

# Die Frostgefährdung

## 1. Einleitung

Im Auftrage des damaligen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, heute Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, haben die beiden Agrarmeteorologischen Forschungsstellen Gießen und Geisenheim in den Jahren 1956 und 1957 eine Kaltluftkartierung der Weinanbaugebiete des Rheingaus von Wiesbaden bis zur Landesgrenze nördlich von Lorchhausen, im Maingau von Kostheim über Hochheim bis Wicker-Massenheim sowie im hessischen Teil der Bergstraße durchgeführt.

## 2. Allgemeine Grundlagen

Die Anbaugrenzen der Weinreben werden in erster Linie durch die Temperaturverhältnisse bestimmt. Die Kulturrebe ist eine frostempfindliche Pflanze. Grüne Rebteile erfrieren leicht, da sie keine Eisbildung in den Geweben vertragen. Die verholzten Organe dagegen widerstehen während der Vegetationsruhe Kältegraden bis unter  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die Resistenz der Reben ist nicht immer gleich, sondern abhängig von der Sorte und vor allem von der Holzreife. Reifes Holz ist reich an Reservestoffen, insbesondere an Stärke und Zucker, und hat einen verhältnismäßig geringen Wassergehalt. Die Größe der Frostschäden hängt ferner vom Standort ab. In leichte lufthaltige Böden dringt der Frost nicht so tief ein wie in Böden mit hohem Schluff- oder Tonanteil. Dafür kühlen aber die bodennahen Luftschichten stärker aus, und das Frostrisiko steigt auf diesen Standorten an. Bei der Resistenz der Reben spie-

Die geländeklimatologische Aufnahme im Rheingau dauerte vom März bis November 1956 und im gleichen Zeitraum des Jahres 1957. Die Beobachtungsergebnisse wurden zunächst zur Darstellung der einzelnen Klimaelemente im Maßstab 1:5 000 verarbeitet (insgesamt 60 Einzeldarstellungen). Diese Originalkarten dienen als Vorlage zu je einer Karte im Maßstab 1:25 000.

len auch Abhärtung und die Tiefe der Winterruhe eine Rolle. Spät- oder Frühjahrsfröste rufen nicht selten schwerwiegende Schäden bis zum Totalausfall hervor. Die kritische Lufttemperatur liegt bei  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bei  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  können sich bereits Totalschäden einstellen.

Nach den zurzeit gültigen allgemeinen Kartierungsrichtlinien des Deutschen Wetterdienstes (DWD) tritt ein Frostereignis dann ein, wenn die Lufttemperatur in 70 cm Höhe unter den Gefrierpunkt sinkt. Bei der seinerzeit im Rheingau durchgeführten Kaltluftkartierung wurde die Messhöhe auf 50 cm über dem Boden festgelegt. Entsprechend bezieht sich ein Frostereignis dann auf die Messhöhe von 70 cm. Die Einteilung der Fröste erfolgt im Allgemeinen nach der Stärke und nach der Zeit ihres Auftretens sowie nach ihrer meteorologischen Ursache (SCHNELLE 1965).

---

\* Dr. H. Jagoutz (e-mail: heidrun.jagoutz@dwd.de), Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Landwirtschaft, Kreuzweg 25, D-65366 Geisenheim.

- Einteilung der Fröste nach der Stärke ihres Auftretens:

leichte Fröste = Fröste mit Temperaturen von  $-0,1\text{ °C}$  bis  $-2,0\text{ °C}$

mäßige Fröste = Fröste mit Temperaturen von  $-2,1\text{ °C}$  bis  $-4,0\text{ °C}$

starke Fröste = Fröste mit Temperaturen von  $-4,1\text{ °C}$  und darunter

- Einteilung nach der Zeit des Auftretens:

Winterfröste = Fröste während des Winters, d. h. während der Vegetationsruhe

Frühjahrsfröste = Spätfröste = Fröste im Frühjahr nach Beginn der Vegetationsperiode bis Anfang Juni

Herbstfröste = Frühfröste = Fröste Anfang September bis zum Ende der Vegetationsperiode

- Einteilung nach der meteorologischen Ursache ihres Auftretens:

Advektionsfröste (Windfröste)

Strahlungsfröste

Diese Einteilung nach der meteorologischen Ursache bietet im Unterschied zu den vorhergehenden nicht die Möglichkeit einer scharfen Abgrenzung, da Advektion und Ausstrahlung zwei Komponenten sind, von denen zwar jede für sich allein zum Frost führen kann, die aber häufig zusammenwirken. Den Frösten während der Vegetationszeit von April bis Oktober geht in der Regel die Advektion kälterer Luft aus nördlichen Breiten voraus. Für die Beurteilung der Frostgefährdung

von Weinbaulagen sind hauptsächlich die Spätfröste im Frühjahr von Bedeutung. Diese Fröste führen zu Schäden an den Knospen und an den frisch ausgetriebenen Rebblättern, wodurch es zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen kommen kann. Die Reben treiben in derartigen Fällen zwar später auch aus den Nebenaugen aus, wegen der dabei stets verkürzten Vegetationszeit werden Ertrag und Qualität jedoch stark beeinträchtigt.

Der Einfluss des Geländes hinsichtlich der Frostgefährdung wirkt sich sehr stark bei Strahlungsfrösten und nur mäßig bei Advektionsfrösten aus. Daher wurde die Auszählung der Frosthäufigkeit auf so genannte „Strahlungsnächte“ begrenzt. Als Strahlungsnacht wird eine Nacht mit geringer Bewölkung – Bedeckungsgrad  $< 3/8$ , geringe Luftbewegung, Windgeschwindigkeit  $< 1,5\text{ m/s}$  – verstanden. Nur unter diesen Bedingungen stellt sich im Laufe des Abends und der Nacht eine bestimmte charakteristische Temperaturschichtung und Temperaturverteilung ein, die von der Geländeform abhängig ist.

Das Auftreten von Strahlungsfrösten hängt von verschiedenen Umständen ab. Ebene oder schwach geneigte Lagen, kalte und verunkrautete Böden begünstigen das Auftreten von Strahlungsfrösten. In frisch bearbeiteten Böden ist der Wärmenachschub aus tieferen Schichten unterbrochen, was ebenfalls örtlich die Bildung von Kaltluft fördert. Besonders gefährdet sind Talsohlen und Mulden, in denen sich die Kaltluft sammelt.

### 3. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Es werden nur mäßige bis starke Fröste betrachtet. Die Minimumtemperaturen der zweijährigen Messkampagne bildeten die Grundlage für die Untersuchung der Frostgefährdung. Die Ergebnisse der Messungen wurden zu den langjährigen Temperaturwerten von Geisenheim in Beziehung gesetzt. Die Frostgefährdung wird eingeteilt nach der Frostwahrscheinlichkeit, d. h. nach der Häufigkeit ihres Auftretens.

Als Maßstab für mäßige und starke Fröste soll gelten: Der prozentuale Anteil der Jahre eines Zeitraumes (30 Jahre), in denen die Temperatur in 0,50 m Höhe während der Vegetationszeit mindestens einmal unter  $-2\text{ °C}$  und für die starken Fröste unter  $-4\text{ °C}$  absinkt. Die kartographische Darstellung erfolgt in Zonen, die in Tab. 1 definiert sind.

**Tab. 1.** Einteilung der Gefährdungszonen

Es werden auch Aussagen über Frühfröste im Herbst gemacht. Allerdings sind hier die gefährdeten Gebiete nicht kartographisch dargestellt.

<b>Zone 0</b>	ungefährdet	sehr selten
<b>Zone 1</b>	schwach gefährdet	1–2 mal in einem Menschenalter
<b>Zone 2</b>	mäßig gefährdet	1–2 mal in einem Jahrzehnt
<b>Zone 3</b>	stark gefährdet	sehr häufig

### 3.1 Frostgefährdung im Rheingau

#### a) Frostwahrscheinlichkeit $-2\text{ °C}$ (Spätfrost)

Die Frostgefährdung nimmt, wie es der Regel entspricht, von den höheren nach den tieferen Lagen hin zu, jedoch mit lokal bedingten Ausnahmen.

Lagen, die bis zu  $-2\text{ °C}$  ungefährdet sind, Zone 0, ziehen sich oberhalb der 200 m Höhen-schichtlinie von ostwärts Johannisberg bis in den Rauenthaler Raum. Im mittleren Teil des Rheingaus, von Johannisberg bis Rüdesheim, liegt diese Zone mit sehr seltenen Frösten unterhalb der 200 m Höhenlinie, sie sinkt am Niederwald sogar bis unterhalb der 100 m Höhenlinie fast zum Rheintal ab. Von Assmannshausen rheinabwärts bis über Lorchhausen hinaus kommt diese günstigste Zone nicht mehr vor. Dieser Bereich wird von der Kaltluft, die aus dem Wispertal ins Rheintal strömt, stark beeinflusst.

Die Zone mit schwacher Frostgefährdung, Zone 1, liegt im östlichen Rheingau im Bereich der 200 m Höhenlinie und darunter; diese Zone steigt im mittleren Teil wieder bis über die 200 m Linie an und sinkt vielfach bis unter die 100 m Linie. Im unteren Rheingau folgt diese Zone näherungsweise dem Bereich zwischen der 200 m Höhenlinie und den oberhalb angrenzenden Waldgebieten.

Die Zone 2 erstreckt sich darunter bis etwa zur 140 m Höhenlinie, man findet sie aber auch unterhalb der Bahnlinie und der Ortschaften bis zum Rheinufer. Die scheinbare Regelwidrigkeit bei der Ablagerung der Kaltluft tritt ausschließlich im Nahbereich des Rheinufers auf. Der

Rhein bleibt in Strahlungsnächten relativ warm und hebt die Lufttemperaturen in einem schmalen Ufersaum leicht an. Die gleiche Aufgliederung dieser Zone erstreckt sich über den gesamten Rheingau.

Stark gefährdet, Zone 3, sind die Lagen unterhalb der 140 m Höhenlinie bis zum Bahnkörper, der als Kaltluftstaudamm wirkt. Zu den stark frostgefährdeten Zonen zählen natürlich auch Geländevertiefungen oberhalb der 140 m Höhenlinie am wenig geneigten Mittelhang und schmale Bänder längs der Talsohlen, die sich bis hinauf an die Waldgrenze ziehen.

In Strahlungsnächten fließt aus den höher gelegenen Gebieten des Rheingaugebirges Kaltluft in das Rheintal. Es bilden sich räumlich eng begrenzte Kaltluftflüsse aus, die sich in den Karten räumlich durch Pfeile darstellen lassen

#### b) Frostwahrscheinlichkeit $-4\text{ °C}$ (Spätfrost)

Bei der Betrachtung der Frostgefährdungszonen für eine Frostwahrscheinlichkeit  $-4\text{ °C}$  und niedriger fällt die Vergrößerung der ungefährdeten Zone am stärksten ins Auge; sie fällt bis zur 160 m Höhenlinie ab. Der gesamte übrige Raum ist von der Zone 1 besetzt. Ausnahmen bilden die wirklichen Kaltluftseen vor dem Bahndamm und vereinzelte ungünstige Geländeteile in den Höhenlagen um 120 m ü. NN; dort ist noch die Zone 2 anzutreffen. Stark gefährdete Zonen treten im Kartenbild nicht mehr in Erscheinung.

### c) Frühfröste

Im Rheingau reichen Frühfröste im Allgemeinen höher die Hänge hinauf als die Spätfröste. So ist mit Frösten bis  $-2\text{ °C}$  in allen Lagen bis mindestens 280 m ü. NN zu rechnen. In einem Menschenalter treten ein- bis zweimal Fröste bis  $-4\text{ °C}$  und niedriger nur oberhalb der 280 m Höhenlinie auf. Von 180–280 m ü. NN kommen derart starke Fröste in einem Jahrzehnt ein- bis zweimal vor; die noch tieferen Lagen sind stark

gefährdet und fallen somit in Zone 3. Aus dieser allgemeinen Aufschlüsselung der Frühfrostgefährdungszonen fällt das Gebiet um den Niederwald vorteilhaft heraus. Hier tritt die Zone 3 nicht in Erscheinung, dafür aber im Höhenbereich 220–270 m ü. NN die Zone 0. Rheinaufwärts und auch in einigen extrem guten Lagen rheinaufwärts sind ebenfalls noch kleinere Gemarkungsteile mit günstigeren Bedingungen anzutreffen.

## 3.2 Frostgefährdung im Kartierungsabschnitt Kostheim – Hochheim – Wicker – Massenheim

### a) Frostwahrscheinlichkeit $-2\text{ °C}$ (Spätfröste)

Schwach gefährdete Zonen für Spätfröste bis  $-2\text{ °C}$  gibt es in der Gemarkung Kostheim nur am Hochheimer Berg, in der Gemarkung Hochheim an gleicher Stelle und südlich der Stadt unterhalb der Domdechanei sowie in der Gemarkung Wicker am Herrenberg. Am Hochheimer Berg und am Herrenberg handelt es sich um Lagen an etwas steiler abfallenden Hängen, im Gemarkungsteil unterhalb der Stadt um eine Lage, die im Schutzgebiet der Stadt liegt.

Zonen mäßiger Gefährdung sind in Kostheim in den Hanglagen anzutreffen, die von den Höhenlinien 100 und 120 m ü. NN begrenzt sind. In Hochheim befindet sich diese Zone im gleichen Begrenzungsbereich, sie weitet sich am Ostrand der Stadt sogar bis zur Höhenlinie 130 m ü. NN aus. Am Westrand der Stadt wird diese Zone durch eine Geländevertiefung durchbrochen. Sie ist Abflussrinne der Kaltluft, die sich oberhalb des Weinbergsgeländes auf den Grünflächen ausbildet. Eine zweite Abflussrinne liegt ostwärts der Stadt zwischen Victoriaberg und Falkenberg. Vom Falkenberg bis südlich der Stadt erstreckt sich eine schmale Zone zwischen Bahnlinie und Mainufer, in der in einem Jahrzehnt auch nur ein- bis zweimal mit Spätfrösten bis  $-2\text{ °C}$  zu rechnen ist. Hier wirkt sich die Wärmeregulierung durch den Main auffällig aus.

Im Bereich Wicker-Massenheim liegen die Zonen mäßiger Frostgefährdung zwischen der 140 m Höhenlinie (etwa Straße Wicker–Massenheim) und der 120 m Höhenlinie, die sich etwas oberhalb des Wiesengrundes im Wickerbachtal hangparallel hinzieht, dort, wo eine merkliche Geländestufe gegen den Hang festzustellen ist. Alle übrigen Teile der beiden Gemarkungen gehören der Zone 3 an, d. h. sie haben sehr häufig im Frühjahr mit Frösten bis  $-2\text{ °C}$  zu rechnen.

Im Hochheimer Raum wirkt der hohe Bahndamm als Staumauer für die von den Hängen abfließende Kaltluft. Das Gebiet unmittelbar vor der Bahnlinie ist deshalb eine Zone stärkster Frostgefährdung.

### b) Frostwahrscheinlichkeit $-4\text{ °C}$ (Spätfröste)

Eine Frostgefährdung von  $-4\text{ °C}$  nach Vegetationsbeginn tritt im Weinbaugebiet Wicker–Massenheim nur vereinzelt auf. Im Hochheimer Raum können derart starke Fröste in dem Kaltluftstaubecken vor dem hohen Bahndamm SW von Hochheim vorkommen. Diese Gemarkungslagen sollten weinbaulich möglichst nicht genutzt werden.

### c) Frühfröste

Mit Frühfrösten zu Ende der Vegetationszeit bis  $-2\text{ °C}$  muss nach der Oktobermitte in allen

Lagen sämtlicher Gemarkungen gerechnet werden. Von Frühfrösten bis  $-4\text{ °C}$  und darunter

bleiben nur die mit Zone 0 angegebenen Gemarkungsteile verschont.

### 3.3 Frostgefährdung im Kartierungsabschnitt Bergstraße

An der Bergstraße entspricht die Frostgefährdung ganz der Regel. Sie nimmt von oben hangabwärts nach der Ebene hin ständig zu. Zwischen Hangfuß (Bergstraße) und Bahndamm befindet sich ein flaches Sammelbecken für Kaltluft, das sich hinter dem Bahndamm westwärts nach der Rheinebene zu erweitert.

Die Größe der Gefährdungszonen ist an der Bergstraße ebenso wie in den anderen hessischen Weinbaugebieten an reliefbedingte Voraussetzungen gebunden, wobei es gelegentlich auch zu Ausnahmen kommen kann. In den Taleinschnitten des Vorderen Odenwaldes und in den Muldenlagen zeichnen sich die Voraussetzungen für eine stärkere Frostgefahr am augenscheinlichsten ab. Dies gilt vor allen Dingen dort, wo hangaufwärts unbewaldete Flächen, Wiesen, bewirtschaftete Felder oder Kahlflächen als Kaltluftproduktionsstätten anzutreffen sind. Die kritischen Kaltlufteinzugsgebiete wurden auch durch blaue Pfeile herausgehoben.

Entscheidend für den Grad einer Gefährdungszone ist nicht allein die Höhe, sondern auch die Hangneigung. Es ist weiterhin zu beachten, dass die Gebiete, die hinter der ersten Bergkette liegen, ungünstigere Abflussmöglichkeiten für die Kaltluft haben, und dass deshalb hier durch Stauungen an den Querriegeln im Talverlauf die Abgrenzung der einzelnen Zonen hangaufwärts verlagert wird.

#### a) Frostwahrscheinlichkeit $-2\text{ °C}$ (Spätfrost)

Die Zone 0 liegt im Bereich Heppenheim mit Erbach und Hambach je nach der Steilheit des Geländes etwa zwischen 180 und 200 m ü. NN. Zu ihr gehören die Lagen oberhalb des mittleren Eckweges südlich von Heppenheim, des Maiberger, des Schlossberges, ferner die Lagen oberhalb des Rebmuttergartens und die hochgelege-

nen Lagen auf der Ostseite von Hambach. An die ungefährdete Zone reiht sich in einem schmalen Band das Gebiet der schwach gefährdeten Zone 1 an, das bis etwa 170 m ü. NN heruntergreift. Die mäßig gefährdete Zone 2 schmiegt sich ebenfalls in Bandform bis etwa 140 m Höhe ü. NN an. Alle tieferen Lagen, einschließlich der Taleinschnitte, liegen im Bereich der stark gefährdeten Zone 3.

Im Bereich des Abschnittes von Bensheim bis Zwingenberg fällt die räumliche Einschränkung der ungefährdeten Zone auf. In diese Zone 0 gehören – im gleichen Höhenbereich liegend wie im vorigen Absatz – u. a. die Lagen Hopberg mit Streichling, die Lagen an der Kalkgasse und am Kirchberg, Teile des Herrenwingert, Schönberg und das Rod, die günstig exponierten Lagen unterhalb des Auerbacher Schlosses sowie in Richtung Zwingenberg die hochgelegenen, steilen Südlagen. Die vorstehend genannten Lagen erfassen aber auch noch den größeren Teil der schwach gefährdeten Zone 1. Ausgedehnt und im Höhenbereich zwischen 140 und 150 m ü. NN wechselnd erstreckt sich die mäßig gefährdete Zone 2, an die sich abwärts die stark gefährdete Zone 3 bis zur Talsohle und in die Ebene hinein anschließt.

#### b) Frostwahrscheinlichkeit $-4\text{ °C}$ (Spätfrost)

Der größte Teil der Bergstraße ist bei der Frostwahrscheinlichkeit  $-4\text{ °C}$  ungefährdet. Unabhängig von der Nutzung sind alle Flächen hangaufwärts erfasst worden. Die schwach und mäßig gefährdeten Zonen (1 und 2) liegen näher an der Talsohle, und im eigentlichen Bereich der Talsohle fällt nur ein kleiner Geländeteil zwischen Heppenheim und Bensheim unterhalb der 100 m Höhenlinie nach dem Bahndamm zu in den stark gefährdeten Bereich (Zone 3). Die übrige

gen Lagen längs des Bahndammes sind flächenmäßig unbedeutend, obwohl sie stärker gefährdet sind.

### **c) Frühfröste**

Frühfröste bis  $-2\text{ °C}$  kommen an der Bergstraße in allen wein- und obstbaulich genutzten Lagen vor.

Die Frühfrostgefährdung bei einer Frostwahrscheinlichkeit von  $-4\text{ °C}$  reicht im Gegensatz zur

Spätfrostgefährdung, wo bei etwa 100 m ü. NN mit der Zone 3 zu rechnen ist, bis ungefähr zur Höhenlinie 170 m ü. NN hinauf. Das ist die gleiche Höhe, wo beim Spätfrost bei einer Frostwahrscheinlichkeit  $-2\text{ °C}$  die Grenzlinie der Zonen 1 und 2 verläuft. Somit ist die Frühfrostgefahr an der Bergstraße wesentlich größer als die Spätfrostgefahr bei gleicher Höhenlage. Die schwach gefährdete Zone für Frühfröste beginnt an der Bergstraße oberhalb der 200 m Höhenlinie.

## **4. Schriftenverzeichnis**

SCHNELLE, F. (1965): Frostschutz im Pflanzenbau. – Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH; München.