjahr(links), die Jahressumme (Mitte) und das Sommerhalbjahr(rechts) im Vergleich zu heute (1951-2000) (STOCK et al 2007)

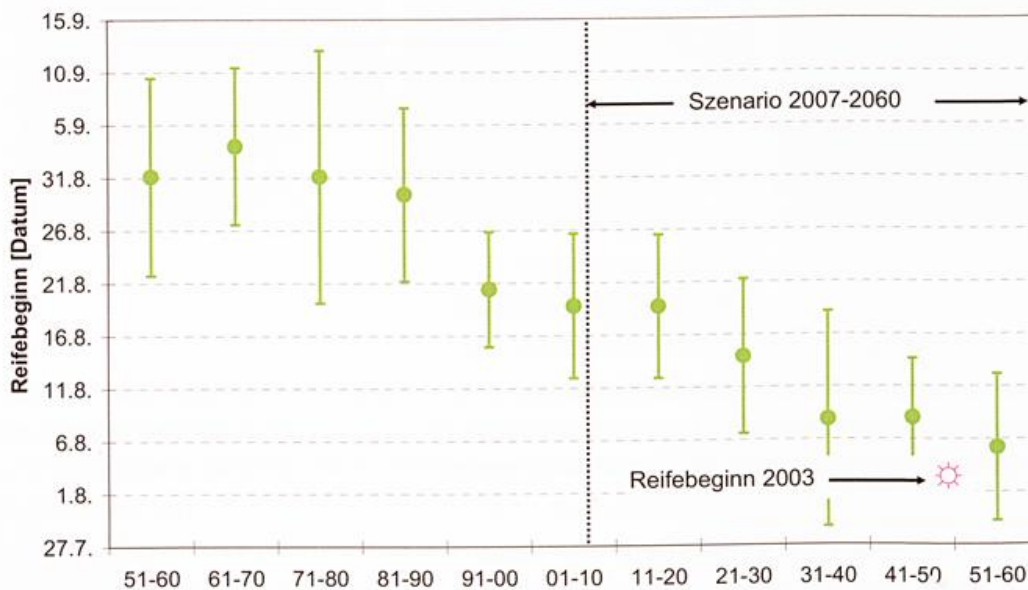
### Trends und Szenarien bei der Phänologie der Rebe

Die Temperatur bestimmt die phänologische Entwicklung der Rebe. Höhere Temperaturen beschleunigen das Wachstum, tiefe Temperaturen verzögern die Entwicklung. Man kann die phänologische Entwicklung mit Temperatursummen beschreiben. Heute liegt die mittlere Wärmesumme pro Tag um 1.5 Grad höher als 1950. Das Jahr 2003 brach alle Rekorde bezüglich Reifebeginn der Trauben. So begann beispielsweise beim Riesling die Reife im

Rheingau bereits am 2. August. Die Superjahre 1993 (9. Aug.) und 1976 (10. Aug.) folgen erst eine Woche später. Werden dem Extremjahr 2003 weitere Superjahre in den nächsten Jahrzehnten folgen? Der Austrieb der Rebsorte Riesling liegt heute bereits fünf Tage früher als im Durchschnitt der letzten 40 Jahre. Diese Verfrüfung wird sich bei einem zu erwartenden Temperaturanstieg von 2 Grad in den nächsten 50 Jahren fortsetzen. Die Abb. 7 und Abb. 8 verdeutlichen die zunehmende Verfrüfung der Blüte und des Reifebeginns am Beispiel der Rebsorte Riesling von 1951 bis 2060 im Rheingau, wobei ab 2007 das vom PIK Potsdam bereitgestellte Klimaszenario verwendet wird.



**Abb. 7: Verfrüfung des Blühbeginns der Rebsorte Riesling in Geisenheim für die Jahrzehnte von 1951 bis 2060. Die senkrechten Striche erfassen 66% der Gesamtstreuung in einem Jahrzehnt. (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam)**



**Abb. 8: Verfrüfung des Reifebeginns der Rebsorte Riesling in Geisenheim für die Jahrzehnte von 1951 bis 2060. Die senkrechten Striche erfassen 66% der Gesamtstreuung in einem Jahrzehnt. (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam)**

Die zukünftigen Eintrittstermine wurden mit einem Phänologiemodell berechnet. (HOPPMANN und BERKELMANN-LÖHNERTZ 2000). Die Abb. 7 und 8 zeigen die Mittelwerte jeweils für ein Jahrzehnt mit den Standardabweichungen innerhalb der Dekade. Die Ergebnisse bestätigen den derzeitigen Trend. Über den 110-jährigen Zeitraum wird sich der Beginn der Blüte beim Riesling um insgesamt 3 Wochen verfrühen. Vor 50 Jahren begann sie im Mittel am 21. Juni, 2060 startet die Blüte im Mittel am 27. Mai. So beginnt heute die Blüte bei spätreifenden Rebsorten im Kaiserstuhl ca. 7 Tage früher als im Rheingau. Das bedeutet, dass im Mittel um das Jahr 2060 die Blüte im Kaiserstuhl um den 20. Mai beginnt. Die Beschleunigung bleibt nicht bei der Blüte stehen, sondern setzt sich weiter über die Reife bis zur Lese fort. Nach den Abschätzungen beginnt die Reife 2060 um fast 4 Wochen früher als 1950 (Abb. 8). Zum Vergleich ist auch der Reifebeginn am 2. August im Extremjahr 2003 eingetragen. Mitte dieses Jahrhunderts entsprechen 1976 oder 1993 schon der Normalität, 2003 wird erst zum Ende des Jahrhunderts ein Normaljahr sein. Ein frühzeitiger Reifebeginn Anfang bis Mitte August verspricht zwar hohe Mostgewichte, kann sich aber negativ auf andere wertgebende Inhaltsstoffe auswirken. Wichtige Inhaltsstoffe erfordern ein langsames Ausreifen der Beeren bei relativ niedrigen Nachttemperaturen. Neben zu niedrigen Säurewerten verändern sich bei einer zu frühen Abreife die Geschmackskomponenten. Durch die frühere Ernte auf einem insgesamt höheren Temperaturniveau müssten die Trauben für eine optimale Gärung in den Abend- und Nachtstunden geerntet werden.

### Trends und Szenarien zur Qualität

Die Verfrühung des Blüh- und Reifetermins wirkt sich beim Riesling direkt auf den Endzuckergehalt der Trauben ( $^{\circ}$ Oechsle) aus. Mit einer Verfrühung der Blüte um eine Woche ist ein Mostgewichtsanstieg von ca. 5  $^{\circ}$ Oechsle verbunden. Wenn man die Verfrühung der 110 Jahre von 1950 bis 2060 berücksichtigt, so bedeutet das einen Anstieg von 15-20  $^{\circ}$ Oechsle von 1951 bis 2060. Dieser Zusammenhang ergibt sich auch aus den Trendberechnungen für die Rebsorte Riesling am Standort Geisenheim für den Zeitraum von 1951 bis 2060 (Abb. 9). Während die Mostgewichte in den Jahrzehnten 1951 bis 1980 auf einem weitgehend ähnlichen Niveau blieben steigen sie ab 1985 in einem vorher nicht gekannten Ausmaß an.

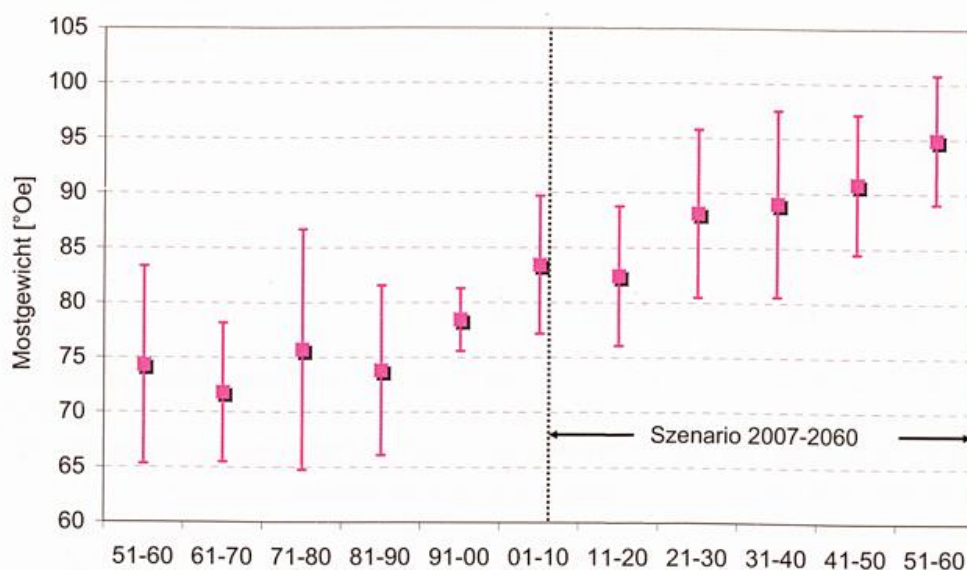


Abb. 9: Anstieg des Mostgewichtes für die Rebsorte Riesling am Standort Johannisberg (Rheingau) für die Jahrzehnte von 1951 bis 2060 Die senkrechten Striche erfassen 66% der Gesamtstreuung in einem Jahrzehnt. (Quelle der Klimadaten 2000-2050: PIK Potsdam)

Die Freude über den Qualitätssprung ist allerdings nicht ungetrübt. Mit dem Mostgewichts- anstieg fällt gleichzeitig die Säure ab. Insbesondere werden die Rieslinge aus den flachgrün- digen Steillagen in der Zukunft deutlich weniger Säure enthalten. Die fehlende Apfelsäure nimmt den Weinen die Frische. Erstmals wurden die deutschen Winzer 2003 mit dem Prob- lem fehlender Säure konfrontiert. Mit Hilfe des Temperaturmodells von SCHULTZ et al. (2006) kann der Apfelsäure- und der Gesamtsäuregehalt für den Riesling berechnet werden. Die Temperatursumme der Tagesmitteltemperatur über 7 °C während der Reifezeit bildet dabei die wichtigste Einflussgröße. Deshalb sind in Abb. 10 (unten) auch die Temperatursummen mit dargestellt. Der Trend zeigt überdeutlich die Abnahme des Gesamtsäuregehaltes bei gleichzeitig ansteigenden Temperatursummen. Der Trend zu säureärmeren Weinen ist be- reits heute erkennbar und wird sich auch weiter fortsetzen. Davon betroffen sind insbesonde- re die warmen Hanglagen. Die senkrechten Striche verdeutlichen die Standardabweichung in den einzelnen Dekaden. Sie umschließen ca. 66 % der gesamten Schwankungsbreite in den Dekaden. Die Variabilität nimmt in den zukünftigen Jahrzehnten deutlich ab.

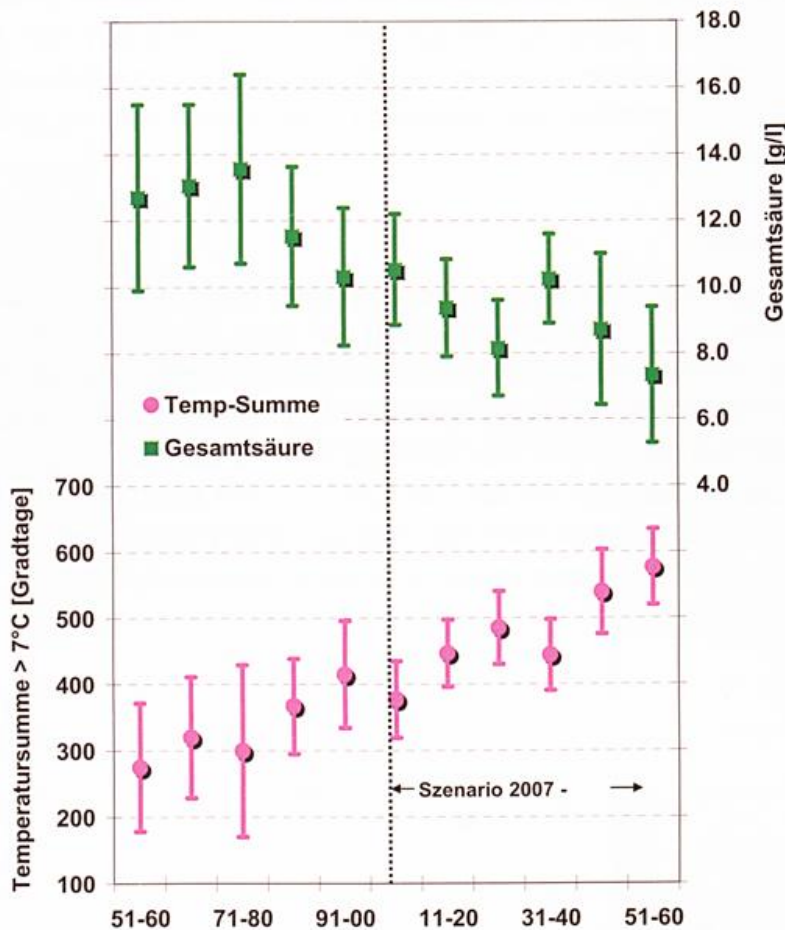


Abb. 10: Der Abfall der Gesamtsäure (Bild oben) und die Zunahme der Temperatursummen größer 7 °C (Bild unten) während der Reifezeit der Rebsorte Riesling für den Standort Johannisberg (Rheingau) für die Jahrzehnte von 1951 bis 2060. Die senkrechten Striche erfassen 66 % der Gesamtstreuung in einem Jahrzehnt. (Klimaszenario 2007-2060: PIK Potsdam, Säuremodell nach SCHULTZ 2006)

## Das Rebsortenspektrum

Die erwarteten Veränderungen bezüglich der Anbauzonen lassen sich mit Wärmesummen berechnen. Die Abb. 11 stellt die Entwicklung des HUGLIN – Index (HUGLIN 1986) in den Jahrzehnten von 1951 bis 2060 für Geisenheim, Vogtsburg, Würzburg und Leipzig dar. Er besagt, dass für einen erfolgreichen Rieslinganbau der Wert zwischen 1700 und 1800 benötigt wird, während Müller - Thurgau mit 1500 bis 1600 auskommt. Der Index bildet eine Temperatursumme aus der mittleren monatlichen Maximum- und Mitteltemperatur von April bis September, die mit der geografischen Breite korrigiert wird. Er bietet Hinweise, ob bestimmte Rebsorten unter den thermischen Bedingungen einer Region angebaut werden können. Der Indexwert lässt sich nur als makroklimatischer Näherungswert für die Eignung einer Rebsorte ansehen. Man erkennt dennoch die bevorzugte Stellung des Kaiserstuhls in Deutschland mit deutlich höheren Wärmesummen im Vergleich zu den nördlich gelegenen Regionen.

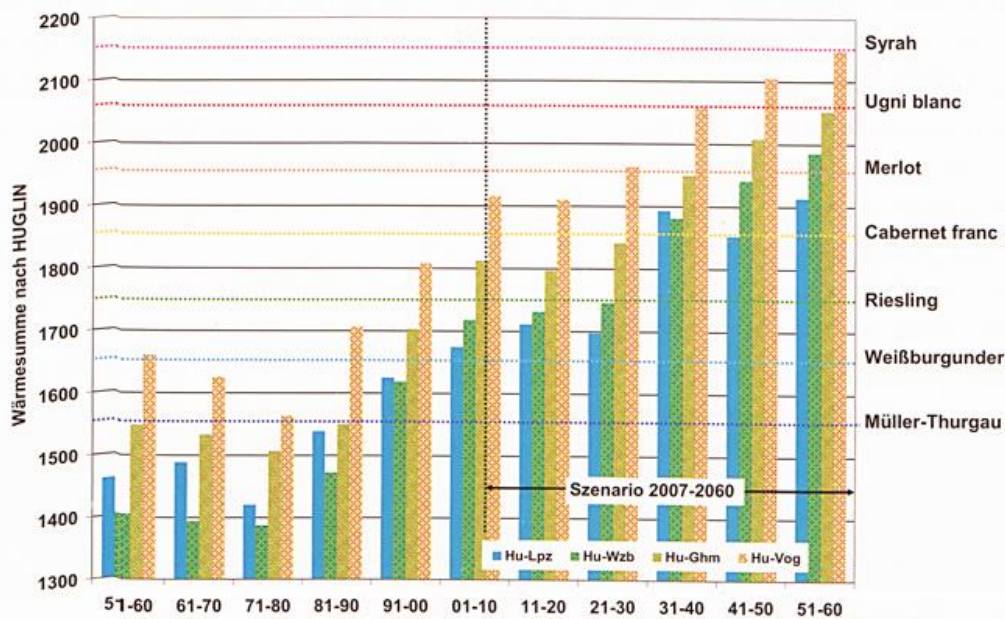


Abb. 11: Die Entwicklung des Huglin-Index von 1951 bis 2060 für Leipzig, Würzburg, Geisenheim und Vogtsburg

Die Darstellung belegt, dass die Anbaubedingungen in Deutschland in den letzten 50 Jahren nicht immer optimal waren. Die relativ große Zahl sehr mäßiger Weinjahrgänge zwischen 1955 und 1984 stützen diese Aussage. Aber seit 1985 erleben wir in Deutschland einen dramatischen Wandel. In der Dekade von 2051 bis 2060 wäre in einzelnen Regionen der Anbau wärmeliebender Rotweinsorten möglich. Bei Neuanpflanzungen ist der Trend zu anspruchsvolleren Rebsorten bereits heute zu beobachten. Dieser Trend wird sich möglicherweise in den nächsten Jahrzehnten verstärkt fortsetzen. Die Winzer sehen diese Entwicklung allerdings mit gemischten Gefühlen. Auf der einen Seite bietet sich ihnen die Chance, sich in Marktsegmente des Rotweins zu begeben, die bisher von Mitbewerbern aus dem Ausland besetzt waren, andererseits wird der Konkurrenzdruck größer, und die Typizität der klassischen Weißweinsorten in den nördlichen Anbauzonen geht verloren. Die Nachfrage nach Riesling, Silvaner und Müller-Thurgau steigt zurzeit wieder stark an. Die Rebfläche ist in der EU flächenmäßig festgeschrieben. Mit dem Beitritt der osteuropäischen Länder vergrößert sich die potenzielle Rebfläche. Folgt man allein dem HUGLIN-Index, so könnten heute weit-aus größere Gebiete für den Anbau von Reben freigegeben werden. Die Weinbaupolitik ist gefordert, sich den zukünftigen klimatischen Entwicklungen zu stellen.

## Witterungsbedingte Risiken des Klimawandels

### Hagel, Frost und Hitze

Die Verfrühung des Austriebs und die damit verbundene Verlängerung der Vegetationszeit birgt möglicherweise ein erhöhtes Risiko eines Spätfrostes. Wenn es auch im Trend wärmer wird, so lässt sich dennoch die Gefahr eines kurzfristigen Kälteeinbruchs im April oder auch noch im Mai nicht ausschließen. Die Tab. 3 belegt, dass die Zahl der Fröste nach Austrieb des Rieslings an den vier Standorten in einigen Jahrzehnten extrem hoch war. In den kommenden Jahrzehnten wird sich trotz Erwärmung an dieser Situation nichts ändern, ein Trend lässt sich für alle 4 Standorte nicht erkennen. Vielmehr bestehen regionale Unterschiede. In den frühen Gebieten ist das Frostrisiko größer als in den späten Gebieten. Spätfrostes wird es auch in Zukunft geben. Wenn in Zukunft der Austrieb häufiger bereits Anfang April einsetzt, ist die Gefahr durch nachfolgende Kaltlufterbrüche besonders groß. STOCK et al. (2007) bestätigen in ihrer Klimastudie über den Südwesten Deutschland dieses Ergebnis. So werden auch die warmen Klimazonen im Mittelmeerraum bei sehr frühem Austrieb ab und zu von verheerenden Frostschäden heimgesucht. Neben dem Frost bedeutet das Auftreten von Hagelschlag die größte Gefahr für den Weinbau. Hagelschlag tritt als räumlich eng begrenztes Wetterrisiko auf. Trends lassen sich bei diesem Phänomen nicht aufzeigen. Neben Frost und Hagel tritt als weiterer Risikofaktor im letzten Jahrzehnt der Sonnenbrand an Trauben bei hoher Sonneneinstrahlung während der Reifezeit auf. Er wird durch eine dunkle Pigmentierung auf den Trauben sichtbar. Sie resultiert aus dem Hitzestress der Trauben – insbesondere bei intensiver Sonneneinstrahlung nach einer kühlen und feuchten Witterungsphase. Die Oberflächen der Beeren sind dann nur wenig vor Hitzestress und einer intensiven Einstrahlung geschützt. Beispielsweise empfiehlt die Weinbauberatung, die Entblätterung der Traubenzone, die am Nachmittag stark beschienen wird, zu unterlassen, um den Trauben somit einen natürlichen Sonnenschutz zu bieten.

Tab. 3: Anzahl der Spätfrostes für Vogtsburg, Geisenheim, Würzburg und Leipzig

|       | Vogtsburg |       | Geisenheim |       | Würzburg |       | Leipzig |       |
|-------|-----------|-------|------------|-------|----------|-------|---------|-------|
|       | Tage      | Jahre | Tage       | Jahre | Tage     | Jahre | Tage    | Jahre |
| 51-60 | 19        | 6     | 17         | 6     | 24       | 7     | 14      | 5     |
| 61-70 | 3         | 3     | 6          | 4     | 6        | 4     | 1       | 1     |
| 71-80 | 17        | 4     | 5          | 2     | 16       | 7     | 4       | 2     |
| 81-90 | 24        | 8     | 13         | 4     | 18       | 6     | 2       | 1     |
| 91-00 | 19        | 4     | 7          | 3     | 7        | 3     | 0       | 0     |
| 01-10 | 5         | 3     | 3          | 2     | 7        | 5     | 3       | 2     |
| 11-20 | 16        | 4     | 19         | 4     | 24       | 6     | 12      | 3     |
| 21-30 | 24        | 8     | 11         | 5     | 19       | 7     | 17      | 5     |
| 31-40 | 21        | 9     | 14         | 4     | 14       | 4     | 2       | 1     |
| 41-50 | 14        | 3     | 5          | 2     | 3        | 3     | 22      | 5     |
| 51-60 | 13        | 5     | 6          | 3     | 8        | 4     | 12      | 3     |

Klimaszenario

### Risiken durch Trockenstress

Wie bereits erwähnt, nehmen die Winterniederschläge zu, die Sommer werden dagegen in vielen Weinbauregionen trockener. Einen Anhaltspunkt bietet die Darstellung der potenziellen Verdunstung während lang andauernder Trockenperioden. Die mittlere potentielle Verdunstung während der längsten Trockenperioden während der Vegetationszeit ist in den letzten Jahrzehnten überall deutlich angestiegen (Tab. 4). Die Werte lagen beispielsweise in Geisenheim 1950 in der Zeit von Blühende bis Reifebeginn bei 10 aufeinander folgenden Tagen ohne Regen noch bei ca. 40 mm, bis 2060 verdoppelt sich der Verdunstungsanspruch

auf 80 mm auf der Basis einer zunehmenden maximalen Trockenperiode von 14 Tagen. An allen 4 Standorten wird ein ähnlicher Trend ermittelt. In den Weinbaugebieten mit relativ geringem Niederschlagsangebot wird der Ruf nach künstlicher Bewässerung im Rebanbau lauter. Es muss aber betont werden, dass das Wasserdefizit regional sehr unterschiedlich ausfällt. Den Böden kommt somit in der Zukunft bezüglich des Wasserhaushaltes eine große Bedeutung zu. Böden mit hohem Speichervermögen können die Winterniederschläge als Wasservorrat für den Sommer einlagern und den Reben während der Vegetationszeit wieder abgeben. Steillagen werden von den Winterniederschlägen nur wenig profitieren, da die Bodenmächtigkeit häufig nicht mehr als 50 cm beträgt. Somit sind die Wasserreserven während der Vegetationszeit schnell aufgebraucht. Die Hanglagen neigen auch deshalb zu mehr Trockenstress, weil bei Starkregen ein deutlicher prozentualer Anteil des Regens in Abhängigkeit von der Hangneigung oberflächenhaft abfließt. Eine Begrünung der Steillagen, die den Oberflächenabfluss weitgehend verhindert, sollte dann gemeinsam mit einer Tröpfchenbewässerung aufgebaut werden. Dazu gibt es inzwischen neue Strategien für eine Zusatzbewässerung, die nur sehr wenig zusätzliches Wasser beansprucht (GRUBER & SCHULTZ 2005).

**Tab. 4: Mittlere potentielle Verdunstung während der längsten Trockenperiode der Vegetationszeit in Geisenheim 1951 – 2060, Angabe in mm**

|                         | Geisenheim |       | Vogtburg |       | Würzburg |       | Leipzig  |       |      |
|-------------------------|------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|------|
|                         | Pot-Verd   | Trtag | Pot-Verd | Trtag | Pot-Verd | Trtag | Pot-Verd | Trtag |      |
| Austrieb - Blühbeginn   | 51-60      | 25.7  | 8.0      | 19.7  | 6.2      | 20.4  | 7.3      | 19.8  | 7.3  |
|                         | 61-70      | 24.8  | 7.8      | 16.6  | 5.9      | 23.1  | 7.3      | 19.4  | 6.4  |
|                         | 71-80      | 27.6  | 8.7      | 22.3  | 7.2      | 28.2  | 9.1      | 21.9  | 7.7  |
|                         | 81-90      | 25.7  | 7.1      | 21.9  | 6.8      | 25.8  | 8.2      | 28.5  | 8.7  |
|                         | 91-00      | 28.4  | 8.9      | 29.1  | 8.3      | 29.3  | 8.9      | 26.1  | 7.7  |
|                         | 01-10      | 24.6  | 7.6      | 22.6  | 6.6      | 24.9  | 8.3      | 21.4  | 6.7  |
|                         | 11-20      | 22.6  | 7.2      | 25.7  | 8.3      | 22.9  | 8.0      | 25.0  | 7.4  |
|                         | 21-30      | 26.2  | 8.2      | 22.2  | 7.2      | 27.1  | 9.3      | 23.7  | 7.4  |
|                         | 31-40      | 23.0  | 6.5      | 20.4  | 6.1      | 26.3  | 8.0      | 29.0  | 9.4  |
|                         | 41-50      | 22.3  | 7.1      | 20.5  | 6.4      | 21.9  | 6.9      | 19.6  | 6.5  |
| 51-60                   | 31.0       | 8.5   | 27.2     | 7.4   | 33.5     | 10.2  | 25.4     | 7.9   |      |
| Blühende - Reifebeginn  | 51-60      | 41.1  | 10.4     | 32.2  | 8.2      | 36.9  | 8.8      | 35.1  | 8.6  |
|                         | 61-70      | 33.9  | 8.7      | 32.3  | 8.0      | 35.4  | 8.9      | 43.4  | 10.8 |
|                         | 71-80      | 61.0  | 12.8     | 50.9  | 11.2     | 44.1  | 9.6      | 50.6  | 11.4 |
|                         | 81-90      | 37.8  | 8.8      | 43.1  | 9.6      | 44.6  | 10.3     | 46.4  | 10.5 |
|                         | 91-00      | 48.9  | 9.8      | 33.2  | 7.5      | 45.2  | 9.3      | 45.0  | 8.8  |
|                         | 01-10      | 48.7  | 9.5      | 49.2  | 9.6      | 46.4  | 9.8      | 35.3  | 7.6  |
|                         | 11-20      | 43.7  | 9.1      | 42.6  | 8.4      | 46.5  | 10.1     | 67.2  | 12.5 |
|                         | 21-30      | 57.6  | 10.7     | 51.2  | 8.9      | 57.4  | 11.6     | 47.9  | 10.1 |
|                         | 31-40      | 56.7  | 10.4     | 50.7  | 9.0      | 44.8  | 9.1      | 66.1  | 12.3 |
|                         | 41-50      | 59.6  | 10.8     | 47.3  | 9.1      | 58.2  | 11.6     | 46.3  | 10.2 |
| 51-60                   | 80.8       | 14.1  | 68.9     | 11.3  | 69.9     | 12.9  | 54.1     | 11.8  |      |
| Reifebeginn - Lesereife | 51-60      | 30.9  | 13.2     | 25.4  | 9.7      | 25.9  | 10.2     | 20.7  | 8.4  |
|                         | 61-70      | 23.4  | 12.3     | 19.2  | 8.7      | 13.4  | 7.7      | 23.9  | 11.3 |
|                         | 71-80      | 25.2  | 11.1     | 23.2  | 11.3     | 21.9  | 8.1      | 17.3  | 9.2  |
|                         | 81-90      | 20.7  | 9.5      | 20.5  | 7.8      | 22.9  | 10.1     | 23.2  | 9.7  |
|                         | 91-00      | 20.0  | 7.1      | 22.9  | 7.9      | 19.2  | 7.7      | 17.4  | 7.7  |
|                         | 01-10      | 32.5  | 9.9      | 31.8  | 8.9      | 27.2  | 8.4      | 27.1  | 9.3  |
|                         | 11-20      | 37.2  | 11.9     | 31.2  | 8.7      | 38.6  | 11.2     | 22.1  | 7.5  |
|                         | 21-30      | 35.4  | 11.0     | 31.8  | 9.1      | 37.3  | 9.6      | 36.1  | 9.5  |
|                         | 31-40      | 28.4  | 9.1      | 27.6  | 8.3      | 28.3  | 9.5      | 21.7  | 7.1  |
|                         | 41-50      | 43.1  | 11.4     | 33.2  | 9.8      | 36.9  | 10.6     | 30.0  | 10.1 |
| 51-60                   | 38.4       | 9.2   | 34.1     | 9.3   | 40.4     | 10.5  | 31.5     | 8.4   |      |

Pot-Verd = Max. potentielle Verdunstung während eine Folge von trockenen Tagen hintereinander

Trtag = Max. Zahl einer Folge von trockenen Tagen hintereinander

Klimaszenario

## Krankheiten und Schädlinge

Mit den ansteigenden Temperaturen wird es möglich sein, weitere wärmeliebende Kulturen in Deutschland anzubauen. Aber nicht nur neue Kulturen werden in Deutschland Raum finden, auch Schädlinge und Krankheiten, die bisher fremd oder zumindest vernachlässigbar waren, sind die Nutznießer der Erwärmung. Die Winzer kennen die Ausbreitung der Rebzi-kade, die in den letzten Jahren die Alpen überquerte und sich in Deutschland genauso ausbreitet wie die Krankheit Esca. Mit dem Anstieg der Temperatur beschleunigen sich die Entwicklungszyklen der Schaderreger. So wird beispielsweise die 2. Generation des Einbindigen Traubenwicklers in 50 Jahren bereits in der letzten Junidekade und die 3. Generation um den 10. August erscheinen (Tab. 5). Zugleich steigen die Populationsdichten des Bekreuzten Traubenwicklers an. Dieser Trend wurde in Baden schon im letzten Jahrzehnt beobachtet.

**Tab. 5: Verfrühung der Entwicklungsstadien des Einbindigen Traubenwicklers in der ersten und zweiten Generation in Abhängigkeit von der zukünftigen Erwärmung**

**Einbindiger Traubenwickler 1. Generation (Termine beziehen sich auf 20% der gesamten Population)**

| Erwärmung um ... °C | Flug | Ei    | Larve | L1    | L2    | L3    | L4    | Schlupf Adulte |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 0                   | 7.5. | 19.5. | 1.6.  | 8.6.  | 14.6. | 20.6. | 28.6. | 6.7.           |
| 0.5                 | 6.5. | 18.5. | 27.5. | 5.6.  | 12.6. | 17.6. | 25.6. | 4.7.           |
| 1                   | 5.5. | 16.5. | 25.5. | 3.6.  | 10.6. | 15.6. | 23.6. | 30.6.          |
| 2                   | 2.5. | 11.5. | 17.5. | 23.5. | 28.5. | 4.6.  | 12.6. | 20.6.          |

**Einbindiger Traubenwickler 2. Generation (Termine beziehen sich auf 20% der gesamten Population)**

| Erwärmung um... °C | Flug  | Ei    | Larve | L1    | L2    | L3    | L4    | Schlupf Adulte |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 0                  | 13.7. | 24.7. | 1.8.  | 5.8.  | 10.8. | 15.8. | 23.8. | 1.9.           |
| 0.5                | 10.7. | 23.7. | 29.7. | 2.8.  | 8.8.  | 13.8. | 20.8. | 29.8.          |
| 1                  | 5.7.  | 15.7. | 23.7. | 27.7. | 2.8.  | 8.8.  | 15.8. | 23.8.          |
| 2                  | 26.6. | 1.7.  | 8.7.  | 12.7. | 18.7. | 23.7. | 30.7. | 7.8.           |

Ob sich der Infektionsdruck der Pilzkrankungen erhöht, hängt sehr stark von der Niederschlagsverteilung in der Zeit des stärksten Wachstums vom Austrieb bis zur Blüte und während der Reifezeit ab. Besonders problematisch ist eine frühzeitige Fäulnis während der Reifezeit. Die nassen Jahrgänge 2000 und 2006 sind den Winzern noch in schlechter Erinnerung. Die Tab. 6 zeigt in den Abschnitten Austrieb bis Blühbeginn und Reifebeginn bis Lese-reife die Zahl von Regentagen und die Zahl der Tage mit Niederschlägen von mehr als 4 mm. Die leicht fallende Tendenz nach 2020 lässt sich über alle 11 Jahrzehnte von 1950 bis 2060 statistisch nicht absichern. So sind beispielsweise von 1991 bis 2000 die meisten Re-gentage während der Reifezeit aufgetreten. Ähnlich wie bei den Insekten beschleunigen sich die Entwicklungszyklen und die Primärfektion des Falschen Mehltaus wird früher erschei-nen. Bei einer Zunahme der Trockenheit in den Monaten April bis Juni würde sich dagegen das Risiko mindern, häufen sich dagegen konvektive Schauerniederschläge, erhöht sich das Risiko. So ist beispielsweise das Risiko für die Rebenperonospora in den Anbaugebieten in Norditalien besonders hoch. Zu diesen Fragen sind keine eindeutigen Abschätzungen mög-lich und auch die Auswertung zurückliegender Jahrzehnte bieten keine einheitlichen Trends.

Tab. 6: Die maximale Zahl von Regentagen und die Tage mit Niederschlag > 4 mm pro Jahr als Mittelwert über ein Jahrzehnt für zwei phänologische Entwicklungsstadien der Rebsorte Riesling

|                         |       | Geisenheim |      | Vogtburg |      | Würzburg |      | Leipzig |      |
|-------------------------|-------|------------|------|----------|------|----------|------|---------|------|
|                         |       | Rtag       | RR>4 | Rtag     | RR>4 | Rtag     | RR>4 | Rtag    | RR>4 |
| Austrieb - Blühbeginn   | 51-60 | 21.6       | 7.0  | 24.5     | 8.9  | 25.4     | 7.3  | 23.8    | 8.4  |
|                         | 61-70 | 22.9       | 7.1  | 29.7     | 12.6 | 25.8     | 9.0  | 24.1    | 7.9  |
|                         | 71-80 | 22.7       | 6.6  | 27.2     | 9.3  | 25.4     | 7.7  | 22.2    | 8.1  |
|                         | 81-90 | 26.5       | 8.9  | 30.6     | 11.3 | 26.5     | 10.4 | 23.9    | 7.7  |
|                         | 91-00 | 21.3       | 5.9  | 26.6     | 10.6 | 19.7     | 5.9  | 23.9    | 7.7  |
|                         | 01-10 | 19.4       | 4.6  | 22.3     | 8.0  | 20.1     | 6.5  | 26.0    | 7.7  |
|                         | 11-20 | 23.2       | 7.7  | 25.8     | 9.9  | 22.4     | 7.5  | 21.8    | 6.5  |
|                         | 21-30 | 20.0       | 5.9  | 25.5     | 8.3  | 20.4     | 6.2  | 21.1    | 6.3  |
|                         | 31-40 | 21.3       | 7.1  | 23.5     | 8.0  | 19.1     | 7.5  | 17.0    | 4.9  |
|                         | 41-50 | 18.2       | 4.5  | 21.4     | 7.9  | 19.6     | 6.0  | 21.7    | 7.3  |
|                         | 51-60 | 16.5       | 4.9  | 18.2     | 6.8  | 16.1     | 5.2  | 18.1    | 6.7  |
| Reifebeginn - Lesereife | 51-60 | 20.3       | 5.5  | 20.6     | 7.1  | 22.5     | 5.4  | 19.9    | 4.7  |
|                         | 61-70 | 15.1       | 4.2  | 20.3     | 6.3  | 21.5     | 4.4  | 15.9    | 5.1  |
|                         | 71-80 | 15.8       | 4.6  | 18.1     | 5.7  | 18.1     | 3.8  | 17.1    | 5.5  |
|                         | 81-90 | 17.4       | 5.4  | 20.2     | 8.0  | 17.0     | 5.1  | 19.5    | 4.6  |
|                         | 91-00 | 23.3       | 7.1  | 21.9     | 9.0  | 21.7     | 6.7  | 23.4    | 7.7  |
|                         | 01-10 | 20.8       | 5.9  | 19.9     | 8.8  | 20.7     | 5.4  | 17.7    | 5.8  |
|                         | 11-20 | 14.2       | 3.7  | 19.3     | 6.6  | 17.1     | 5.1  | 18.2    | 5.1  |
|                         | 21-30 | 17.6       | 5.8  | 18.9     | 7.6  | 19.7     | 5.0  | 18.5    | 5.8  |
|                         | 31-40 | 19.5       | 6.5  | 20.8     | 7.9  | 20.6     | 6.7  | 20.3    | 5.4  |
|                         | 41-50 | 13.3       | 3.9  | 16.3     | 7.4  | 16.3     | 6.0  | 14.4    | 4.7  |
|                         | 51-60 | 17.4       | 6.2  | 21.5     | 8.9  | 17.6     | 6.2  | 15.6    | 5.1  |

Rtag = Maximale Zahl der Regentage pro Jahr  
 RR>4 = Zahl der Tage pro Jahr mit Niederschlag > 4mm  
 Klimaszenario

### Anpassungsstrategien

Die für die Klimaprognose durchgeführten Modellrechnungen sagen einen deutlichen Temperaturanstieg von 2 °C in den nächsten 50 Jahren voraus, wobei zwischen den verwendeten Modellen Unterschiede auftreten. Sie eröffnen dem Weinbau ganz neue Möglichkeiten bei der Auswahl der Rebsorten. Das positive an der Entwicklung ist, dass die Weine in den letzten Jahrzehnten deutlich besser geworden sind. Auch erfahrene Weintrinker bestätigen, dass Weiß- wie Rotweine heute in Deutschland eine Klasse erreicht haben, die in den sechziger und siebziger Jahren undenkbar gewesen wären. Neben den weinbau- und kellertechnischen Fortschritten liegt die qualitative Verbesserung zu einem guten Teil auch am Klimawandel. Seit 1988 gibt es in Deutschland keinen weit unter dem Durchschnitt liegenden Weinjahrgang. Die Pflanzenentwicklung wird sich deutlich verfrühen mit allen dargestellten positiven und negativen Aspekten. Die klimatisch potentiellen Rebflächen nehmen stark zu, aber es darf bezweifelt werden, ob eine Ausdehnung bei den schon jetzt herrschenden Überschüssen an Rotwein marktpolitisch eine Lösung bringt. Auch die Ausweitung des Weißweinanbaus in größere Höhen ist wenig sinnvoll, denn welche Lösungen findet man dann für die warmen Hanglagen in Deutschland? Mit der Hinwendung zu den roten Rebsorten haben die Winzer aber auch neue Strategien im Hinblick auf den Anbau und die Vermarktung weiter entwickelt. Inzwischen werden heimische Rotweinsorten mit Cabernet franc, Merlot oder Zweigelt verschnitten, die daraus entstehenden Cuvee's genügen auch internationalen Ansprüchen. Eine andere Möglichkeit wäre die klimatische Anpassung der autochthonen weißen Rebsorten an den Klimawandel durch Klonenselektion und die Erprobung

mediterraner Unterlagsrebsorten. Im Augenblick steigt die Nachfrage nach klassischen Weißweinen wie Riesling, Silvaner, Weißburgunder, Grauburgunder oder Müller-Thurgau. Niemand wird den Katastrophenjahren 1956, 1965, 1968, 1980 und 1984 eine Träne nachweinen. Ein schöner und schlanker Riesling braucht eine lange Reifezeit und die ist aus den genannten Gründen nicht mehr gewährleistet. Bei der Abschätzung der zukünftigen Niederschlagsverteilung bestehen Unsicherheiten. Die Tendenz ist aber eindeutig, der hydrologische Kreislauf wird schneller durchlaufen, es fallen mehr Niederschläge im Winter, die Verteilung über die Vegetationsperiode lässt derzeit keine eindeutigen Aussagen zu. Es zeigt sich im Sommer eine Tendenz zu größeren Defiziten in der Wasserbilanz, weil mit ansteigender Temperatur auch der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre ansteigt. Der erwarteten zunehmenden Sommertrockenheit könnte man mit der Tröpfchenbewässerung begegnen. Dann wäre es auch möglich, die Steillagen zu begrünen und vor Oberflächenabfluss und Erosion bei Starkregen zu schützen. Damit folgen aber andere Fragen. Wenn es trockener wird, gibt es auch weniger Wasser. Wer stellt das Wasser für die Winzer bereit und wer trägt die Kosten? Mit dem Beitritt der neuen EU-Staaten im Osten erhöht sich der Konkurrenzdruck für die Winzer im Westen. Polen hat Anfang 2007 in Brüssel einen Antrag auf die Genehmigung zur Anlage von 100.000 ha Rebfläche gestellt. Andere EU-Länder können folgen, weil bereits jetzt die klimatischen Bedingungen für den Rebanbau erfüllt sind. Auch in Deutschland gibt es Bestrebungen den Weinbau nach Norden und Osten hin auszudehnen. Auch die Agrarpolitik ist gefordert, die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Anbau von Reben dem Klimawandel anzupassen. Darüber hinaus sollte es das Bestreben sein, die Kulturlandschaft in ihrer jetzigen Form zu erhalten. Zum Weintrinken gehört auch das Erleben der Kulturlandschaft, die durch den Anbau von Reben geprägt ist und in der Regel dem Besucher auch viele kulturhistorisch wertvolle Denkmäler anbietet. Die Menschheit hat mit der Zufuhr von klimarelevanten Treibhausgasen in die Atmosphäre ein gewaltiges Naturexperiment gestartet - wobei der Ausgang dieses Experimentes höchst ungewiss ist. Dieses Experiment können wir nur dann noch beeinflussen, wenn wir unser Verhalten bald ändern.

### Literaturverzeichnis

GLADSTONES, J. (1992): Viticulture and Environment. Winetitles, Underdale, Australia, 310 pp

GUTIERREZ A.P.; WILLIAMS D.W.; KIDO H. (1985): A model of grape growth and development: the mathematical structure and biological considerations. Crop Science 25, 721-728

GRUBER, B.R.; SCHULTZ, H.R. (2005): Water relations of grapevines in steep slope viticulture. Proceedings GESCO 2005 (XIV. International GESCO Meeting Geisenheim 23.-27.08.05). 88-95

SCHULTZ, H.R. (1993): A dynamic physiological model of grapevine gas exchange. Wein-Wissenschaft 48, 86-89

BUTTROSE, M.S. (1969): Vegetative growth of grape-vine varieties under controlled temperature and light intensity. Vitis 8, 280-285

SEPULVEDA, G.; KLIEWER, W.M. (1986): Effect of high temperature on grapevines (*Vitis vinifera* L.). II. Distribution of soluble sugars. American Journal of Enology and Viticulture 37 (1) 20-25

STOCK, M.; BADECK, F.; GERSTENGARBE, F.W.; HOPPMANN, D.; KARTSCHALL, T.; ÖSTERLE, H.; WERNER, P.C.; WODINSKI, M. (2007): Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050). PIK Report 106. Potsdam Institut für Klimafolgenforschung. 132 S.

HOPPMANN, D.; BERKELMANN-LÖHNERTZ, B. (2000): Prognosis of phenological stages of *Vitis vinifera* (cv. Riesling) for optimizing pest management, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 30, 121-126

HUGLIN, P. (1986): *Biologie et Ecologie de la Vigne*. Ed. Payot, Lausanne 372 pp

SCHULTZ, H.R.; HOPPMANN, D.; HOFMANN, M. (2006): Der Einfluss klimatischer Veränderungen auf die phänologische Entwicklung der Rebe, die Sorteneignung sowie Mostgewicht und Säurestruktur der Trauben. Projektbericht zum Integrierten Klimaschutzprogramm des Landes Hessen (InKlim 2012) des Fachgebietes Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim. 43 S.

# Änderung weinbaulich relevanter Klimagrößen im Rheingau bis zum Jahre 2060

Thomas Kartschall, Martin Wodinski, Manfred Stock, Herrmann Österle, Peter C. Werner und Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.)

## Einleitung

Der 4. Sachstandsbericht des IPCC (2007) rückte die globale Erwärmung stärker als bisher in das Blickfeld einer breiten Öffentlichkeit. Die aktuellen Ergebnisse wurden bei der Weiterentwicklung der verwendeten regionalen Klimaszenarien einbezogen, die für das moderate Emissionsszenarium A1B bis zum Jahre 2060 eine Erwärmung um 1,5 K gegenüber dem Jahre 2000 erwarten lassen. Die Berechnungen der weinbaulich relevanten Klimagrößen im Zeitraum 1951 bis 2060 erfolgte für im Rheingau existierende Haupt- und Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes. Eine detaillierte weinbauliche Analyse erfolgte wegen ihrer zentralen und repräsentativen Lage für die Station Geisenheim. Mit Daten dieser Station wurde auch das verwendete Phänologiemodell entwickelt und getestet (HOPPMANN 2009).

## Material und Methoden

Die Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf den Weinbau im Rheingau erfolgte unter Nutzung eines Rebphänologiemodells (HOPPMANN UND BERKELMANN-LÖHNERTZ 2000) für *Vitis vinifera* cv Riesling. Eine detaillierte Beschreibung der verwendeten Modellversion findet sich bei STOCK ET AL. (2007). Als Antrieb des Phänologiemodells wurden retrospektive und projizierte Klimaszenarien (Zeiträume: 1951-2006 bzw. 2007-2060) verwendet, die mittels des regionalen Klimamodells STAR II erarbeitet wurden (ORLOWSKY ET AL. 2008). Die detaillierte Auswertung erfolgte für die drei folgenden Dekaden des Gesamtzeitraums:

- (a) **Ausgangsdekade** (1951-1960)
- (b) **Aktuelle Dekade** (1997-2006)
- (c) **Szenariumsdekade** (2051-2060).

Zur Berechnung der Rebphänologie wurden die Tageswerte der folgenden meteorologischen Größen verwendet:

|            |  |
|------------|--|
| $T_{\min}$ | Minimum der Lufttemperatur [°C]                |
| $T_{\max}$ | Maximum der Lufttemperatur [°C]                |
| $r_H$      | Mittel der relativen Luftfeuchte [%]           |
| $p_D$      | Mittel des Dampfdrucks [hPa]                   |
| $P_P$      | Summe Niederschlag [mm]                        |
| $Q$        | Summe der Globalstrahlung [ $J \cdot m^{-2}$ ] |

Die Einteilung der phänologischen Entwicklung ist aus Tab. 1 ersichtlich.

**Tab. 1: Einteilung der Rebphänologie in sechs Hauptphasen**

| Phase | Beginn      | BBCH | Ende        | BBCH | Triebkräfte                            |
|-------|-------------|------|-------------|------|--|
| 1     | Dormanz     | 00   | Austrieb    | 09   | $T_{\min}, T_{\max}$                   |
| 2     | Austrieb    | 09   | Blühbeginn  | 61   | $T_{\min}, T_{\max}$                   |
| 3     | Blühbeginn  | 61   | Blühende    | 69   | $T_{\min}, T_{\max}, r_H, p_D$         |
| 4     | Blühende    | 69   | Reifebeginn | 81   | $T_{\min}, T_{\max}, r_H, p_D, P_P, Q$ |
| 5     | Reifebeginn | 81   | Lesereife   | 89   | $T_{\min}, T_{\max}, r_H, p_D, P_P, Q$ |
| 6     | Lesereife   | 89   | Dormanz     | 100  |  |

Als **Reifephase** wird der Entwicklungsabschnitt zwischen Reifebeginn und Lesereife definiert.

In die Auswertung zur Analyse möglicher kritischer Klimaeinflüsse wurden exemplarisch vier weinbaulich relevante Klimagrößen einbezogen:

- (i) **Spätfröste** nach Austrieb und vor Blühbeginn ( $T_{\min} < 0 \text{ °C}$ )
- (ii) **Tropennächte** in der Reifephase ( $T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$ )
- (iii) **Relative Luftfeuchtigkeit** in der Reifephase (Mittelwert)
- (iv) **Andauernde Niederschläge** in der Reifephase (Minstdauer: 2d)

Als **Risiko** wird in der Folge das Dekadenmittel für die jährliche Eintrittswahrscheinlichkeit (0 bedeutet dabei kein Ereignis, 1 mindestens ein Ereignis) eines Ereignisses verstanden.

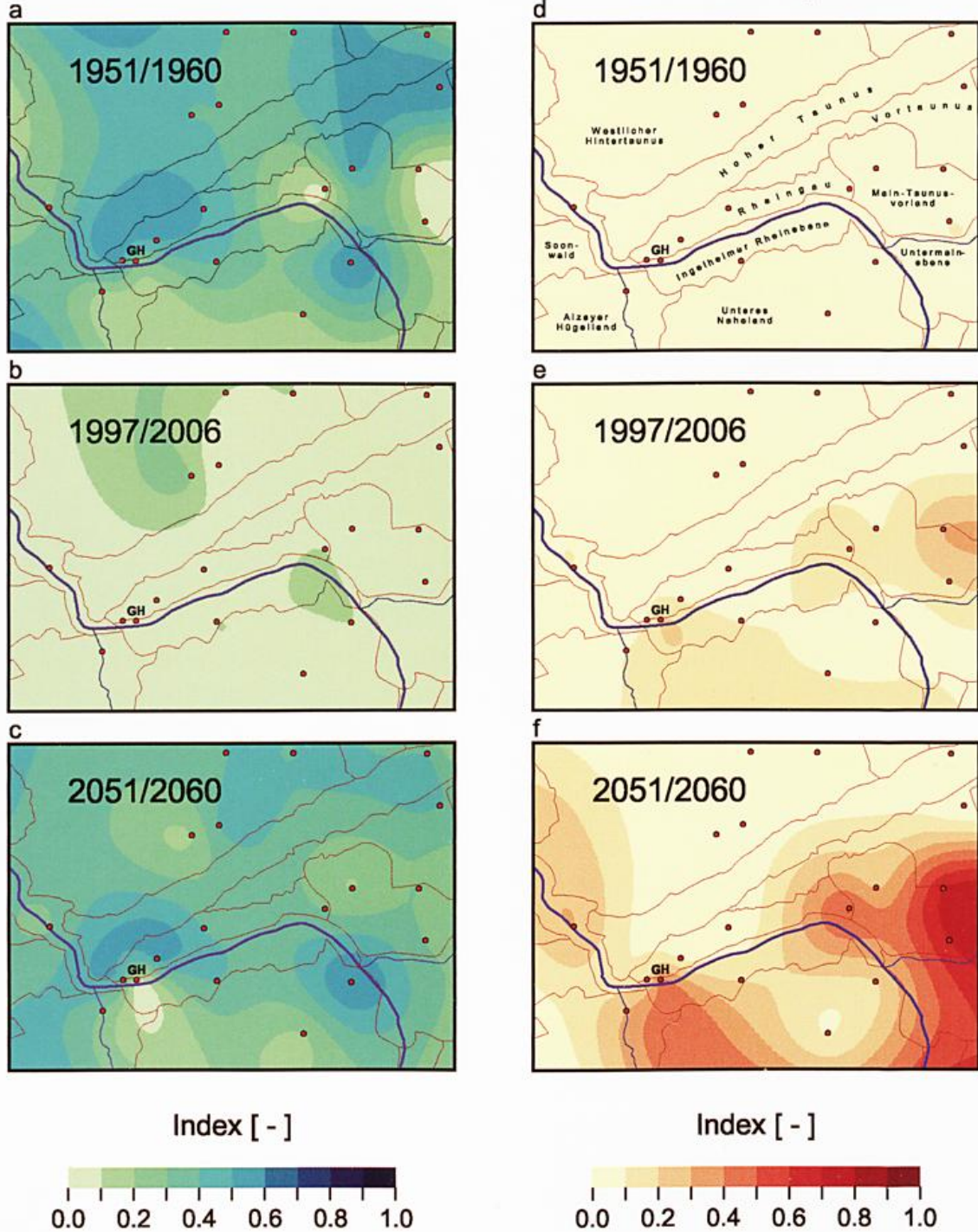
### Ergebnisse

**Spätfröste** nach Austrieb stellen eine Gefährdung der jungen assimilatorischen Organe am Rebstock dar (vgl. Abb. 1a-1c). Primär ist bei einer anhaltenden Erwärmung eine Verringerung der Anzahl von Spätfrösten zu erwarten. Der Klimawandel führt zu wärmeren Frühjahren mit einer Verfrühung des Austriebs (STOCK et al. 2005). Damit erhöht sich das Risiko des Eintritts von Spätfrösten trotz Erwärmung tendenziell wieder. Für den gesamten Rheingau zeigt sich ein in der Tendenz einheitliches Bild. In der Ausgangsdekade traten Spätfröste noch regelmäßig auf, in der aktuellen Dekade nicht mehr. In der Szenariumsdekade wird ein erneutes Auftreten von Spätfrösten signalisiert. Für den Standort Geisenheim entfallen dabei alle Ereignisse im Szenariumszeitraum auf das durch früheren Austrieb erhöhte Risiko. Insgesamt nimmt das Risiko dieser Ereignisse wegen des immer zeitigeren Austriebs in Zukunft etwa ab dem Jahre 2020 gegenüber der aktuellen Dekade wieder zu. Folgende Werte wurden für das Risiko des Auftretens von Spätfrösten ermittelt:

|           |     |
|-----------|-----|
| 1951-1961 | 0.3 |
| 1997-2006 | 0.0 |
| 2051-2060 | 0.1 |

## Risiko für Spätfröste nach Austrieb

## Risiko für Tropennächte in der Reifephase



GH = Geisenheim

Abb. 1: Entwicklung des Risikos für Spätfröste und Tropennächte an den Stationen im Rheingau, Ausgangsdekade (a, d), Aktuelle Dekade (b, e), Szenariumsdekade (c, f)

Dieses auf den ersten Blick unerwartete Einzelergebnis zeigt exemplarisch die Komplexität der Abschätzung von Klimafolgen im Weinbau. Inwieweit bei einer noch stärkeren als hier angenommenen Erwärmung ein höheres Risiko zu erwarten ist, kann wegen der möglichen kompensatorischen Einflüsse nicht sicher gefolgert werden.

**Tropennächte** ( $T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$ ) beschleunigen nicht nur die Reifung der Trauben, sondern lassen auch einen weitgehend ungehemmten nächtlichen Säureabbau zu. Dies kann das bisher ausgewogene Wechselspiel zwischen dem Aufbau wichtiger Inhaltsstoffe und dem langsam absinkenden Säuregehalt stören. Folgende Dekadenmittelwerte wurden für das Risiko des Auftretens von Tropennächten ermittelt:

|           |     |
|-----------|-----|
| 1951-1961 | 0.0 |
| 1997-2006 | 0.2 |
| 2051-2060 | 0.4 |

In Geisenheim traten bis zum Jahre 2002 keine Tropennächte auf. Im Sommer 2003 fiel die Temperatur erstmalig in 3 Nächten nicht unter diese Marke. Eine weitere Tropennacht trat im Sommer 2006 auf. Diese Ereignisse werden in Zukunft häufiger, wenn auch anfangs noch selten, auftreten. Bei weiterer moderater Erwärmung wird für die nächsten Jahrzehnte (bis ca. 2030) im Mittel noch kein deutlicher Anstieg dieses Risikos signalisiert. Bei Eintreten des Szenariums A1B müssen sich die Winzer im Rheingau spätestens ab Ende der 2030er Jahre auf das regelmäßige Auftreten von 1 bis 3 Tropennächten in etwa jedem zweiten Jahr einstellen (vgl. Abb. 1d-1f). Abschließend sei auf die Tendenz bei Szenarien mit stärkerer Erwärmung hingewiesen, in diesem Fall ist bereits vor den 2030er Jahren mit einer Beeinträchtigung des typischen Charakters des Rieslings durch Extremsommerereignisse zu rechnen.

Neben den temperaturbezogenen Veränderungen gehen in der Reifephase auch von den Feuchtigkeitsverhältnissen Risiken für die Qualität des Lesegutes aus, wie die feuchtwarmen Verhältnisse des Spätsommers und Herbstes im Jahre 2006 anschaulich zeigten. In der vorliegenden Studie wurden relative Feuchte, Niederschlagssummen sowie Häufigkeit und Dauer von anhaltenden Niederschlägen in der Reifephase untersucht. Für die grafische Auswertung wurden daraus die relative Feuchte (Abb. 2a-2c) und die Anzahl anhaltender Niederschläge (Abb. 2d-2f) ausgewählt.

Die **relative Feuchte** zeigte seit der Ausgangsdekade eine Tendenz zur Verringerung, die sich auch in Zukunft fortsetzen wird. Die Dekadenmittelwerte für Geisenheim betragen:

|           |      |
|-----------|------|
| 1951-1961 | 78 % |
| 1997-2006 | 73 % |
| 2051-2060 | 69 % |

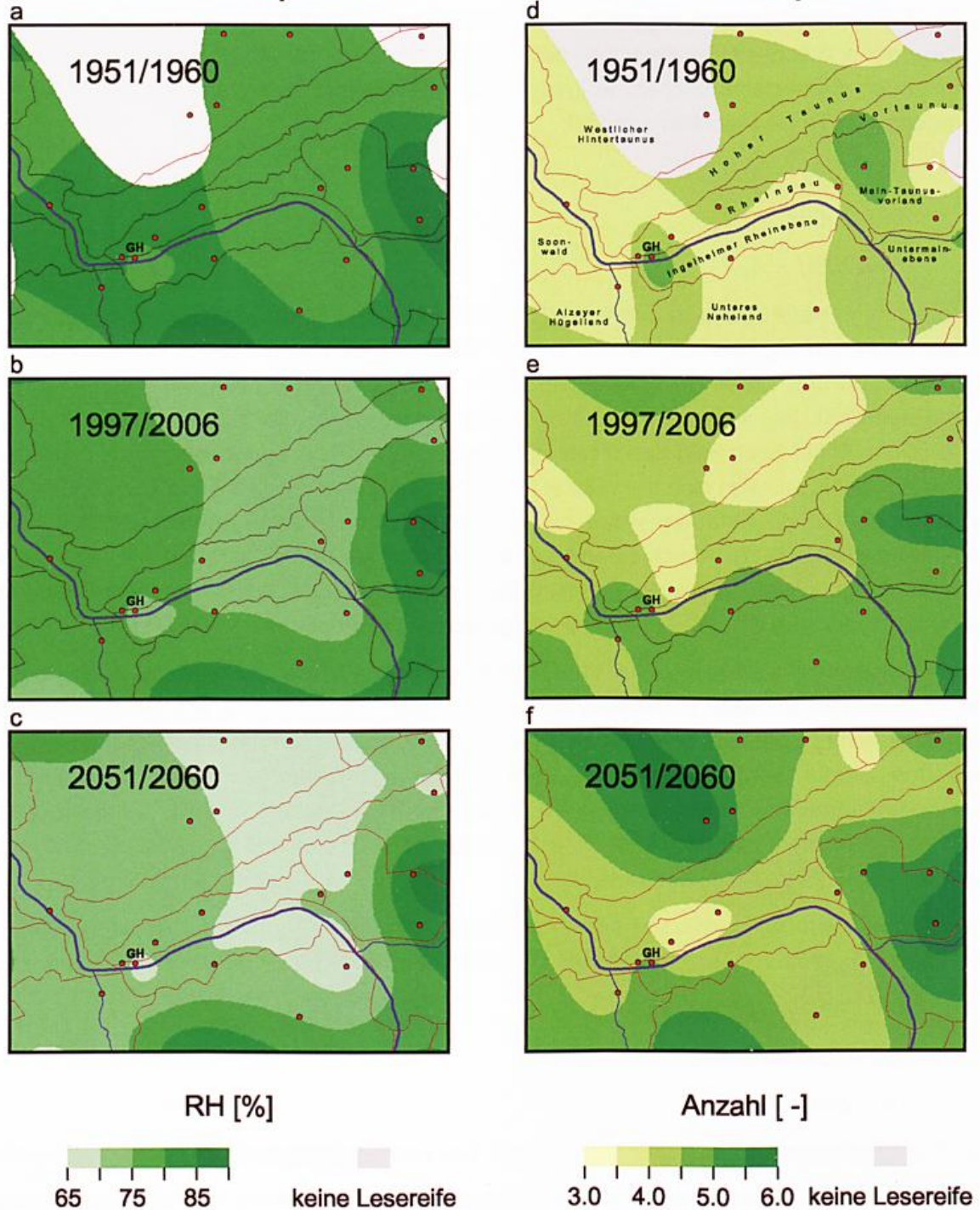
Damit sollte sich das Risiko von Fäulnis durch Tau bzw. Bodennebel tendenziell verringern.

Bedingt durch die beschleunigte Entwicklung und die frühere Reifung wird die **Anzahl anhaltender Niederschlagsereignisse** pro Reifephase auf dem Niveau der aktuellen Dekade bleiben. Für Geisenheim ergeben sich als Dekadenmittelwerte:

|           |     |
|-----------|-----|
| 1951-1961 | 4.8 |
| 1997-2006 | 4.6 |
| 2051-2060 | 4.6 |

## Relative Luftfeuchte in der Reifephase

## Anhaltende Niederschlagsereignisse in der Reifephase



GH = Geisenheim

Abb. 2: Entwicklung der Feuchteverhältnisse in der Reifephase an den Stationen im Rheingau, Ausgangsdekade (a, d), Aktuelle Dekade (b, e), Szenariumsdekade (c, f)

Obwohl gleichzeitig die Anzahl von Tagen mit anhaltenden Niederschlägen unverändert bleibt bzw. leicht sinkt, bedeutet dies nicht generell ein sinkendes Risiko für fäulnisbegünstigende Bedingungen, da durch die zeitliche Verfrühung aller Phasen und die Tendenz der Erwärmung Fäulnis in Zukunft unter höheren Temperaturen beschleunigt ablaufen kann. Damit könnte sich das mit anhaltenden Niederschlägen einhergehende Risiko fäulnisbegünstigender Ereignisse während der Reifephase erhöhen. Detaillierte quantitative Aussagen zu den Veränderungen des Fäulnisrisikos in dieser wichtigen Phase werden daher Gegenstand weiterer Bearbeitung sein.

### **Förderhinweis**

Wir danken dem Forschungsring des Deutschen Weinbaues für die Förderung der Vorhaben KLIMA.2050 und INKLIV.2050.

### **Literatur**

HOPPMANN D. (2009) Klimawandel und Weinbau (in diesem Band)

HOPPMANN D. UND BERKELMANN-LÖHNERTZ B. (2000) The prognosis of phenological stages of *Vitis vinifera* (cv. Riesling) for optimizing pest management. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 30, 121-126.

IPCC (2007) Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. ISBN 978 0521 88009-1. 987 S.

ORLOWSKY B., GERSTENGARBE F.-W., WERNER P. C. (2008) A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. Theor. Appl. Climatol. 92: 209-223

STOCK M., GERSTENGARBE F.-W., KARTSCHALL T., WERNER P. C. (2005) Reliability of Climate Change Impact Assessments for Viticulture, Acta Horticulturae (ISHS) 689:29-40

STOCK M., BADECK F., GERSTENGARBE F.-W., HOPPMANN D., KARTSCHALL T., ÖSTERLE H., WERNER P. C., WODINSKI M. (2007) Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050) - Schlußbericht zum FDW-Vorhaben: Klima 2050. PIK-Report 106. ISSN 1436-0179. 132 S.

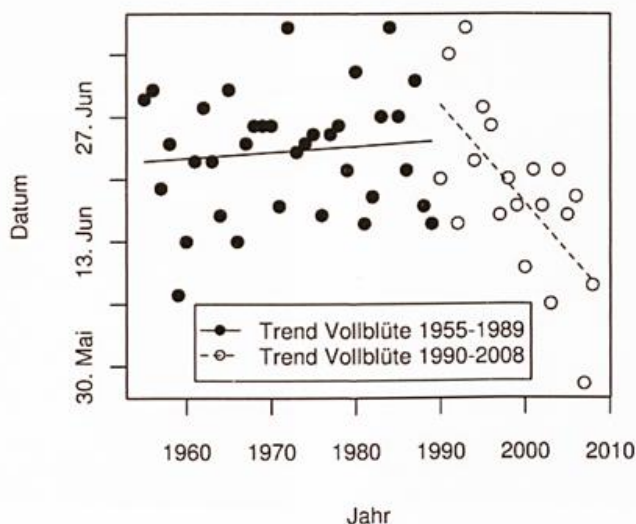
# Die Modellierung des Wasserhaushalts von Rebanlagen im Steilhang unter Einbeziehung zukünftiger Klimaszenarien

Marco Hofmann, Hans R. Schultz, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau

## Einleitung

Steilhangregionen, in denen Weinbau betrieben wird, sind neben ihrer kulturhistorischen Bedeutung auch aus landschaftlichen Gesichtspunkten reizvolle Gebiete. Klimatisch gesehen gehören diese zu den begünstigten Regionen Deutschlands mit relativ hohen Temperaturen und geringen Niederschlägen. Da die klimatischen Faktoren zusammen mit dem Wasserhaushalt eines Weinbergs erheblich zur Qualitätsausprägung eines Weines beitragen, liegt hier ein großes Interesse seitens der Winzer vor diese Zusammenhänge besser zu verstehen und diese durch entsprechende Maßnahmen auch besser kontrollieren bzw. beeinflussen zu können. Mit der klimatischen Entwicklung werden Fragen zu den Auswirkungen für den Weinbau aktuell. Der Wasserhaushalt spielt dabei eine zentrale Rolle.

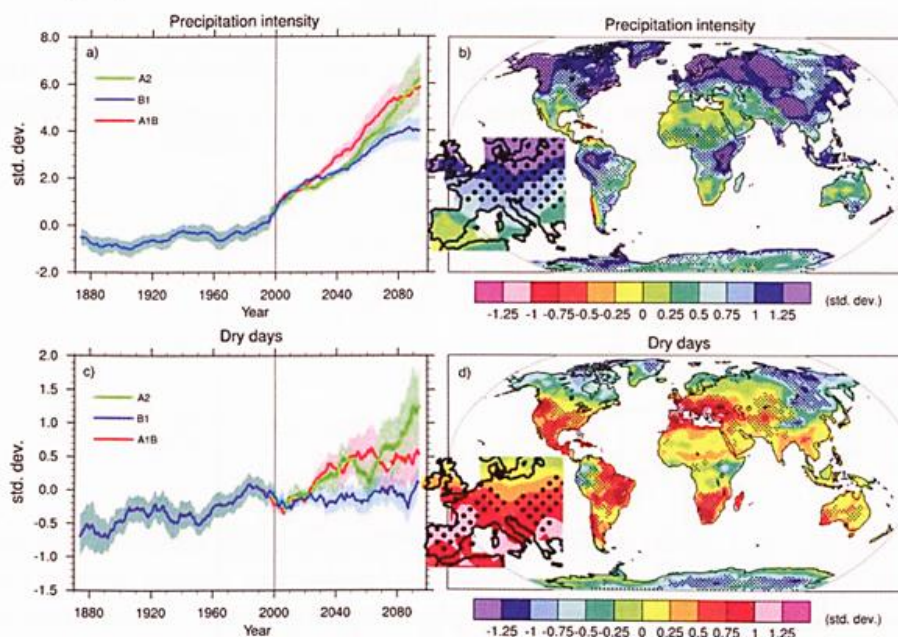
Im vergangenen Jahrhundert hat die Jahresmitteltemperatur in Deutschland um etwa 1 °C zugenommen, dabei scheint sich seit 1990 der Trend zur Erwärmung zu verstärken. Der Klimawandel wird im öffentlichen Bewusstsein stärker wahrgenommen. In den Agrarberufen und besonders im Weinbau ist die Aufmerksamkeit für das Wetter naturgemäß stark ausgeprägt, die Reaktionen der Pflanzen, wie z.B. die Verfrühung phänologischer Eintrittstermine sind direkt zu beobachten (Abbildung 1). Auch an die mitteleuropäische Hitzeperiode im Sommer 2003 werden sich sicher nicht nur Winzer noch länger erinnern.



**Abb. 1:** Der Termin der Vollblüte für die Rebsorte Riesling in Geisenheim. Die Phase von 1990 – 2008 ist klimatologisch gesehen recht kurz, um daraus einen Trend abzuleiten. Deutlich wird jedoch eine fast sprunghafte Verfrühung des Blütetermins in den letzten 15 – 20 Jahren.

Ergebnisse globaler Klimamodelle, die vom Intergovernmental Panel on Climate Change im letzten Bericht aus dem Jahr 2007 vorgestellt wurden, prognostizieren für Süd- und Mitteleuropa in den Sommermonaten abnehmende Niederschläge bei weiter steigenden Temperaturen (IPCC 2007). Zusätzlich scheint global betrachtet die tägliche Niederschlagsintensität zu steigen, bei einem gleichzeitigen Anstieg der Trockenperioden. Weltweit wird Wein vorwie-

gend in Regionen angebaut, die verstärkt von der Zunahme der Trockenperioden betroffen wären (Abbildung 2).



**Abb. 2:** (a) Änderungen der Niederschlagsintensität (Gesamtniederschlag pro Anzahl der Regentage) (b) Räumliche Änderung der Niederschlagsintensität zwischen zwei 20-jährigen Mitteln (2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999) für das A1B Szenario. (c) Global gemittelte Änderungen der jährlichen längsten Trockenperiode. (d) Räumliche Änderungen der Trockenperioden zwischen zwei 20-jährigen Mitteln (2080-2099 im Vergleich zu 1980-1999) für das A1B Szenario, aus MEEHL et al. (2007)

Die regionalen Änderungen des Klimas in Deutschland können einerseits anhand der Veränderungen in der Vergangenheit untersucht werden. Neben der Temperaturzunahme haben seit 1901 die Sommerniederschläge leicht abgenommen, die Winterniederschläge sind dagegen deutlich gestiegen. Genauere Untersuchungen, wie sie z.B. in Hessen durchgeführt wurden, zeigen, dass diese Trends jahreszeitlich und räumlich unterschiedlich stark ausgeprägt sind (SCHÖNWIESTE et al., 2006).

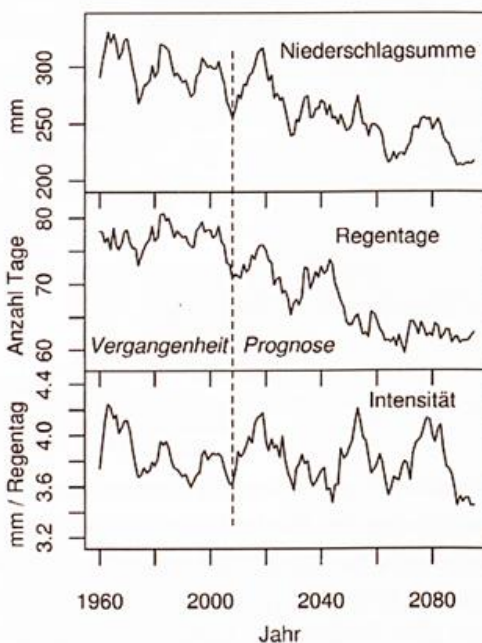
Seit einigen Jahren stehen für Deutschland verschiedene regionale Klimaszenarien zur Verfügung, mit denen zukünftige Änderungen des Klimas abgeschätzt werden können.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel, welches auf vergangenen Messdaten und zukünftigen, hochgerechneten Niederschlagsdaten der Station Geisenheim während der Vegetationsperiode (Mai-Oktober) basiert. Man erkennt abnehmende Trends für den Gesamtniederschlag und die Anzahl der Regentage bei etwa gleichbleibender durchschnittlicher Niederschlagsmenge eines Regentags. Auffällig ist hierbei, dass die Niederschlagsintensität der prognostizierten Daten stärker streut als die der vergangenen Daten ( $3,8 \pm 0,56$  mm/Regentag für 1955-2008, gegenüber  $3,8 \pm 0,71$  mm/Regentag von 2009-2100).

Die zunehmenden Temperaturen und die jahrgangsabhängigen, zum Teil starken Verschiebungen in der Niederschlagsverteilung haben die Bewässerung der Reben auch in Deutschland ein Thema werden lassen. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass die Aromausprägung weißer Rebsorten deutlich empfindlicher auf lange Trockenperioden reagiert, als dies bei roten Traubensorten zu beobachten ist.

Die möglichen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt der Reben, die durch die prognostizierten Änderungen des Klimas hervorgerufen werden könnten, gehören folglich mit zu den wichtigen Fragen zum Thema Klimawandel und Weinbau.

Mit den räumlich hoch aufgelösten (regionalisierten) Klimaprojektionen (siehe Abb. 3) ergibt sich die Möglichkeit mit Modellen den Einfluss der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt von Rebstandorten abzuschätzen.



**Abb. 3:** Vergangene und prognostizierte Entwicklung der Niederschläge, Anzahl der Regentage und der Niederschlagsintensität (mittlerer Tagesniederschlag pro Regentag) für Geisenheim nach Originaldaten von 1955-2008 (DWD, Außenstelle Geisenheim) und Daten des WETTREG/ECHAM5 A1B (normal) Szenarios von 2009-2099 (10 jährige gleitende Mittel, Mai-Oktober).

### Das Rebenwasserhaushaltsmodell

Für ebene, einheitlich mit Gras bedeckte Flächen ohne Wassermangel wird allgemein die Penman-Monteith-Beziehung benutzt, um die potenzielle Verdunstung zu berechnen. Die Penman-Monteith-Formel basiert auf der Berechnung der Bilanz der an der Oberfläche auftretenden Energieströme. Sind genügend Klimavariablen bekannt, kann die Energie, die der Grasfläche zur Verdunstung zur Verfügung steht, berechnet werden. Ein Weinberg unterscheidet sich allerdings wesentlich von einer ebenen Grasfläche. Man findet offenen oder auch begrünten Boden und Laubwände, die sich im Laufe der Vegetationsperiode entwickeln und dabei Geometrie und Strahlungsaufnahme stark verändern. In den letzten Jahren wurde ein Wasserhaushaltsmodell für Reben entwickelt, welches auf die spezielle Situation im Weinberg abgestimmt ist und die Verdunstungsmengen für Laubwand, offenen und begrünten Boden getrennt berechnen kann (LEBON et al. 2003, SCHULTZ und LEBON 2005). Dazu wird mit einem geometrischen Weinbergmodell (RIOU et al. 1989) die Strahlungsaufnahme des Weinbergs auf Laubwand und Boden aufgeteilt (Abbildung 4). Auch die Hangneigung und Exposition der Fläche werden berücksichtigt. Die Entwicklung der Laubwand wird im Jahresverlauf an ein Phänologie-Modell gekoppelt, welches auf Temperatursummen basiert. Der Wassergehalt des Bodens wird im Modell durch ein einzelnes Reservoir, welches über 2 Schichten verfügt, repräsentiert. Das pflanzenverfügbare Wasser wird im Modell als Total

transpirable soil water (*TTSW*), der Differenz aus Feldkapazität und einem minimalen Wassergehalt des durchwurzeltten Raumes eines Standorts, angegeben (SINCLAIR und LUDLOW 1986). Der momentane Wassergehalt *FTSW*, Fraction of transpirable soil water wird als relativer Anteil an *TTSW* berechnet.

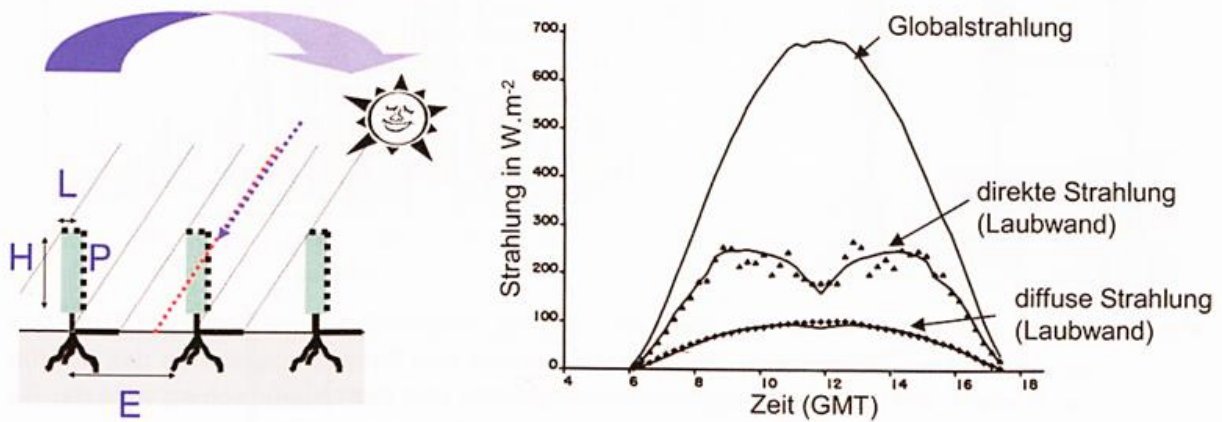


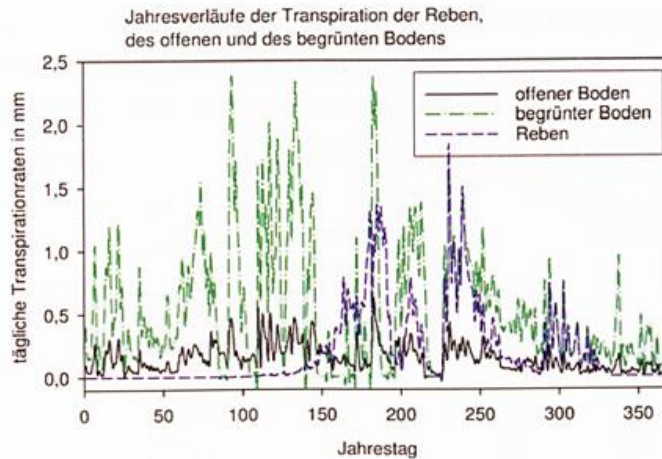
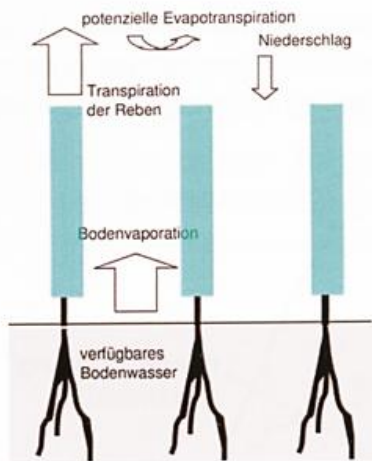
Abb. 4: Das geometrische Weinbergmodell von RIOU et al. (1989) kann die einfallende Strahlung auf die Anteile Laubwand und Boden aufteilen. Als Hauptparameter werden die Laubwandbreite, Laubwandhöhe, ein Porositätsfaktor und die Zeilenbreite verwendet (Abb. links). Die rechte Abbildung zeigt für einen Tagesgang die Anteile der direkten und diffusen Strahlung, die auf die Laubwand einfallen.

Mit Hilfe des geometrischen Modells wird ein Faktor  $k$  errechnet, der den Anteil der von der Laubwand der Reben absorbierten Strahlung an der Gesamtstrahlung beschreibt. Damit kann die Verdunstung durch Reben, durch offenen oder auch begrünten Boden getrennt behandelt werden. Man unterscheidet zwei Phasen. In einer ersten Phase ist die Verdunstung der Laubwand gleich der potenziellen Verdunstung, reduziert um den Faktor  $k$  (für den Boden  $1-k$ ), der den verminderten Energieeintrag wiedergibt (LEBON et al. 2003).

In der zweiten Phase ist nicht der Energieeintrag, sondern der reduzierte Wassergehalt limitierend. Für Reben und begrünten Boden wird ein Faktor eingeführt, der in Abhängigkeit vom relativen Wassergehalt (*FTSW*) die aktuelle Transpiration gegenüber der potentiellen Transpiration reduziert. Diese Reduzierung der Transpiration durch die stomatare Regulierung der Pflanze geht auf einen für Reben experimentell bestimmten Zusammenhang zurück (SCHULTZ 1996). Für die Berechnung der Evaporation des offenen Bodens bzw. der Begrünung wird ein semiempirisches Modell von BRISSON und PERRIER (1991) verwendet.

Aus den täglich berechneten Mengen der Zu- und Abflüsse kann dann die verbleibende Wassermenge im Boden bestimmt werden (Abbildung 5).

Durch die Arbeiten von GRUBER und SCHULTZ (2005) und SCHULTZ und LEBON (2005) ist es möglich den berechneten Wassergehalt (*FTSW*) an den Pflanzenparameter frühmorgendliches Wasserpotenzial ( $\psi_{\text{predawn}}$ ) zu koppeln. Letzterer dient in der Anwendung als Steuerungsparameter für die Bewässerung. Durch diese Kopplung kann vom berechneten Wassergehalt des Bodens direkt auf den Versorgungsstatus der Pflanze zurückgeschlossen werden. Eine Unterscheidung zwischen gestresster und nicht gestresster Pflanze bzw. dem Grad des Wassermangels ist damit möglich und kann zur Abschätzung der Entwicklung des Wasserhaushalts von ausgesuchten Rebflächen verwendet werden.



**Abb. 5:** Beispiel für die Modellierung der Verdunstung, aufgeteilt auf die Prozesse Transpiration der Reben, Evaporation des offenen Bodens und Evapotranspiration des begrünten Bodens. Mit den täglichen Verdunstungsraten und dem Niederschlag wird der Gehalt des verfügbaren Bodenwassers berechnet. Das rechte Bild zeigt einen beispielhaften Jahresverlauf für einen Weinberg der zu 80 % begrünt ist.

Abbildung 6 zeigt den simulierten Bodenwassergehalt und das berechnete Wasserpotenzial der Reben für drei verschiedene Jahre in der Vergangenheit und Zukunft. Für das Jahr 1965 wurden die klimatischen Daten desselben Jahres als Antriebsvariablen des Modells verwendet. Die Berechnungen der beiden anderen Jahre basieren auf dem Klimaszenario WETTREG-B1. In der unteren Abbildung sind zwei Schwellenwerte eingezeichnet, mit denen unterschieden werden kann, ob an einem Tag eine feucht adäquate ( $\Psi_{pd} > -0,3$  MPa) oder eine moderate ( $-0,3$  MPa  $> \Psi_{pd} > -0,6$  MPa) Wasserversorgung oder starker Wasserstress ( $\Psi_{pd} < -0,6$  MPa) vorläge. Damit lässt sich für verschiedene Szenarien die Entwicklung des Trockenstressrisikos abschätzen.

Abbildung 7 zeigt ein Beispiel für eine solche Berechnung. Dargestellt sind die linearen Trends für zwei Weinberge aus dem Rheingau mit unterschiedlicher Wasserspeicherefähigkeit für jeweils ein tendenziell trockenes und ein tendenziell feuchtes zukünftiges Klimaszenario. Für die trockene Lage würden feucht-adäquate Tage abnehmen, dagegen starke Stresstage zunehmen. Dadurch würde sich die Bewässerungshäufigkeit erhöhen. Für den Standort mit guter Wasserversorgung (tiefgründiger Lösslehm) würden die feucht-adäquaten Tage zugunsten von moderaten Stresstagen abnehmen. Die Reaktion der Reben auf moderaten Wasserstress ist auf die Bildung gewünschter Inhaltsstoffe als positiv anzusehen. Starke Stresstage treten nach den Berechnungen für diesen Standort in geringem Umfang nur für das trockene Szenario auf. Solche Informationen können zukünftig zur Risikoabschätzung für Weinbergsareale verwendet werden. Sie können auch dazu dienen, dass gezielte Maßnahmen zur Verbesserung bzw. Schaffung erforderlicher Infrastrukturen, wie z.B. Bewässerungsmöglichkeiten eingeleitet werden.

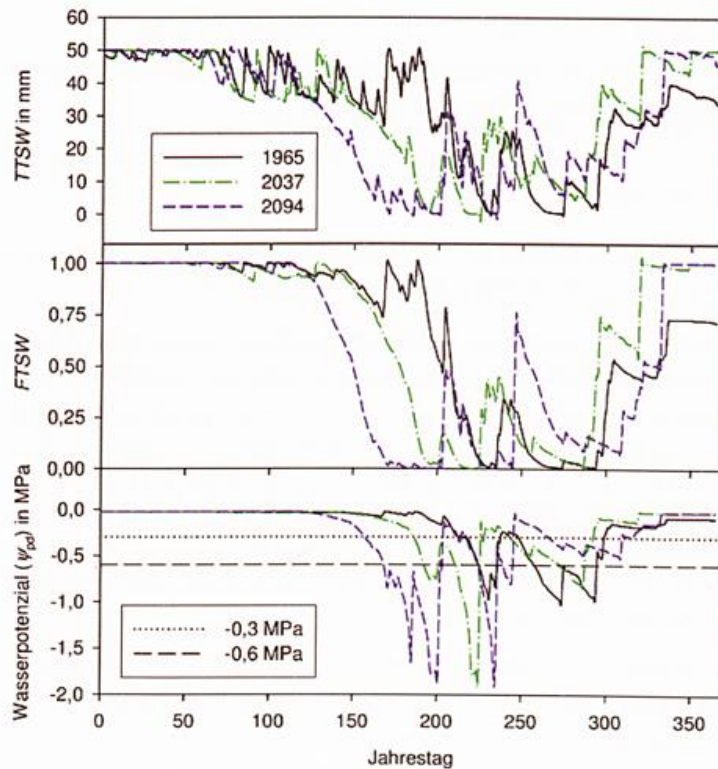


Abb. 6: Simulationsbeispiele des Bodenwassergehalts einmal als absolute Menge (TTSW, oben), dann der relative Anteil des für die Reben zur Verfügung stehenden Wassers (FTSW, Mitte) und des daraus resultierenden frühmorgendlichen Wasserpotenzials (unten) für drei verschiedene Jahre. Standort Rüdesheimer Schlossberg, gerechnet mit Daten aus den WETTREG B1-Szenarien.

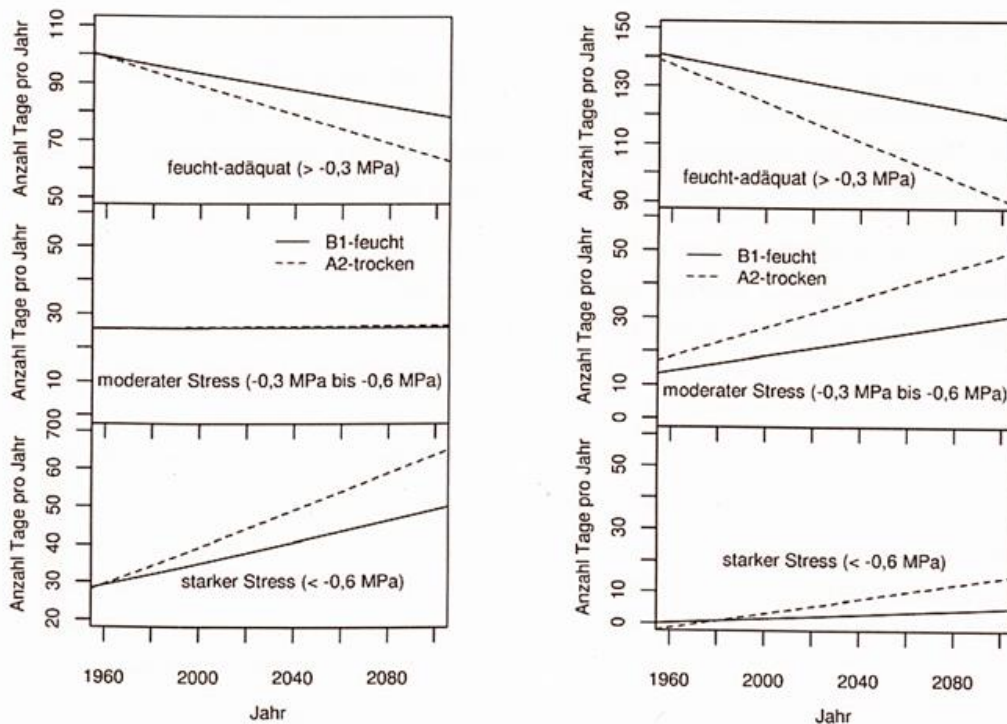


Abb. 7: Vergleich der Entwicklung (lineare Trends) eines eher feuchten und eines eher trockenen Klimaszenarios (WETTREG) für zwei unterschiedliche Weinberge. Links für eine trockene Lage (Rüdesheimer Schlossberg) mit geringem Wasserspeichervermögen, rechts für einen Weinberg mit guter Wasserversorgung (Johannisberger Schloss).

## Literatur

BRISSON, N. & PERRIER, A. (1991) A Semiempirical Model of Bare Soil Evaporation for Crop Simulation Models. *Water Resources Research*, 27(5), 719-727.

GRUBER, B. R. & SCHULTZ, H. R. (2005) Coupling of plant to soil water status at different vineyard sites. *Acta Hort. (ISHS)*, 689, 381-390.

LEBON, E., DUMAS, V., PIERI, P., SCHULTZ, H.R. (2003) Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology*, 30, 699-710

MEEHL, G.A., T.F. STOCKER, W.D. COLLINS, P. FRIEDLINGSTEIN, A.T. GAYE, J.M. GREGORY, A. KITOH, R. KNUTTI, J.M. MURPHY, A. NODA, S.C.B. RAPER, I.G. WATTERSON, A.J. WEAVER AND Z.-C. ZHAO (2007) Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

RIOU, C., VALONCOGNE, C. & PIERI, P. (1989) Un modèle simple d'interception du rayonnement solaire par la vigne - vérification expérimentale. *Agronomie*, 9, 441-450.

SCHÖNWIESE, C.-D., STAEGER, T., STEINER, H., BRINCKMANN, S. (2006) Analyse der Klimaveränderungen in Hessen für den Zeitraum 1901 bis 2003. Abschlussbericht INKLIM2012, Baustein II, Nr. 2004.090353876-3, im Auftrag des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie, Wiesbaden; Bericht Nr. 3, Inst. für Atmosphäre und Umwelt, Universität Frankfurt/Main

SINCLAIR TR, LUDLOW MM (1986) Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. *Australian Journal Plant Physiology* 13, 329-341.

SCHULTZ, H.-R. (1996), Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water deficit. *Acta Horticulturae*, 427, 251-266

SCHULTZ, H. R. & LEBON, E. (2005) Modelling the effect of climate change on grapevine water relations. *Acta Hort. (ISHS)*, 689, 71-78.

# Der Klimawandel und seine Bedeutung für das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im deutschen Weinbau

Annette Reineke, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Phytomedizin

## Einleitung

Die pflanzliche Produktion in der Landwirtschaft ist grundsätzlich von Klima und Witterung abhängig. Temperatur, Wasserversorgung und Licht bestimmen als wesentliche Elemente das Wachstum der Pflanzen. Neben diesen direkten Auswirkungen klimatischer Faktoren auf die Produktivität von Nutzpflanzen bestimmen Witterungsbedingungen aber auch indirekt das Auftreten und das Schadpotential von Schaderregern an landwirtschaftlichen Kulturen. Hierbei bestehen zwischen Pflanze, Schaderreger und Umweltfaktoren vielfältige kompensatorische Wechselwirkungen, die das Auftreten und das Ausmaß einer Krankheit bzw. eines Schädlings und damit den Schaden an der Pflanze beeinflussen. Die im Zuge des globalen Klimawandels zu erwartenden markanten Veränderungen im Witterungsverlauf für Mitteleuropa werden damit einerseits direkt das pflanzliche Wachstum beeinflussen sowie andererseits gleichzeitig auch Auswirkungen auf das zeitliche Auftreten, das Artenspektrum und die Entwicklung von Schaderregerpopulationen haben. Ausführliche Darstellungen dieser Effekte eines Klimawandels sind in zahlreichen Übersichtsartikeln zu finden (BURDON et al. 2006; CHAKRABORTY 2005; COAKLEY et al. 1999; GARRETT et al. 2006; ROY et al. 2004; SCHERM 2004; SEEM 2004).

Für den in Deutschland eher auf warme Lagen und Klimaverhältnisse angewiesenen Weinbau werden seit einigen Jahren direkte Folgen des Klimawandels prognostiziert: Die Anbau-grenze der Rebe wird sich weiter nach Norden verschieben, Veränderungen der Sortenwahl und der Weinqualität sind zu erwarten. Temperatur und Feuchte sind aber auch diejenigen Parameter, die den Schaderreger-Komplex an der Rebe maßgeblich beeinflussen. So könnten beispielsweise „neue“ Schaderreger aus wärmeren Klimaten zukünftig auch in bisher für sie unvorteilhaften bzw. zu kühlen Gegenden überwintern und sich dort langfristig etablieren. Im Falle bereits einheimischer Schaderreger könnte sich dagegen die zeitliche Entwicklung im Jahresverlauf (ihre Phänologie) und ihre jeweilige Schadwirkung an der Rebe verändern.

Am Beispiel der beiden in Deutschland vorkommenden Traubenwicklerarten, von Fäulniserregern an der Rebe sowie Zikaden als Rebschädlinge werden bereits heute klimabedingte Veränderungen in der Schadwirkung „alter Bekannter“ bzw. „neuer Schaderreger“ an der Rebe deutlich, die im folgenden dargelegt werden.

## Zeitliches Auftreten von Traubenwicklern

Die beiden in Deutschland vorkommenden Traubenwicklerarten – der Einbindige Traubenwickler, *Eupoecilia ambiguella*, und der Bekreuzte Traubenwickler, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) - gehören zu den bedeutendsten tierischen Schaderregern an der Rebe (Abb. 1). Die Tiere überwintern im Puppenstadium und die Schlupfphase der adulten Falter beginnt üblicherweise in der zweiten Aprilhälfte. Begattete Weibchen der ersten Generation legen ihre Eier einzeln an die Blüten der Gescheine, Blattstiele oder Blätter ab. Die Larven der ersten Generation, „Heuwürmer“ genannt, fressen an den Gescheinen und verpuppen sich nach fünf Larvenstadien meist innerhalb der befallenen Blütenstände. Die Flugperiode der Falter der zweiten Generation liegt zwischen Ende Juni und Anfang August, wobei die Weibchen nun ihre Eier einzeln an die jungen Beeren ablegen. Die Larven der zweiten Ge-

neration, die „Sauerwürmer“ bohren sich in die Beeren ein und fressen an bzw. in ihnen. Diese Fraßstellen bieten nachfolgenden Fäulnisregern ideale Eintrittspforten. In sehr warmen Jahren kann sich noch eine dritte Generation der Traubenwickler entwickeln, deren Larven dann „Süßwürmer“ genannt werden und die sich von den lesereifen Beeren bzw. von den nicht gelesenen Geiztrauben ernähren.

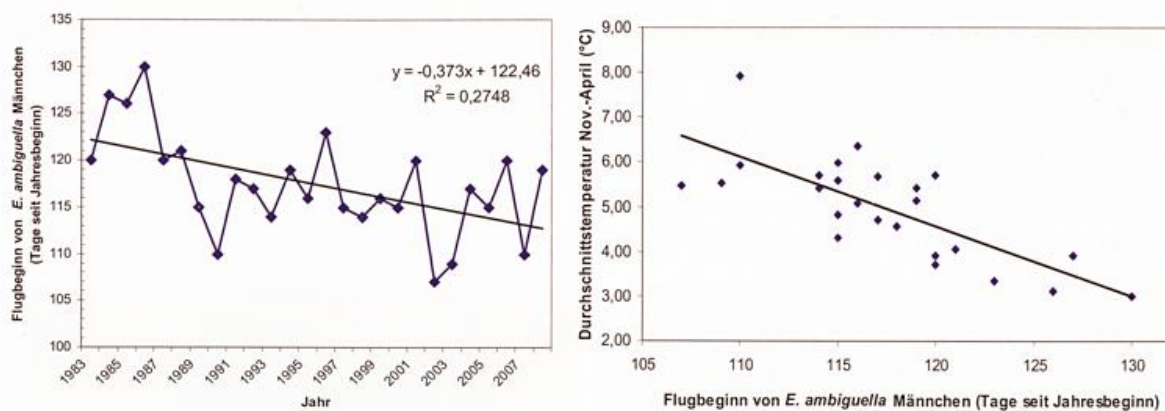


**Abb. 1: Adultes Tier des Bekreuzten Traubenwicklers  
*Lobesia botrana***

Seit Mitte der 1980er Jahre werden beide Traubenwicklerarten in den deutschen Weinanbaugebieten erfolgreich mit Hilfe der so genannten „Verwirr- oder Konfusionsmethode“ (ARN & LOUIS 1997, BARTELL 1982) auf Basis von artspezifischen Duftstoffen (Pheromonen) kontrolliert. Hierbei breitet sich aus aufgehängten Dispensern eine Duftwolke weiblichen Lockstoffes über der Rebanlage aus, die verhindert, dass die Männchen die paarungsbereiten Weibchen finden. Da die termingenaue Ausbringung der Pheromondispenser (spätestens zum Flugbeginn der adulten Tiere) entscheidend für den Wirkungserfolg dieses Verfahrens ist, wird der Flug der Traubenwicklermotten mit Hilfe zusätzlich aufgehängter Pheromonfallen überwacht. Somit liegen für die meisten deutschen Weinanbaugebiete Fangzahlen zum Traubenwicklermottenflug und zum ersten Auftreten von Faltern der beiden Traubenwicklerarten für etwa den Zeitraum der letzten 25 Jahre vor. Aus den Aufzeichnungen von Pheromonfallenfängen der Traubenwickler für das Anbaugebiet Rheingau lässt sich ablesen, dass die Falter des Einbindigen Traubenwicklers heute ca. 9 Tage früher erscheinen als dies noch vor 25 Jahren der Fall war (Abb. 2a). Ein ähnlicher Trend gilt auch für Männchen des Bekreuzten Traubenwicklers, die in den letzten Jahren ca. 8 Tage früher in den Pheromonfallen gefangen wurden als vor 25 Jahren. Das zeitliche Erscheinen der Falter beider Traubenwicklerarten im Frühjahr in diesem Zeitraum ist dabei signifikant mit den durchschnittlichen Temperaturen während der Überwinterungsmonate (November bis April) dieser Insekten korreliert (Abb. 2b): Je wärmer also die Wintermonate sind, desto eher schlüpfen die adulten Falter im Frühling aus ihren Puppen.

Ähnliche Beobachtungen zur Phänologie der Traubenwickler liegen auch aus anderen europäischen Anbaugebieten vor: So zeigen Aufzeichnungen von Pheromonfallenfängen aus Nordostitalien für den Zeitraum der letzten 26 Jahre, dass auch hier der Bekreuzte Traubenwickler in den letzten Jahren deutlich früher erscheint als dies früher der Fall war (DAL CORTIVO et al. 2007). Unter der Voraussetzung, dass auch die Rebe als Wirtspflanze nach wärmeren Wintermonaten früher austreibt, werden zukünftig also Traubenwickler und ihre Wirtspflanzen über einen insgesamt längeren Zeitraum miteinander interagieren können. Damit wird auch die Wahrscheinlichkeit größer, dass die Traubenwickler noch eine vollständige dritte Generation mit einer möglichen Schädigung bereits lesereifer Trauben durchlaufen

können. Entsprechende Beobachtungen werden mittlerweile fast regelmäßig aus den meisten mitteleuropäischen Anbaugebieten gemeldet.



**Abb. 2a:** Zeitpunkt des erstmaligen Erscheinens von Männchen des Einbindigen Traubenwicklers *Eupoecilia ambiguella* in Pheromonfallen im Rheingau im Zeitraum 1983 bis 2008.

**Abb. 2b:** Erstmaliges Erscheinen von Männchen des Einbindigen Traubenwicklers *Eupoecilia ambiguella* in Pheromonfallen im Rheingau und Mitteltemperaturen der Monate November bis April im Rheingau im Zeitraum 1983 bis 2007 (Korrelationskoeffizient  $r = 0,757$ ).

### Schadpotential von Fäulniserregern an Trauben

Änderungen in den Witterungsbedingungen können das Schadpotential von „altbekannten“ pilzlichen Schaderregern an der Rebe deutlich verstärken, wie es z.B. im Herbst 2006 in vielen deutschen Weinbaugebieten zu beobachten war. Dabei verstärken höhere Temperaturen während der Reifephase der Beeren in Kombination mit Niederschlagsereignissen die Anfälligkeit der zu diesem Zeitpunkt schon sehr zuckerhaltigen Trauben für Fäulniserreger (Abb. 3). So führten Starkniederschläge mit hohen Niederschlagsmengen Ende September und Anfang Oktober 2006 bei den fast reifen Trauben zu einer erheblichen Wasseraufnahme und resultierten in einem Aufplatzen der Beeren. Dies bot Fäulniserregern wie *Botrytis cinerea* (Erreger der Graufäule), Essigfäuleerregern oder *Penicillium expansum* (Erreger der Grünfäule) geeignete Eintrittspforten, so dass innerhalb kürzester Zeit eine Fäulniswelle zu verzeichnen war, die zu einer „Blitz-Lese 2006“ führte. Auch



**Abb. 3:** Graufäule (*Botrytis cinerea*) an Trauben

Pflanzenschutzmittel gegen *Botrytis cinerea* („Spezialbotrytizide“) schienen unter diesen Bedingungen nur noch vermindert zu wirken. Zukünftig wird die Bekämpfung der Erreger von Traubenfäulen unter veränderten klimatischen Bedingungen den Winzer vor große Herausforderungen stellen. Der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln stellt dabei nur einen Baustein in der Bekämpfungsstrategie dar. Neue Ansätze bei der Kulturführung wie beispielsweise Methoden zur Traubenauflockerung, Schnittmaßnahmen oder die Kombination von Begrünungs- mit Bewässerungsmaßnahmen müssen dabei zukünftig feste Bestandteile eines Gesamtkonzeptes zur Vorbeugung von Fäulnisbefall sein.

### Zikaden als Überträger von Rebkrankheiten

In den letzten Jahren scheinen insbesondere wärmeliebende Zikadenarten von den steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen zu profitieren und präsentieren sich derzeit als neue Herausforderung für den Rebschutz. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Zikaden gefürchtet, die Erreger von Rebkrankheiten übertragen können. Zu diesen Rebpathogenen gehört eine bestimmte Gruppe zellwandloser Bakterien, die so genannten Phytoplasmen. Als parasitische Organismen sind diese Mikroorganismen auf lebende Wirtszellen angewiesen (BERTACCINI, 2007). In Pflanzen besiedeln sie das Phloem und nutzen die darin transportierten Assimilate als Nahrung. Phytoplasmen rufen verschiedenartige Krankheitssymptome hervor, die allgemein unter dem Begriff „Vergilbungskrankheiten“ zusammengefasst werden. Zu diesen Vergilbungskrankheiten gehört unter anderem die Schwarzholzkrankheit der Rebe (Bois noir), die von der Windenglasflügelzikade *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) von krautigen Pflanzen auf die Rebe übertragen wird (Abb. 4). Diese



Abb. 4: Adultes Tier der Windenglasflügelzikade *Hyalesthes obsoletus* an Brennessel

Zikadenart ist bislang der einzige eindeutig identifizierte Vektor von Phytoplasmen in Mitteleuropa. Als wichtigste Wirtspflanzen von *H. obsoletus* sind Ackerwinden und Brennesseln bekannt, die Rebe wird nur zufällig angefliegen und gehört nicht zu den Wirts- oder Nahrungspflanzen (BRESSAN et al. 2007). Die Windenglasflügelzikade stößt in Deutschland an ihre nördliche Verbreitungsgrenze und war bislang in ihrem Vorkommen lokal auf klimatisch begünstigte Weinbergslagen, wie z.B. südexponierte Steilhänge, beschränkt. Inzwischen ist diese Zikade weit verbreitet und erreicht in manchen Regionen sehr hohe Populationsdichten. Entsprechend ist seit Mitte der 1990er Jahre in den meisten deutschen Weinbaugebieten eine starke Befallszunahme mit der Schwarzholzkrankheit zu verzeichnen. *Hyalesthes obsoletus* scheint also deutlich vom veränderten Klima zu profitieren, und die Kontrolle die-

ser Zikadenart und damit auch die Bekämpfung der von ihr übertragenen Phytoplasmen dürfte eine bedeutende Aufgabe in der Zukunft darstellen.

Eine weitere wichtige Rebphytoplasnose ist die Flavescence dorée (FD), die von der Amerikanischen Rebzikade *Scaphoideus titanus* (Hemiptera: Cicadellidae) übertragen wird. Diese Zikadenart ist in den 1950er Jahren von Nordamerika nach Europa eingeschleppt worden und hat ihren Verbreitungsschwerpunkt hier bislang in den südeuropäischen Weinbauländern (BERTIN et al. 2007). Sie gilt als äußerst mobiler und effektiver Vektor und überträgt die FD von Rebe zu Rebe (MAIXNER & HOLZ 2003). Die FD ist in der Europäischen Union als Quarantäneschaderreger gelistet und hat in Südeuropa auf Grund ihrer epidemischen Krankheitsausbrüche eine große wirtschaftliche Bedeutung erlangt.

Bislang hat der Vektor der FD, *S. titanus*, seinen Weg in die deutschen Weinanbaugebiete noch nicht gefunden, diese Zikadenart breitet sich aber derzeit nordwärts aus und wurde 2007 erstmals in Österreich gefunden. Begrenzend für die Entwicklung von *S. titanus* ist die Temperatursumme, die dieses Insekt benötigt, um einen vollständigen Generationszyklus innerhalb der Vegetationsperiode durchlaufen zu können. Bei entsprechender Veränderung des Klimas steht zu erwarten, dass sich diese Zikadenart auch in Mitteleuropa dauerhaft etablieren kann. Derzeit laufen in verschiedenen europäischen Ländern intensive Monitoring-Programme, anhand derer ein mögliches Einwandern oder eine mögliche Einschleppung in bisher nicht besiedelte Gebiete rechtzeitig erkannt werden soll, damit entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen zeitig eingeleitet werden können.

### **Schlussfolgerungen**

Der Klimawandel wird sich in vielfältiger und sehr komplexer Weise auf die Praxis des Reb-schutzes auswirken, wie bereits diese wenigen Beispiele verdeutlichen. Zum einen steht zu erwarten, dass sich bereits etablierte pilzliche und tierische Schaderreger an der Rebe durch den Klimawandel in ihrer Schadwirkung verändern werden – der Herbst 2006 hat dies eindrücklich im Hinblick auf Fäulniserreger verdeutlicht. Gleichzeitig ist damit zu rechnen, dass neue Risiken durch gebietsfremde Schadorganismen für den Weinbau existieren, die entweder über den globalen Handel eingeschleppt werden können oder die aktuell eine Tendenz zur Ausbreitung in mitteleuropäische Weinbaugebiete zeigen. Hierbei handelt es sich, wie am Beispiel der Zikaden gezeigt, meist um wärmeliebende Schaderreger, die sich unter veränderten klimatischen Bedingungen nun auch in Mitteleuropa dauerhaft etablieren könnten. Das zunehmende Auftreten von Witterungsextremen wird außerdem in einem jährlich bzw. regional stark schwankenden Auftreten von Schaderregern resultieren. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Entwicklung zuverlässiger Prognosesysteme gefragt, die unter Einbeziehung agrarmeteorologischer Daten eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung von flexiblen, lokal angepassten Pflanzenschutzkonzepten sind.

### **Literatur**

- ARN, H. & LOUIS, F. (1997): Mating Disruption in European Vineyards, in: CARDÉ, R. and MINKS, A. (eds.): Insect Pheromone Research: New Directions. Chapman and Hall, New York, 377-382 pp.
- BARTELL, R. J. (1982): Mechanisms of communication disruption by pheromone in the control of Lepidoptera: a review. *Physiological Entomology* 7: 353-364.
- BERTACCINI, A. (2007): Phytoplasmas: diversity, taxonomy, and epidemiology. *Frontiers in Bio-science* 12:673-689.

- BERTIN, S.; GUGLIELMINO, C.R.; KARAM, N.; GOMULSKI, L.M.; MALACRIDA, A.R. & GASPERI, G. (2007): Diffusion of the Nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball in Europe: a consequence of human trading activity. *Genetica* 131:275-285.
- BRESSAN, A.; TURATA, R.; MAIXNER, M.; SPIAZZI, S.; BOUDON-PADIEU, E. & GIROLAMI, V. (2007): Vector activity of *Hyalesthes obsoletus* living on nettles and transmitting a stolbur phyto-plasma to grapevines: a case study. *Annals of Applied Biology* 150:331-339.
- BURDON, J.J.; THRALL, P.H. & ERICSON, L. (2006): The current and future dynamics of disease in plant communities. *Annual Review of Phytopathology* 44:19-39.
- CHAKRABORTY, S. (2005): Potential impact of climate change on plant-pathogen interactions. *Australasian Plant Pathology* 34:443-448.
- COAKLEY, S.M., Scherm, H. & CHAKRABORTY, S. (1999): Climate change and plant disease management. *Annual Review of Phytopathology* 37:399-426.
- DAL CORTIVO, G.; FORTE, V.; BORGIO, M. & DUSO, C. (2007): Climate and *Lobesia botrana* flights in vineyards in north-eastern Italy. IOBC Meeting Viticulture, Marsala, Sicily, October 2007.
- GARRETT, K.A.; DENDY, S.P.; FRANK, E.E.; ROUSE, M.N. & TRAVERS, S.E. (2006): Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 44:489-509.
- MAIXNER, M. & HOLZ, B. (2003): Risiken durch gebietsfremde invasive Arten für den Weinbau. Schriftenreihe des BMVEL „Angewandte Wissenschaft“, Heft 498: „Bedrohung der biologischen Vielfalt durch invasive gebietsfremde Arten“, 154-164.
- ROY, B.A.; GUSEWELL, S. & HARTE, J. (2004): Response of plant pathogens and herbivores to a warming experiment. *Ecology* 85:2570-2581.
- SCHERM, H. (2004): Climate change: can we predict the impacts on plant pathology and pest management? *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie* 26:267-273.
- SEEM, R.C. (2004): Forecasting plant disease in a changing climate: a question of scale. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie* 26:274-283.

## **Tätigkeit der Sachverständigenausschüsse nach dem Weinrecht in Bayern**

*Dieter Ofenhitzer, Amt für Landwirtschaft und Forsten Würzburg*

Das deutsche Weinrecht schreibt seit Anfang der 1960er Jahre vor, dass Wein nur auf Flächen erzeugt werden darf, die dafür auch geeignet sind. Seit 1961 ist der Qualitätsgedanke im deutschen Weinbau gesetzlich verankert und beginnt nicht erst bei der Weinerzeugung sondern bereits mit der Anlage des Weinberges. Ziel dieser gesetzlichen Regelungen ist es, nur solche Flächen für die dauerhafte weinbauliche Nutzung zuzulassen, die aufgrund ihrer Lageeigenschaften auch eine Mindestqualität im mittleren QbA-Bereich erwarten lassen. Damit soll der Qualitätsweingedanke landesweit gefördert werden. Neben Exposition und Hangneigung sind eine Reihe weiterer Faktoren wie z. B. Höhenlage, Bodenart, Horizont einschränkungen, Beschattung, Windoffenheit, Frostgefährdung oder kleinklimatische Besonderheiten zu berücksichtigen. Weinbaufähig ist eine Fläche dann, wenn aufgrund dieser Faktoren zu erwarten ist, dass im 10jährigen Durchschnitt bei herkömmlichen Anbaumethoden ein Weinmost mit einem Mindestmostgewicht von 72 Grad Oechsle beim Müller-Thurgau sowie 77 Grad Oechsle bei der Rebsorte Silvaner zu erzeugen ist. Die Mindestmostgewichte werden von den Ländern festgelegt. Somit gelten die hier genannten für das Anbaugebiet Franken.

Aus dieser rechtlichen Bestimmung folgt, dass die Anlage von Rebflächen erlaubnispflichtig sein muss, damit die qualitativen Voraussetzungen neuer Rebflächen objektiv geprüft werden können. In Bayern wurde, anders als in einigen anderen weinbautreibenden Bundesländern, keine Vorabkartierung bzw. Abgrenzung der potentiell weinbaufähigen Gebiete durchgeführt. Das bedeutet, dass bei einer geplanten Neuanpflanzung von Reben jede Fläche individuell hinsichtlich ihrer Weinbaufähigkeit begutachtet wird. Dieses Verfahren gilt auch bei der Übertragung von Wiederbepflanzungsrechten und findet bis heute Anwendung.

Zur Begutachtung der Flächen werden in Bayern Sachverständigenausschüsse nach dem Weinrecht gebildet, die ein Gutachten über die Weinbaufähigkeit abgeben und gegebenenfalls Auflagen und genaue Abgrenzungen der weinbaufähigen Lagen vor Ort festlegen.

Der Sachverständigenausschuss ist besetzt mit ehrenamtlich tätigen Winzern, die viel praktische Erfahrung aus der Leitung ihrer Weinbaubetriebe und der Arbeit in den Weinbergen mitbringen. Sie werden vom Fränkischen Weinbauverband benannt und von der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, die für die Geschäftsführung zuständig ist, für jeweils drei Jahre berufen. Weiteres, ständiges Mitglied im Ausschuss ist ein Vertreter des Deutschen Wetterdienstes. Seit Anfang der 80er Jahre übernimmt diese Aufgabe die Außenstelle Geisenheim der Abteilung Agrarmeteorologie des Deutschen Wetterdienstes. Langjährig in Franken unterwegs waren Prof. Dr. Hoppmann und Frau Dr. Jagoutz. Seit 2002 bzw. 2007 sind Frau Hassemer-Schwarz und Frau Dr. Perseke-Ockelmann die Agrarmeteorologinnen im bayerischen Sachverständigenausschuss.

Persönliches Engagement und eine gehörige Portion praktischer Erfahrung sind die Voraussetzung, um die gesetzlich festgelegten Eckdaten für die Anbauregelungen in Bayern in einem stimmigen Urteil in Einklang zu bringen.

2006 wurde der Ausschuss reformiert mit der Vorgabe, eine Verschlinkung und Verwaltungsvereinfachung ohne Qualitätsverlust zu erreichen. Verzichtet wurde u.a. auf die jeweils wechselnden, örtlichen Vertreter der Landratsämter und der Ämter für Landwirtschaft und Forsten. Die Ausschussgröße wurde von sieben auf drei Mitglieder verringert. Nicht verzich-

tet hat man aus gutem Grund auf den Agrarmeteorologen. Gerade in Grenzfällen, bei strittigen Entscheidungen und bei Verfahren vor dem Verwaltungsgericht hat das Gutachten des Meteorologen hinsichtlich Energieeinstrahlung, Kaltluftströmen oder Windoffenheit eine hohe Bedeutung.

Bis heute ist das Prinzip gewahrt, dass Praxis und agrarmeteorologische Fachkompetenz bei der Entscheidung über die Anlage einer Rebfläche neben der für den Rechtsvollzug zuständigen Behörde Sitz und Stimme haben. Dieses Verfahren hat sich in Bayern außerordentlich bewährt. Zum einen hinsichtlich der nachhaltigen Sicherung der Lagequalitäten, zum anderen in der verwaltungsmäßigen Umsetzung von Entscheidungen. Das Urteil über Weinbaufähigkeit oder eben Nicht-Weinbaufähigkeit von Flächen basiert nämlich auf einer intensiven Vernetzung von Wissenschaft, Fachverwaltung und weinbaulicher Praxis. Dies ist gleichzeitig ein hervorragendes Beispiel für eine funktionierende, interprofessionelle Organisation.

Nach der Boomzeit der 60er und 70er Jahre ging der Umfang der Ausschusstätigkeit mit der Einführung des EU-Anbaustopps 1984 stark zurück und war auf bereits angeordnete Weinbergsflurbereinigungen beschränkt. Mit der Möglichkeit der Übertragung von Wiederbepflanzungsrechten ab 1992 und der Vergabe von EU-Neuanpflanzungskontingenten 1999 und 2000 stieg die Anzahl der Gutachten wieder deutlich an.

In der neueren Geschichte des Sachverständigenausschusses wurden seit dem Jahr 1980 über 5.000 Anträge behandelt und in ca. 300 ganz- oder mehrtägigen Ortsterminen eine Fläche von über 1.500 ha unter die Lupe genommen, die für Neuanpflanzungen von Reben vorgesehen waren. Hinzu kommen für den Zeitraum 1960 bis 1980 weitere Neuanpflanzungsflächen, welche damals im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen begutachtet werden mussten. In 27 Flurbereinigungsverfahren wurden ca. 3300 ha Rebflächen neu angelegt.

Die Bedeutung der Sachverständigentätigkeit für die Lagenstruktur und -qualität auch nach der Zeit der großen Weinbergsflurbereinigungen wird aus folgender Analyse erkennbar. Nach 1984 fanden in den Kerngebieten des Weinbaus, zumal in den flurbereinigten Lagen, kaum noch Rebflächenverlagerungen statt. Somit haben sich die Aktivitäten hinsichtlich Neuanpflanzung bzw. Pflanzrechtübertragung auf die unmittelbar angrenzenden Gebiete mit Flächenpotential konzentriert. Außerhalb der Kernflächen des fränkischen Weinbaus wurde seit Anfang der 80er Jahre etwa ein Drittel der heute dort bestehenden Rebflächen vom Ausschuss begutachtet. Das zeigt, welche strukturellen Anpassungsprozesse mit den Pflanzrechtübertragungen und Neuanpflanzungskontingenten in den letzten Jahrzehnten auch außerhalb von Flurbereinigungsverfahren in Gang gesetzt wurden. Hinzu kommt, dass die gesetzlichen Anforderungen an die Weinbaufähigkeit eines Standortes in den letzten Jahrzehnten mehrfach angehoben wurden. Neben der Erhöhung des Mostgewichtes kam z. B. eine Mindesthangneigung von 10 % in Franken hinzu. Überträge werden außerdem nur dann zugelassen, wenn die Lageeigenschaften der neuen Flächen gleich gut oder besser als die der Aufgabefläche sind. Das bedeutet, dass mit der Tätigkeit des Sachverständigengremiums neben der Struktur auch eine stetige Qualitätsverbesserung verbunden ist.

Das derzeitige Anbau- und Pflanzrechtregime für Rebflächen wurde in der letzten Neufassung der EU-Weinmarktordnung bis 2015 verlängert, wobei Mitgliedstaaten dieses noch einmal bis 2018 ausdehnen können.

In Franken sind sich Praxis, Beratung und Fachwelt bewusst, dass man mit der bisherigen Qualitätsphilosophie und der dazu notwendigen juristischen und verwaltungsmäßigen Umsetzung gut gefahren ist.

Die Zielrichtung der Diskussion in Franken für die Zeit nach 2015 bzw. 2018 ist folgende: Die Mitgliedsstaaten sollten weiterhin die Möglichkeit haben, besondere Anforderungen an die für Rebanpflanzungen vorgesehenen Flächen zu stellen. Neben dem Lage- und Qualitätsgedanken kommen auch andere Kriterien in Frage wie z. B. ökologische Aspekte oder die Erhaltung der Kulturlandschaft.

Die Möglichkeit, dass Mitgliedsstaaten in eigener Zuständigkeit strengere Anforderungen an Qualität oder Umweltschutz stellen dürfen, gibt es auch in anderen Bereichen der landwirtschaftlichen Erzeugung oder im Lebensmittelsektor.

Nach heutiger Einschätzung bestehen deshalb gute Aussichten, dies auch im künftigen Weinrecht zu verankern.

Für die Mitgliedsstaaten bzw. Bundesländer, die davon Gebrauch machen, würde dies zu einer Verknüpfung bestimmter Voraussetzungen mit der Neuanlage von Rebflächen und mithin zu einer Erlaubnispflichtigkeit führen.

Sachverstand der weinbaulichen Praxis und Fachkompetenz werden in diesen Fall in Franken auch in den nächsten Jahrzehnten gefragt sein.



**Abb. 1: Sachverständigenausschuss bei der Arbeit, im rechten Foto Frau Dr. Jagoutz**



## Danksagung

Ich möchte mich bei allen ganz herzlich bedanken, die dazu beigetragen haben, dass dieser Jubiläumsband entstehen konnte.

Den Autoren gilt mein besonderer Dank, dass sie einen Beitrag verfasst haben und einen Einblick in ihre Forschungsergebnisse oder die Beratungsarbeit geben.

Bei den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen der Dienststelle Frau Dr. C. Frühauf, Frau B. Klante und Frau H. Hassemer-Schwarz bedanke ich mich für die vielen konstruktiven Anregungen und Vorschläge sowie das Korrekturlesen.

Für die kreative Arbeit und die unermüdliche Geduld beim Layout des Jubiläumsbandes bedanke ich mich besonders bei Frau M. Mascher und Herrn A. Ehlig.

Allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen gilt mein herzlicher Dank für die vielen Ideen und den tatkräftigen Einsatz bei der Gestaltung der Tage der offenen Tür mit einer Ausstellung historischer Bücher und Messinstrumente, vielen Postern sowie einem bunten Kinderprogramm.

Dr. Cornelia Perseke-Ockelmann

Leiterin der Außenstelle Geisenheim



# Annalen der Meteorologie

Erscheinungsjahr

|        |  |      |
|--------|--|------|
| Nr. 1  | H.G. Cannegieter: The history of the International Meteorological Organization 1872-1951   | 1963 |
| Nr. 2  | A. Hofmann: Der internationale Stand des Problems der Langfrist-Vorhersage   | 1963 |
| Nr. 3  | Die Meteorologen-Tagung in München vom 27.-30.April 1966   | 1967 |
| Nr. 4  | Meteorologen-Geophysiker-Tagung in Hamburg vom 1.-6.April 1968, Meteorologische Vorträge   | 1969 |
| Nr. 5  | XI. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie in Oberstdorf 22.- 26.September 1970   | 1971 |
| Nr. 6  | Meteorologische Vorträge, gehalten auf der 36. Physikertagung 1971 in Essen  | 1973 |
| Nr. 7  | F. Wippermann: The Planetary Boundary-Layer of the Atmosphere  | 1973 |
| Nr. 8  | F. Klemm: Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Franken und Bayern bis 1700  | 1973 |
| Nr. 9  | Die Meteorologen-Tagung in Bad Homburg v.d.H. vom 27.-29.März 1974   | 1974 |
| Nr. 10 | F. Klemm: Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Nord- und Mitteldeutschland bis 1700   | 1976 |
| Nr. 11 | Simulation of large-scale atmospheric processes. International Conference Hamburg, Aug. 30-Sept.4, 1976  | 1976 |
| Nr. 12 | Die Meteorologen-Tagung in Garmisch Partenkirchen vom 13. bis 16. April 1977   | 1977 |
| Nr. 13 | F.Klemm: Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Südwestdeutschland bis 1700   | 1979 |
| Nr. 14 | 100 Jahre Wetterdienst in Bayern, 1878-1978  | 1979 |
| Nr. 15 | Deutsche Meteorologentagung 1980 in Berlin   | 1980 |
| Nr. 16 | Societas Meteorologica Palatina 1780-1795, Symposium Mannheim  | 1980 |
| Nr. 17 | Festsymposium „200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Hohenpeißenberg“  | 1981 |
| Nr. 18 | Symposium über Strahlungstransportprobleme und Satellitenmessungen in der Meteorologie und der Ozeanographie   | 1982 |
| Nr. 19 | 17.Internationale Tagung für Alpine Meteorologie, Berchtesgaden, 21. bis 25.September 1982   | 1982 |
| Nr. 20 | Deutsche Meteorologentagung 1983 in Bad Kissingen  | 1983 |
| Nr. 21 | F.Klemm: Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Österreich einschließlich Böhmen und Mähren bis zum Jahr 1700   | 1983 |
| Nr. 22 | Internationale Tagung für Human-Biometeorologie vom 2. bis 4. Oktober 1985 in Freiburg   | 1985 |
| Nr. 23 | Deutsche Meteorologentagung 1986 in Münster  | 1986 |
| Nr. 24 | Gedächtniskolloquium für K. H. Hinkelmann am 14. Mai 1987 in Mainz   | 1988 |
| Nr. 25 | Xth International Cloud Physics Conference, Bad Homburg 1988, 2 Vol.   | 1988 |
| Nr. 26 | Deutsche Meteorologentagung 1989 in Kiel   | 1989 |
| Nr. 27 | Deutsche Meteorologentagung 1992 in Berlin   | 1992 |
| Nr. 28 | Internationale Tagung für Human-Biometeorologie, Freiburg 1992   | 1992 |
| Nr. 29 | 100 Jahre Meteorologisches Observatorium Potsdam   | 1994 |
| Nr. 30 | 23. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie 1994 in Lindau   | 1994 |
| Nr. 31 | Deutsche Meteorologen-Tagung 1995 in München   | 1995 |
| Nr. 32 | Herbstschule Radarmeteorologie 1995  | 1995 |
| Nr. 33 | 3. Fachtagung BIOMET am 4. und 5. Dezember 1996 in München   | 1997 |
| Nr. 34 | 4. Deutsche Klimatagung, Frankfurt am Main 1997  | 1997 |
| Nr. 35 | 3rd European Conference on Applications of Meteorology 23 - 26 September 1997 in Lindau  | 1997 |
| Nr. 36 | Symposium: Vorhersage-Wetter, Klima, Umwelt, Berlin 1997   | 1998 |
| Nr. 37 | Deutsche Meteorologen-Tagung 1998 in Leipzig   | 1998 |
| Nr. 38 | Herbstschule Radarmeteorologie 1998  | 1998 |
| Nr. 39 | 4. Fachtagung BIOMET (19.-20. April 1999 in München) des Fachausschusses BIOMET der DMG gemeinsam mit der Ges. zur Förderung Medizin-Meteorologischer Forschung e.V. | 1999 |
| Nr. 40 | CD „SIRWEC 2004, 12 <sup>th</sup> Internat. Road Weather Conference, Bingen  | 2004 |
| Nr. 41 | 17 <sup>th</sup> International Congress of Biometeorology, ICB 2005  | 2005 |
| Nr. 42 | 50 Jahre Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre durch den DWD  | 2006 |
| Nr. 43 | 125 Jahre Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Festveranstaltung 2008 in Hamburg   | 2008 |
| Nr. 44 | Programm & Extended Abstracts, 30th International Conference on Alpine Meteorology 11 - 15 Mai 2009 Badnerhalle Rastatt  | 2009 |