Franz Tichy

An den Grenzen des Weinbaues innerhalb der Pfalz

eine gelände-klimatologische Studie
mit 3 Karten und 2 Abbildungen*)

An Hand seiner örtlichen Aufnahme der Frostschäden an den Weinbergen der Vorderpfalz im Mai 1953 gibt der Verf. Anhaltspunkte für die klein-klimatischen Grenzen rationellen Weinbaus je nach den Geländeformen und erörtert die daraus zu folgernden Maßnahmen.

I. Übersicht über das Weinbaugebiet.

In seiner Geschlossenheit und Ausdehnung ist das Rebland der Vorderen Haardt eine einzigartige Erscheinung unter den Weinbaulandschaften Deutschlands. Am Rande des Pfälzer Waldes, der hier den Oberrheingraben flankiert, reicht es in fast ununterbrochenem, bis 5 km breitem Bande von der elsässischen Grenze bei Schweigen im Süden bis Grünstadt im Norden. Weit hinauf ziehen sich die Rebflächen den burgengekrönten Bergwäldern entgegen, reichen aber auch weit ins Vorland hinaus bis fast vor die Tore von Speyer. Am Gebirgsrand ist das Rebland nur selten von Wiesen und Äckern in Mulden und Talauen der Gebirgsbäche unterbrochen, weshalb man gern von der „Weinsteppe" spricht. Gegen die östlich vorgelagerte Ebene und das Hügelland hin häufen sich dagegen Äcker und Wiesen, während in der Umgebung von Freinsheim, Weisenheim und Ellerstadt Obstanlagen, bes. Pfirsichkulturen, den ehemaligen Weinbau zurückgedrängt haben, der nur noch die günstigen Lagen besetzt hält. In dem geschlossenen Rebgürtel liegen die Ortschaften, enggebaute Haufendörfer, inselhaft eingestreut. Gegen Osten hin wird die Bebauung lockerer und Gärten nehmen inmitten und am Rande der Dörfer größeren Raum ein. Dort sind oft zwischen den Häusern kleine Weingärten gut geschützt zwischen Mauern verborgen. Am warmen Hange über der nächtlich kühlen Rheinniederung liegt am heutigen Hochufer des Rheins südlich Speyer und am diluvialen, fossilen nördlich der Stadt die Ostgrenze des pfälzer Weinbaus. Im nördlich angrenzenden rheinhessischen Gebiet, das oft zum Vergleich herangezogen werden wird, bedecken Rebflächen den Steilhang und Fuß des Tertiärhügellandes.

Seine größte Ausdehnung hatte das von Reben bestandene Gebiet im 9.—15. Jahrhundert (4,673).**) Sogar in der eigentlichen Rheinebene auf der Frankenthaler Terrasse zwischen Worms und Ludwigshafen, ist bei fast allen Orten schon Ende des 8. Jhdts. Weinbau erwähnt (5), wo sich heute nirgends mehr Rebflächen finden. Von frühesten Anfängen in römischer und karolingischer Zeit hatten sie sich weit ausgebreitet. Im 17. Jhdt. erfolgte ein ungeheurer Rückgang, dem im 18. wieder eine

*) Siehe Verzeichnis der im Text genannten Karten und Abbildungen am Schluß. Die Karten Nr. 1, 3, 4, 6, 7 und die Abb. Nr. 1, 2, 4, 5, 6 sind der Kosten halber als hier entbehrlich nicht vervielfältigt worden. Sie können im Archiv des Museums in Bad Dürkheim eingesehen werden. (Schriftltg.)

**) (4,673) = Nr. der Literaturübersicht (S. 33) und Seitenzahl.

geringe Ausdehnung folgte. In den 60er und besonders den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts drang mit der Portugieserrebe der Weinbau als Quantitätsanbau wieder stark in die Ebene vor und fand auch dort Verbreitung, wo das Land besser dem Ackerbau als dem Weinbau dienen würde (BASSERMANN-JORDAN 4, 307).

Auch heute unterscheiden sich die Gebirgsrandweine von denen des östlich vorgelagerten Gebietes in ihrer Qualität und im Ertrag. Wird dort auf magerem Boden bei geringem Ertrag auf hohe Qualität Wert gelegt, wobei hohe Preise erreicht werden, erzeugt man hier billigere Verschnitt- und Hausweine, wozu man auf schwerem, gedüngtem Boden Massenträger-Sorten anpflanzt.

Das Vorland der Vorderen Haardt ist benachteiligt durch die in Strahlungsnächten entstehende und sich sammelnde Kaltluft, wobei die Frostnächte nur eine besonders auffällige Erscheinung sind; hemmt doch schon jede kalte Sommernacht das Wachstum, fördert die Taubildung und damit die Peronospora-Anfälligkeit.

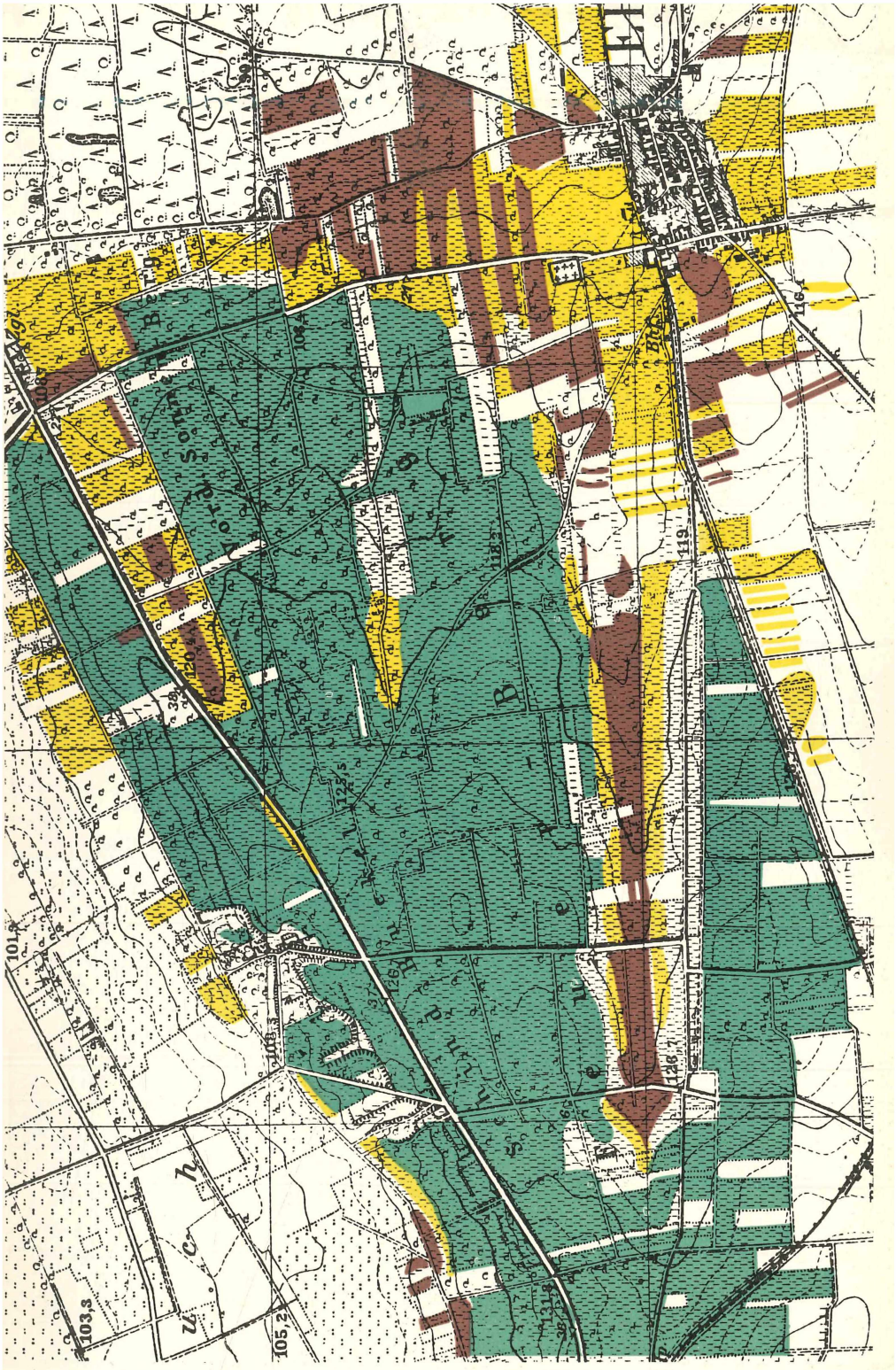
Der Anbau der mediterranen Rebe ist in Deutschland an der Grenze seines Verbreitungsgebietes sehr stark abhängig von den klimatischen Standortbedingungen, wobei nicht Mittelwerte der Großklimabeschreibung Aufklärung geben können über die Ursachen der augenblicklichen Verteilung des Reblandes, sondern nur die des bodennahen Klimas (38, 121 und Kap. III, HÄBERLE 11, 405). Diese Tatsache findet schon ihren Ausdruck in der Bezeichnung der „Lage" für die Standortsbedingungen einer Rebfläche. Neben der Exposition, die das solare Strahlungsklima eines Weinberges und die Qualität des Weins zum großen Teil bestimmt, ist es die Kaltluft mit ihren schädigenden Einflüssen, die häufig für den lohnenden Anbau der Rebe überhaupt der begrenzende Faktor ist oder sein sollte, wenn man ihn berücksichtigt. Deshalb hat sich die Kleinklimaforschung in Weinbaugebieten neben der Bestimmung des Expositionsklimas (N. WEGER, Geisenheim, 37) besonders auch mit der Entstehung und Bekämpfung der Frostgefahren beschäftigt (15, 16, 19, 34, 39—42). Die kleinklimatische Kartierung von Weinbaugebieten und die Erarbeitung der Methoden dafür wurde begonnen an der Agrarmeteorologischen Vers.-Station Trier an Saar und Ruwer im Maßstab 1:5000. Leider konnte keine Karte über den 2. Weltkrieg hin gerettet werden (14).*) Aus dem Pfälzer Weinbaugebiet sind bisher noch keine derartigen Untersuchungen veröffentlicht. Es wurde deshalb die Möglichkeit, die der Spätfrost vom 10./11. Mai 1953 bot, ausgenutzt, um die Lagen kennenzulernen, die unter der Kaltluft zu leiden haben. Es wird damit ein Beitrag zur Methode geländeklimatischer Aufnahmen gegeben und versucht, zu den Ursachen der heutigen Verbreitung des Weinbaues in der Vorderpfalz hinzuführen.

II. Die Spätfrost-Schadensverteilung vom Mai 1953.

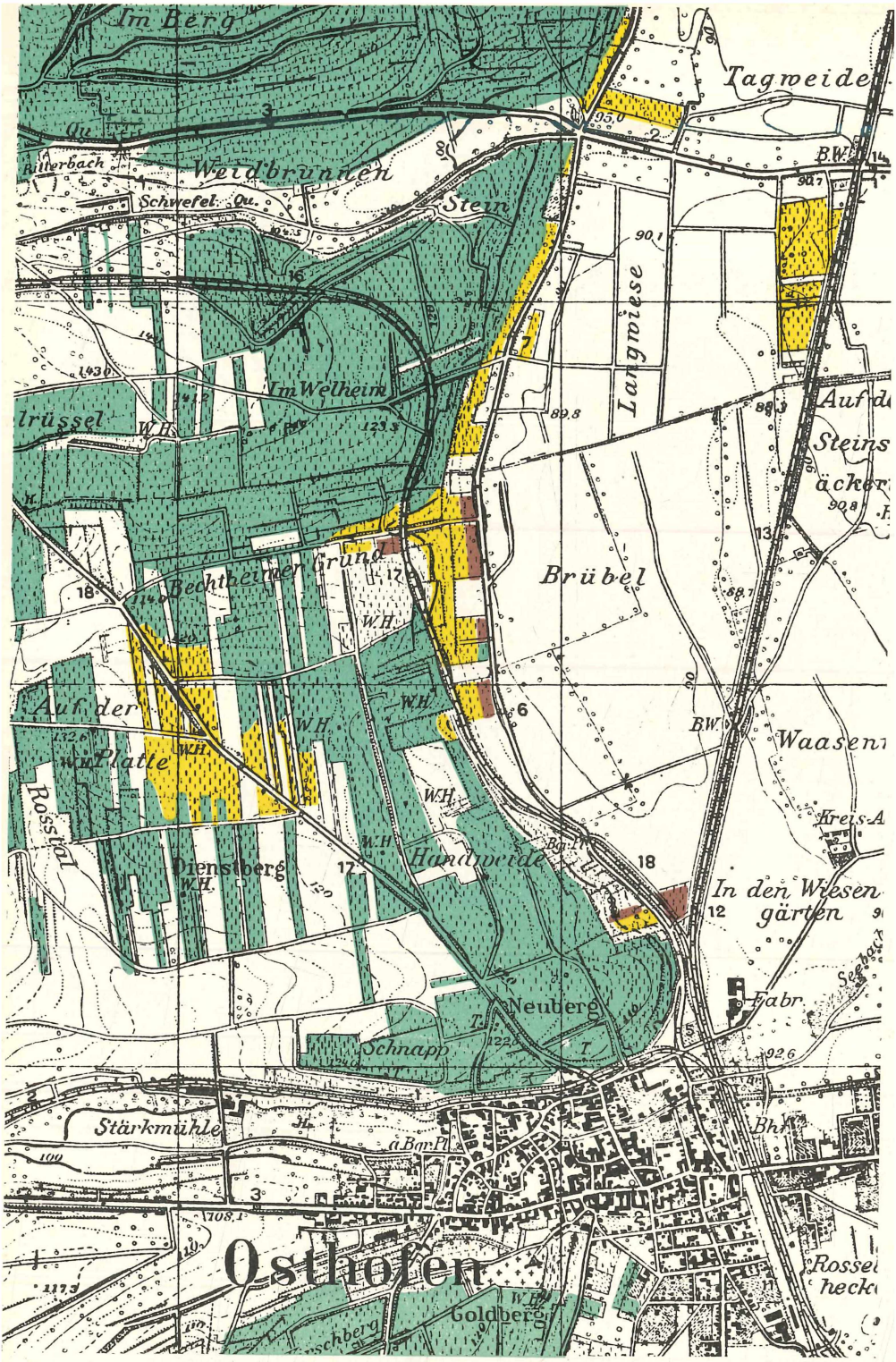
1. Die Wetterlage während des Kaltlufteinbruches.

Ein Ereignis, das mit Ausnahme der günstigen Lagen einen Totalausfall der Weinernte des Jahres 1953 im Vorland des Pfälzer Rebgürtels zur Folge hatte, war die Frostnacht vom 10. auf den 11. Mai 1953. Dieser

*) Ein Verfahren der Kartierung nach Frost- und Güte-Klassen wurde von Dipl.-Met. A. MORGEN (Trier) entwickelt. Referat am 3. 11. 53 in Saarburg (Dt. Weinbau 8,606 (1953)).



Karte 2. Feuerberg Mtbl. Dürkheim-Ost.
Ausschnitt im Maßstab 1:17 000 aus der Top.-Karte Nr. 6515/1952
(mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz v. 12. 3. 55)



Karte 5. Ostrand des Rheinhess. Tertiärhügellandes.
Ausschnitt im Maßstab 1:17 000 aus der Top.-Karte Nr. 6215/1951
(Mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz v. 12. 3. 55)

Spätfrost in der Periode der etwas zu spät eingetretenen „Eisheiligen“ zog in ganz Mitteleuropa mit Ausnahme des küstennahen Gebietes ausgedehnte Schäden an Reben und Obst, Kartoffeln und frostempfindlichem Gemüse nach sich, die sich als Erfrierungen und Wachstumsstockungen auswirkten. Außer landwirtschaftlichen Kulturen wurden auch Waldbäume bis ins Kronenniveau betroffen, und in den Mittelgebirgen standen Buchenwälder, die eben ergrünt waren, herbstbraun da (vgl. Abschn. 5). Tageszeitungen brachten z. T. ausführliche Schadensmeldungen (47). In den Witterungsberichten der meteorologischen Ämter des Deutschen Wetterdienstes (44) wurden die Wetterschäden und die Erfolge der Bekämpfungsmaßnahmen besprochen, denen folgende Angaben entnommen sind:

Einer Schönwetterperiode mit sommerlichen Temperaturen über 25 ° C, die ein rasches Austreiben der Reben zuließen, folgte ein kräftiger Kälterückfall im Verlauf des Einbruchs extrem kalter nordsibirischer Polarluft, der „Eisheiligen“-Wetterlage. Bereits am 7. 5. kam es zu Schneefällen bis in Höhenlagen von 400 m. Die Temperaturen sanken besonders in der Nacht vom 7. auf den 8. und vom 10. auf den 11. Mai beträchtlich unter den Gefrierpunkt. In diesen Nächten riß die Bewölkung durch den Einfluß eines von England über die Niederlande nach Süddeutschland reichenden Hochdruckkeils auf. Damit wurde die nächtliche Ausstrahlung der Boden- und Pflanzendecke ermöglicht, welche die starke Abkühlung zur Folge hatte.

Wie in den meisten Spätfrostnächten in Westdeutschland handelte es sich um einen gleichzeitigen Strahlungs- und Advektivfrost. Die Dauer von etwa drei Tagen entsprach den früheren Spätfrostperioden. Merkwürdigerweise traten 1949 die Spätfröste fast zum gleichen Termin vom 9. bis 11. Mai auf (44 Nr. 145/1949). Wie weit eine Abhängigkeit der Maifröste in der Oberrheinebene von den Großwetterlagen vorhanden ist, konnte A. Gutsche (10) am Beispiel der Beobachtungen an der Station Karlsruhe zeigen. Die häufigsten Wetterlagen sind bei Spätfrösten im Mai N- und NW-Wetterlagen (Kaltlufteinbruch) und „Hochdrucklage Mitteleuropa“ (zonale Hochdruckbrücke mit Strahlungswetter). Dazu gehören auch die Spätfrostnächte von 1949 und 1953. Über weitere Einzelheiten und die Literatur geben Gutsche (10) und Pollack (28) Auskunft. Gerade bei dem Ereignis von 1953, dem 150. Geburtsjahr von H. W. Dove, sei daran erinnert, daß dieser große Begründer der Meteorologie schon 1856 „Über die Rückfälle der Kälte im Mai“ berichtet hat (8).

Während in der ersten Frostnacht zum 8. Mai vor allem Nord- und Mitteldeutschland betroffen wurden, sanken im Oberrheingebiet und in Franken die Temperaturen während der Strahlungsfröste in der Nacht zum 11. besonders tief. Der Bericht des Deutschen Wetterdienstes (44 Nr. 165/1953) spricht davon, daß die Frostkatastrophe „nicht so sehr durch extrem tiefe Temperaturen, sondern durch die Aufeinanderfolge von Strahlungsfrost, Windfrost und wiederum Strahlungsfrost verursacht wurde“ — was besonders für Franken und Südbaden (40 und 3) gilt. Im Weinbaugebiet der Pfalz handelte es sich aber vor allem um die Folgen des Strahlungsfrostes in der Nacht zum 11. Mai. Hier ergab sich infolgedessen eine recht klare Verteilung der Lagen mit den verschiedenen

Graden von Frostschäden als Ergebnis der Temperaturverteilung in der betr. Nacht. Temperaturbeobachtungen liegen aus der Pfalz nur von den Klimastationen vor; es sind Hüttentemperaturen in 2 m Höhe, und diese sind nicht einmal im eigentlichen Schadensgebiet gemessen worden. Die tiefsten Temperaturen des Mai 1953, das sind diejenigen der Frostnacht, betrugen in:

Frankweiler*)	+ 0,5 °		Neustadt	+ 0,3 °
Limburger Hof	— 1,8 °		Herxheim	0,0 °
Mundenheim	— 0,8 °		Worms	+ 0,1 °
Bad Dürkheim	— 1,6 °	z. Vergl.	Heidelberg	— 1,5 ° in 2 m
			Grenzhof**)	— 3,3 ° am Boden

Wie tief wird sich aber die Luft in der Umgebung der Reben abgekühlt haben? WITTERSTEIN gab nach seinen Beobachtungen im Rheingau 1949 (46) an, daß dort die tiefsten Temperaturen am Boden gewöhnlich 2—3 ° unter den in 2 m Höhe gemessenen Minima liegen, welche Regel auch für die Messungen vom 11. 5. in Geisenheim (Differenz 1,7 ° nach frdl. Mitt. v. N. WEGER) und die der Station Heidelberg-Grenzhof richtig ist, wo die Differenz 1,8 ° betragen hat. Die für das Erfrieren der Reben ausschlaggebende Temperatur ist aber nicht die der umgebenden Luft, sondern die in den Pflanzenteilen selbst. Diese erniedrigt sich durch Transpiration und Verdunstung in den Strahlungsnächten noch um mindestens 2 ° unter der Lufttemperatur (26 zit. nach Agrarmet. Bibliographie). Trotzdem ist es nicht ohne weiteres möglich, in einer Karte, die Frostschadengrenzen enthält, die Isothermen der Frostnacht einzuzeichnen, so nahe dies auch liegt. Wir können aber annehmen, daß die tiefsten Lagen in den Niederungen Frostgrade bis zu — 5 ° und darunter aufwiesen. Im Elsaß (Bennwihr) wurden — 5 ° (22) und in der Markgrafschaft, in der badischen Rheinebene, bis zu — 6 ° gemessen (3).

2. Zur geländeklimatologischen Beobachtungsmethode.

Noch etwa drei Wochen nach Eintritt des Frostes waren die verschieden stark betroffenen Gebiete rein nach der mehr oder weniger intensiven Braunfärbung des abgestorbenen Weinlaubes zu unterscheiden. Ihre Ausdehnung konnte bei klarem Wetter über weite Flächen hin bis auf große Entfernungen übersehen werden. Ein Flug über dies Frostkatastrophengebiet wäre für jeden Klimatologen ein einmaliges Erlebnis gewesen, denn er hätte eine von der Natur gezeichnete farbige Temperaturkarte unter sich gesehen! Farbige Luftbildaufnahmen wären das geeignete Mittel gewesen, um diesen Einzelfall, der für die Verteilung der Kaltluft in allen Jahreszeiten charakteristisch zu sein scheint, festzuhalten. Da für die Aufnahme der Frostlagen nur die kurze Zeit von etwa drei Wochen bis zum Wiederaustreiben der Reben zur Verfügung stand — und auch diese Zeit nicht unbeschränkt — mußten wir mit einem Versuch vorliebnehmen, der nur Einzelbeispiele und eine Übersichtskarte ohne stärkere Differenzierung bieten kann.†)

*) Lt. Verz. Nr. 45, Beobachtungsergebnisse Mai 1953.
**) Fernmündl. Mitteilung.
†) Die rechtzeitige Mitteilung von dem Schadensfall und die Anregung zur Kartierung verdankt Verf. Herrn Prof. DR. E. PLEWE, Heidelberg.

Von den Gemeindebehörden wurden die Frostschäden, die in den einzelnen Gewannen eingetreten waren, an die Landräte und auch an das Wetteramt Neustadt gemeldet.*) Auf diese Weise war dort bereits eine Schadenskarte der Frostnacht vom 10./11. Mai 1949 und dem Frühfrost im Oktober 1951 gezeichnet worden. Während es sich dabei bisher um die Aufzeichnung von Schätzungen des zu erwartenden prozentualen Ertragsausfalles im Vergleich zu einem Normaljahr handelte, wurde 1953 eine Meldung der am Blattwerk der Reben sichtbaren Schäden in % erbeten. In fast allen von uns als Frostschaden der Stufen 2 und 3 kartierten Fällen wurde der Schaden jedoch auf 100 % geschätzt, während unsere Stufe 1 dort vier Gruppen verschiedener Schadensprozente enthält. Daß unsere Stufen 2 und 3, „alles Laub braun" und „mehr als die Hälfte des Laubes braun" nicht unterschieden wurden, zeigt schon, daß doch der bei beiden vorhandene völlige Ertragsausfall für die Gruppierung maßgebend war. Trotz der Bitte um Berücksichtigung der Geländeverhältnisse wurden meist nicht die vom Frost betroffenen Rebflächen in ihrer topographischen Lage angegeben, was nur durch Einzeichnen auf Karten möglich wäre,**) sondern das ganze Gewann, auf dem der Schaden eingetreten ist. So wurde z. B. der mittlere Schaden eines Streifens gemeldet, der nur nahe an seinem unteren Ende, wo er in ein Wiesental hineinreicht, vom Spätfrost betroffen worden ist. Eine weitere Fehlerquelle, die sich aber leichter nachträglich ausgleichen läßt, sind die verschiedenen Auffassungen der betr. Beobachter über die Einordnung in die Schadensgruppen. Es ist deshalb zweßmäßig, sich auf einige wenige Stufenwerte zu beschränken. Eine auffällige Erscheinung in den auf Grund von Fragebogen über Schadensfälle gezeichneten Karten ist das Auftreten von Sprüngen von einer Stufe zur anderen an den Grenzen der Gewanne und der Gemarkungen. Auch hier kann die nachträgliche Bearbeitung durch den Geländeklimatologen gute Dienste tun. Der Vorteil dieser Kartierungen auf Grund von Einzelmeldungen, in die derartige Fehler gelangen, ist die Möglichkeit, relativ mühelos ein ausgedehntes Gebiet zu erfassen, wenigstens innerhalb der leidigen Landesgrenzen!

Die bisherigen Schadenskarten unterscheiden sich also von den hier erstrebten Frostlagenkartierungen in einigen wesentlichen Punkten. Ein gewisser Nachteil ist, daß diese in der kurzen Zeit nach der Frostnacht durch Beobachtungen möglichst ein und derselben Person durchgeführt werden müssen, solange die Reben im Spätfrostbereich noch nicht wieder ausgetrieben haben†) oder solange noch nicht die erfrorenen braunen Blätter im Herbst nach einem Frühfrost abgefallen sind (39). Später wird ein sicherlich ungenaueres Ergebnis zwar noch durch Begehen jedes einzelnen Wingerts im Zusammenhang mit Befragungen der Bürgermeister und Rebschutzwarte, wenn nicht der Winzer selbst, zu erreichen sein. Auf diese Weise kommen aber wegen der hohen Kosten an Zeit und Geld selten solche Kleinklimakartierungen zustande, wie sie

*) Herrn Dr. H. Burckhardt (Neustadt) verdankt Verf. diese und zahlreiche weitere Mitteilungen und Anregungen aus dem Arbeitsbereich der Agrarmeteorologischen Versuchsstelle des Deutschen Wetterdienstes, Neustadt a. d. Weinstraße.

**) Für zukünftige Fälle ist die Eintragung der Schäden auf Katasterkarten-Pausen 1:10 000 vorgesehen.

†) Erst einige Tage nach der Spätfrostnacht tritt die Braunfärbung ein.

in der Schweiz 1945 (24) und von SCHNELLE im Odenwald (34) durchgeführt worden sind.

Zu unserer geländeklimatologischen Tätigkeit diente nur die Ausrüstung zur Geländebeobachtung, ohne meteorologische Instrumente, bestehend aus Fernglas, Leica mit Farb-Umkehrfilm, 12 Meßtischblättern des Gebietes, Farbstiften und Notizbuch. Vom langsam fahrenden Rade aus war eine ständige Beobachtung möglich, wie sie sich sonst nur dem Fußgänger bietet, da hier die Geländeverhältnisse dafür geeignet sind, wie sonst wohl nirgends in einem deutschen Weinbaugebiet.

Die Farbphotographie ist schon im Oktober 1951 von R. WEISE (39) bei kleinklimatischen Geländestudien mit Erfolg verwendet worden. Die so gewonnenen Aufnahmen sind geeignet, den Besitzern gefährdeter Reblagen die Verhältnisse klarzumachen und Beispiele der geländeklimatologischen Gesetzmäßigkeiten zu demonstrieren. Zur Kartierung selbst auf diesem Wege ist ein Gelände mit Rebhängen an den Flanken enger Täler besser geeignet als das weiträumige pfälzer Gebiet, wenn man nicht farbige Luftaufnahmen durchführen lassen kann, die man in Zukunft unbedingt einmal erreichen sollte. Nach Frühjahrsfrösten ist die photographische Methode länger anwendbar als im Herbst, da nicht die Gefahr besteht, daß sich die Unterschiede in der Verfärbung durch erneutes Austreiben so rasch verwischen, wie es durch den herbstlichen Laubfall geschieht. Fehlergebnisse durch ähnliche Laubverfärbung kranker Reben sind im Frühjahr nicht zu erwarten, während sie im Herbst leicht enthalten sein können.

Das „Meßtischblatt" (1:25 000) erwies sich in vielen Einzelfällen, so bei der Aufnahme von Frostmulden mit geringerer Ausdehnung als ¼ km² als zu kleinmaßstäbig. Die Vergrößerung auf 1:10 000 läßt zwar genauere Einzeichnungen zu, aber die noch zu grobe Darstellung der Geländeverhältnisse genügt oft nicht. Es ist zu hoffen, daß von einem Gebiet so wertvoller und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung, wie es die Vorderpfalz darstellt, bald vollständige Serien der Deutschen Grundkarte 1:5000 mit Höhenlinien zur Verfügung stehen werden. Für die Kartierung des Gesamtgebietes, wie sie hier im Überblick vorgelegt wird, ist jedoch die Topogr. Karte 1:25 000 am besten geeignet, wurden doch schon davon 12 Blätter benötigt.

Eine Kartierung mit dem Fernglas war möglich wegen der großen Ausdehnung des vom Frost betroffenen Gebietes und den dafür geeigneten Geländeverhältnissen. An den total erfrorenen Reben hingen die Blätter trocken und braun herab. Noch nach drei Wochen bot ein derartiges Rebland, wie etwa in der Umgebung von Niederkirchen, das Bild eines verbrannten Landes. Gegen die Höhen hin, die Hänge hinauf, fanden sich alle Übergänge von diesen völlig braunen Reben bis zu den ungeschädigten. Doch auch die Reben, die zuerst kaum betroffen schienen, zeigten bald Folgen der Frostnacht, wenn auch nur für den Kundigen. Es machten sich Wachstumsstockungen bemerkbar, oder der Fruchtansatz entwickelte sich nicht weiter. Für Reben, die einen neuen Fruchtansatz bilden können, wurde die Zeit von der Blüte bis zur Reife stark eingeschränkt.

Über ähnliche Geländeaufnahmen in Weinbaugebieten berichtete R. Weise (39 und 44 Nr. 286/1953) auf Grund der Laubverfärbung der Reben im Herbst 1951 und 1953 in Franken. In der Vorderpfalz war eine weitere Kartierung nach den Frühfrösten in den Nächten vor dem 11. Oktober 1953, die als Vergleich und Bestätigung der nach dem Maifrost gefundenen Verhältnisse wünschenswert gewesen wäre, nicht möglich. Auch die höchsten Reblagen hatten Frostgrade mit Temperaturen unter der für die Rebenblätter gerade noch erträglichen Grenze.

Außerhalb des Weinbaugebietes sind schon oft Frostkartierungen durchgeführt worden, vor allem von den Forstmeteorologen (Geiger 9), aber auch an kälteempfindlichen Kulturpflanzen (Manig 25 und Beobachtungen des Verf. in 18, 120) wie an Dahlien, Tomaten, Bohnen, Kürbis. Der Rebgürtel der Vorderpfalz dürfte jedoch das einzige Gebiet in Deutschland sein, das so zusammenhängend und in großer Ausdehnung von kälteempfindlichen Kulturpflanzen, den Reben, bedeckt ist, daß eine flächenhafte, nicht nur punktweise Erfassung der Temperaturverteilung in einer Spätfrostnacht nachträglich möglich ist.

3. Ergebnisse.

In der Übersichtskarte sind drei Erfrierungsgrade unterschieden worden. Bei der Gruppe 1 handelt es sich um die ungeschädigten Rebflächen und solche, bei denen sich auf größere Entfernung hin keine Frostwirkung feststellen ließ. Kleinere Geländestücke mit größeren Schäden können innerhalb dieses Bereiches noch in kleinen Mulden und Dellen vorhanden gewesen sein, wie sie auch die Schadenskarte des Wetteramtes Neustadt nachweisen konnte. Vor allem in südexponierten Muldenlagen, die an sich beste Weinlagen sind, können nach dem dort besonders raschen Austreiben in der dem Frost vorausgegangenen Zeit Wachstumsstockungen dazu geführt haben, daß die gemeldeten Schadensprozente hoch sind. Daß solche mit der besonderen Wetterlage im Frühjahr 1953 zusammenhängenden Verhältnisse nicht erfaßt wurden, ist eher ein Vorteil bei unserer Kartierung, die möglichst allgemeingültige Lagebedingungen aufzeigen will. In der Gruppe 1 sind die gegenüber der Kaltluftgefahr sicheren Lagen enthalten, die nur sehr selten frostgeschädigt sind. Sie wird nach der Trierer Klassifizierung (14) Nr. 1 und 2 a umfassen „frostfreie Lagen und Lagen mit kurz befristeter Gefahr bei Auftreten selten vorkommender Wetterlagen".

Mit der Gruppe 2 ist eine mittlere Frostschädigung bezeichnet. Bis über die Hälfte der Blätter sind durch das dem Erfrieren folgende Trocknen braun geworden. Die Früchte sind mit wenigen Ausnahmen nicht zur Entwicklung gekommen, so daß der Ernteschaden meist 100 % betragen hat. Da es sich 1953 um ein extremes Frostereignis gehandelt hat, wird unsere Gruppe 2 mit der Trierer Nr. 2 zu vergleichen sein, „frostgefährdete Lagen".

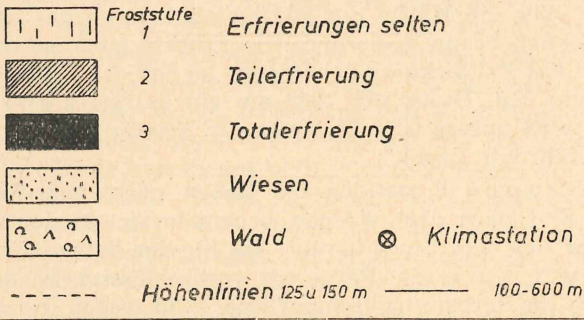
Bei der Gruppe 3 standen die Reben nach dem Frost völlig braun da. Erst nach drei Wochen begannen sie wieder auszutreiben, von unten her aus dem Stock heraus. Da für das betr. Jahr kein Ertrag zu erwarten war, wurde die Pflege oft vernachlässigt. So boten die Reben z. T. noch im Herbst ein kümmerliches Bild wegen des Peronospora-Befalls. Die in der Übersichtskarte mit der Signatur der Gruppe 3 ein-

getragenen Flächen werden stets unter nächtlicher Kaltluft, nicht nur bei Frostwetterlagen, zu leiden haben und im Wachstum benachteiligt sein. Es sind dies wahrscheinlich zum größten Teil — weitere Beobachtungen werden es bestätigen — die typischen Frostlagen der Trierer Nr. 3 und zwar meist Nr. 3 b „ohne Möglichkeit der Behebung der Gefahr durch Veränderungen der Bodenstruktur, der Vegetationsdecke der Umgebung und des Wasserhaushaltes."

a) Grenzen des frostfreien Gebietes.

Wie aus der Übersichtskarte (nebenan) hervorgeht, liegen die Flächen der Gruppe 1 in einem zusammenhängenden Streifen an den Hängen des Gebirgsrandes. Vom Waldrand in etwa 300 m Höhe zieht sich dieses Gebiet bis ins Vorland hinaus. Die Grenze der geschädigten Zone liegt südlich Neustadt bei etwa 150 m und nördlich der Stadt, wo sich die Rebzone mit der Erniedrigung des Pfälzer Waldes allmählich verschmälert, befindet sie sich in einer Höhenlage um 125 m. In ihrem Verlauf ist sie stark gelappt. Auf den Rücken und an den Hängen der Lößplatten im südlichen Teil reicht der Weinbau überhaupt weiter nach Osten, und auch dort sind die Temperaturen in der Frostnacht nicht unter die für die Rebenblätter kritische Temperatur gesunken.

Man könnte in großzügiger Weise der Karte entnehmen, daß die Reblagen im Süden über 150 m und im Norden über 125 m fast oder ganz ungeschädigt geblieben sind, jedoch stimmt das nicht bei genauerer Betrachtung. In den parallelen Muldentälchen, die die Lößplatten gliedern, finden sich auch in höheren Lagen schwere Frostschäden. Die Frostgrenze reicht auch großräumig über diese 150 m Höhenlinie hinaus: z. B. in der Umgebung der weiten Niederungen im nördlichen Teil, an deren Grund sich oft feuchte Wiesen ausdehnen. Andererseits greift das ungeschädigte Gebiet auch fingerartig weiter nach Osten bis unter die angegebenen Höhengrenzen, z. B. an den warmen Hängen am Rande der Lößplatten bei Weingarten und Altdorf. Nördlich Neustadt reicht das frostfreie Gebiet auf den flachen Rücken östlich Bad Dürkheim bis nahe an die 100-m-Grenze heran, so am Feuerberg. Dessen Ränder sind jedoch im Süden bei 120 m, im Norden, wo er mit seinem Fuß in die Niederung der Isenach hinabreicht, bei 110 m und im Osten bei 106 m vom Frost stark betroffen worden. Außerdem lagen in seinen Muldentälchen, die weit nach Westen auf die Hochfläche greifen (vgl. Karte 2 u. Abb. 4, Profil e) stark



Legende zur Übersichtskarte (Maßstab 1:116 000)

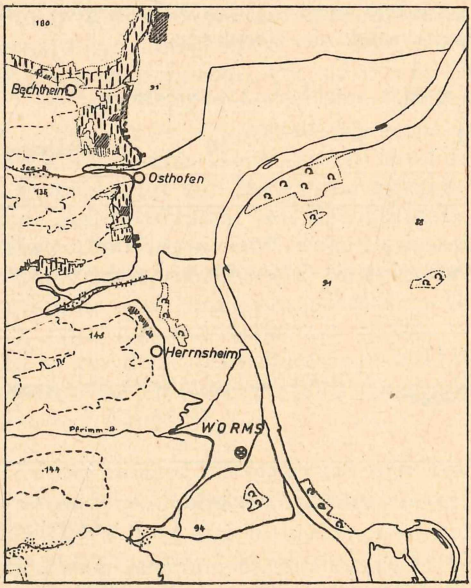
Eisenberg
Grünstadt
Dirmstein
FRANKENTHAL
Weisenheim am Sand
Freinsheim
Ersolzheim
Maxdorf
LUDWIGSHAFEN
Mundenheim
Ellerstadt
Fußgönnheim
BAD DÜRKHEIM
Friedelsheim
Schauernheim
Limburgerhof
Niederkirchen
Deidesheim
Meckenheim
Ruppertsberg
Böhl
Schifferstadt
Mußbach
Haßloch
NEUSTADT
Diedesfeld
Lachen
SPEYER
Edenkoben
Altdorf
Weyher
Edesheim
Kl. Fischlingen
Weingarten
Schwegenheim
Burrweiler
Hochstadt
Frankweiler
Germersheim
Birkweiler
Siebeldingen
LANDAU
Isenach
Queich
Speyer-B.
Main-B.
Katzen-B.
Rek.-B.
Lachgraben
Marlach
Entwurf: F. Tichy

geschädigte Streifen. Einzelne Schadensflächen fanden sich auch inmitten der unversehrt gebliebenen Umgebung am Gebirgsrand am Boden und den unteren Hangteilen von Hangmulden und Tälern. Ein Beispiel ist aus der Gegend von Weyher in Karte 3 niedergelegt (vgl. Abschn. f, S. 19).

b) Temperaturverhältnisse an Geländestufen:

Hochufer und Ostrand des Rheinhessischen Hügellandes.

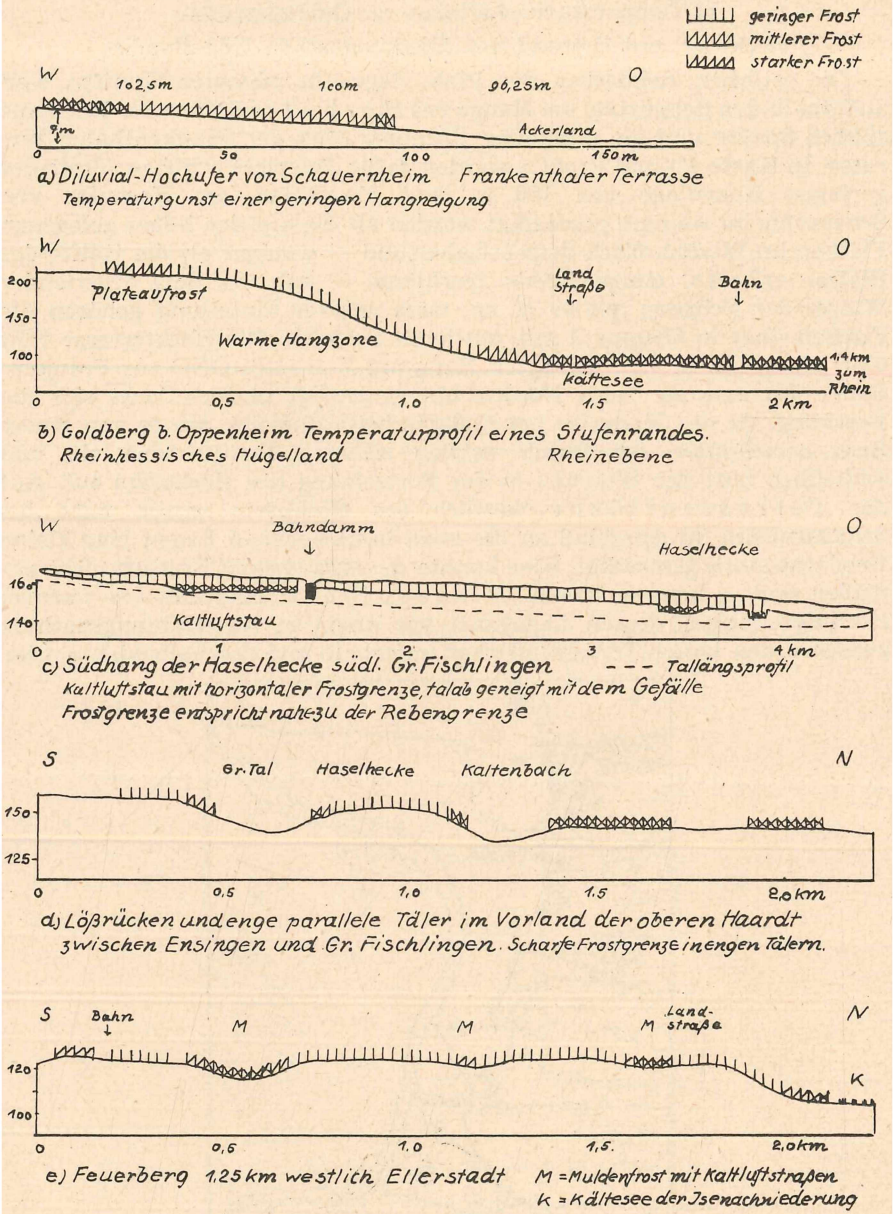
Die östlichen Rebflächen der Pfalz liegen in schmalen Streifen weit außerhalb des Rebgürtels am Hange des H o c h u f e r s über der Rheinaue südlich Speyer und am diluvialen Hochufer über der Frankenthaler Terrasse. In Karte 4*) und Profil a werden dafür Beispiele gegeben. Trotz der geringen Höhenlage von 100 m sind die Reben am Hochufer von Schauernheim weniger geschädigt worden als die auf den höher gelegenen Flächen im Westen. Nach dem Schadensbild — weniger als die Hälfte der Blätter erfroren, einige Reben fruchtend — gab ein dort arbeitender Winzer den Schaden mit 99 % an; nach unserer Einteilung gehören die Flächen aber in Gruppe 2 mit mittleren Schäden. Die Hochterrasse fällt über einen bis zu 4,5° geneigten Hang um 7 m nach ONO zur Frankenthaler Terrasse ab. Nach Norden hin erniedrigt und verflacht sich die Böschung, da das Hochufer bei Fußgönnheim aussetzt, wo es von einem Bach zerschnitten ist. Damit setzten schwere Frostschäden ein und schließlich hört der Weinbau in der Fortsetzung des Hochufers auf. Auf der T e r r a s s e n f l ä c h e westlich des Hochufers wurde nahe bei Schauernheim im Anschluß an die eben beschriebenen Lagen eine kleine Rebfläche stark geschädigt. Hier konnte die entstehende Kaltluft nicht abfließen und es kam zu einem „P l a t e a u f r o s t“ oberhalb des warmen Hochufer-Hanges, dessen Lagegunst vor allem in Ausstrahlungsnächten zwischen den kalten Terrassenflächen unterhalb und oberhalb wirksam ist.



Rheinhessischer Teil

*) Nicht veröffentlicht.

Zum Vergleich sei ein ähnliches Beispiel größeren Ausmaßes aus dem rheinhessischen Weinbaugebiet angeführt. Bei Osthofen beginnt der Steilrand des Rheinhessischen Tertiär-Hügellandes über der Rheinebene aufzusteigen. Karte 5 zeigt, wie die Frostschädigung von der



Ebene her bis zum Hangfuß reichte und von dem höchsten Erfrierungsgrad bis zu dem niedrigsten am Hang selbst überging. Der Hang war in der Frostnacht wärmer als die Ebene, aber auch wärmer als die Hoch-

fläche darüber, denn im Gewann „Auf der Platte" setzten die Erfrierungen wieder ein. In noch größerem und deutlicherem Ausmaß fand sich dieser Typ der Temperaturverteilung an einem Stufenhang, wo dieser in der Umgebung von Oppenheim größere Höhe gewinnt (Karte 6*) u. Profil b). Das Rebgelände zwischen dem Rhein und dem Hangfuß zeigte noch zur Zeit der Beobachtung, am 8. Juni, kaum ein grünes Blatt. Die besonders hohe Erziehungsart der Reben (12 u. 32), die man hier nicht zuletzt wegen der häufigen Frostgefahr anwendet, war bei diesem starken Frost ohne günstigen Einfluß. Der Kältesee reichte über die Reben hinaus. HASSELBACH (12, 182) berichtete von dem Maifrost 1949, daß an den Durchgängen in den Weinbergen in 2 m Höhe so gut wie nichts erfror im Gegensatz zu den Reben am Boden in 50 cm Höhe, wo alles erfroren war. Ein solches Bild habe ich 1953 nirgends bei meinen Beobachtungen sehen können.

Gegen den steilen Hang des Goldberges hin schloß sich an diesen Bereich der Erfrierungsstufe 3 eine wegen des hier flachausgezogenen Fußes der Stufe breiter als sonst ausgebildete Übergangszone mittlerer Erfrierungen an. Etwa bei der 100-m-Linie, 15 m über der Ebene, lag die Grenze zum ungeschädigten Bereich. Bis an den Rand der Hochfläche über dem Steilhang von 20° Neigung reichte von dort an die „warme Hangzone". Auf der Hochfläche setzten jenseits der geschlossenen Rebzone am Steilhang Frostschäden der Stufe 2 ein. Hier wird das Rebland vom Ackerland abgelöst und ist mit ihm verzahnt. Es ist dies ein Beispiel für die an vielen Stellen zu beobachtende Parallelität von Frostgrenze und Anbaugrenze der Rebe (vgl. Kap. III S. 27).

Das Frostgebiet der Hochfläche liegt in rund 200 m Höhe. Es handelt sich hier um eine von dem Kältesee der Rheinniederung unabhängige Kaltluftdecke als Folge der nächtlichen Ausstrahlung auf dem „Plateau" bei geringer Möglichkeit des Abfließens der sich bildenden Kaltluft. Diese Verhältnisse entsprechen der schematischen Darstellung der Entstehung der warmen Hangzone, wie sie von R. GEIGER (9, Abb. 97) dargestellt worden ist. Nur wird man bei der Erklärung der warmen Hangzone an einer Geländestufe nicht vom Wärmespeicher zwischen den Talwänden sprechen können. Der Goldberg ist besonders kaltluftsicher, da über seine Hänge keine auf der Hochfläche entstehende Kaltluft abfließt, es sind keine „Kaltluftstraßen" zu beobachten, wie sie R. WEISE (42) bei Würzburg fand. Die Wasserscheide und gleichzeitig Kaltluftscheide liegt so nahe am Stufenrande, daß die auf den Flächen durch Ausstrahlung gebildete abgekühlte Luft mit dem westlichen Gefälle ins Hügelland hinein abfließt (vgl. KESZLER-KAEMPFERT 16,19). Von den Muschelkalk-Ackerhochflächen um den „Schenkenturm" bei Würzburg hat die Kaltluft jedoch keinen anderen Weg als über die Rebhänge ins Maintal hinab (vgl. dazu LEHMANN, 20, 68).

c) Warme Hänge, kalte Flächen und Täler im Löß-Riedel-Vorland.

Aus der Übersichtskarte und den bisher angeführten Beispielen geht hervor, daß die frostfreien Gebiete nicht nur am Gebirgsrand in größeren Höhen liegen, etwa über einem die ganze Rheinebene erfüllenden Kälte-

*) Nicht veröffentlicht.

see. Östlich der Hauptfrostgrenze, die im Süden bei 150 m lag und sich nach Norden auf 125 m senkte, fanden sich an günstigen Stellen verstreut noch Rebflächen, die in der Maifrostnacht verschont blieben. Im allgemeinen handelt es sich dabei um Reben an Hängen, wobei schon so geringe Neigungen wie 4° am Hochufer bei Schauernheim eine günstige Wirkung hatten. Die Reben auf der Höhe der nach Osten streichenden Rücken sind nur dann ungeschädigt durch den Spätfrost gekommen, wenn die Rücken so schmal sind, daß die sich dort während der nächtlichen Ausstrahlung bildende Kaltluft abfließen konnte.*)

Mit der Erniedrigung der Rücken gegen Osten geraten jedoch auch die Höhen in die Gefahrenzone, und diesen lokalklimatischen Verhältnissen entspricht hier im allgemeinen auch die Verbreitung des Weinbaus. Während z. B. der Rücken zwischen Klein-Fischlingen und Hochstadt im Westen auf der Höhe noch Reben trägt, finden sie sich gegen Osten hin nur noch an den Hängen der parallel zueinander mit seichtem Gefälle zur Ebene hinausführenden Muldentäler.

Die auf den Höhen entstandene Kaltluft fließt ihrer Schwere entsprechend je nach der Neigung des Geländes mehr oder weniger rasch in die Täler und gibt dem Kaltluftstrom weitere Nahrung, der sich aus der in den Tälern gebildeten und der aus der Nachbarschaft zugeflossenen Kaltluft zusammensetzt. Durch die Verdunstungskälte als Folge des Graswuchses auf dem Talboden wird die Temperatur stärker erniedrigt, als es den Ausstrahlungsverhältnissen entspricht (vgl. Lehmann 21 Abb. 1). Infolgedessen werden auch die untersten Teile der die Hänge bedeckenden Rebflächen vom Frost erfaßt, wenn sie in den Kaltluftstrom hineintauchen. An der scharfen Frostgrenze, die an solchen Stellen zu beobachten war, wo die Schadensstufen 1 und 3 fast ohne Übergang aneinanderstießen, ließ sich ableiten, daß der Übergang von den tiefen Temperaturen am Talboden zu der warmen Hangzone sehr rasch erfolgte. Wir hätten bei Temperaturmessungen einen großen vertikalen Temperaturgradienten feststellen können, wie ihn in ähnlichen Fällen Aichele (2) gefunden hat.

Aus der Karte 7**) geht hervor, daß jedes Tal sein eigenes Kaltluftzugsgebiet hatte, und kein Kaltluftsee der Ebene seine Ausläufer nach Westen in die Täler hinein ausgestreckt hatte: Die Frostgrenzen in den beiden parallelen Tälern südlich Groß-Fischlingen lagen in verschiedener Höhe, im Kaltenbachtal an der Straße von Gr.-Fischlingen bei 140 m, 8 m über dem Talboden und südlich davon im „Gr. Tal" bei 145 m, aber fast ebenso hoch (7 m) über dem Talboden. Die Frostgrenze des Kaltenbachtales folgte dem Gefälle des Tales weiter nach Osten und senkte sich auf 1 km Entfernung von 140 m auf 137 m Höhe. Nur ein Stau des Kaltluftflusses kann es bewirken, daß die Obergrenze der Kaltluft horizontal liegt, wofür Schnelle (34) im Odenwald Beispiele bringen konnte. Das ist im Großen Tal westlich des in Karte 7 dargestellten Talabschnittes der Fall, wo die Bahnstrecke Neustadt—Landau 2 km südlich Edesheim das Tal quert. Ein anderes Beispiel findet sich in Karte 5 im Bechtheimer Grund (vgl. Abschn. f, S. 23).

*) Diese Lagen auf der Höhe der Rücken, entsprechend dem von Weise (39) untersuchten „Würzburger Stein" mit seiner Lagegunst gegenüber den Hochflächen am „Schenkenturm".

**) Nicht veröffentlicht.

Wir stark die Kaltluftgefahr vom Gefällswinkel des Geländes abhängig ist, zeigt sich auf dem Kartenausschnitt 7*) an der Straße südlich Fischlingen. Dort sind die flachen Teile über 140 m stark erfroren, während die am gering geböschten Südhang stehenden Reben unterhalb weniger gelitten haben. In der gleichen Höhe von 140 m fanden sich aber nur 300 m entfernt am Nordhang der „Haselhecke" völlig unversehrte Reben. Hieraus geht m. E. klar hervor, daß die Temperatur in der Frostnacht hier nicht die für einen Kaltluftsee charakteristische war, sondern sich nach der Größe der Ausstrahlung und der Möglichkeit des Kaltluftabflusses richtete. Die ebenen Geländeteile waren am meisten benachteiligt, besonders die tiefliegenden, wegen des Zustroms weiterer Kaltluft. Geringe Neigungen wirkten schon begünstigend und steilere Hänge blieben vom Frost bewahrt, wenn sie nicht mit den Rebflächen an ihrem Fuß in den Kaltluftstrom am Talboden mit seinen besonders tiefen Temperaturen hineinreichten.

Verblüffend war es, völlig ungeschädigte Rebanlagen 10 km von der Hauptschadensgrenze entfernt im Vorhügelland zu beobachten. Sie liegen am Hange eines Lößrückens, des Schloßberges (136 m), der sich 16 m über die Aue des Hain-Baches bei Weingarten erhebt und auf dessen Höhe sich keine Reben mehr finden. Selbstverständlich sind auch hier die Reben, die direkt an die Aue grenzen, erfroren.

d) Kälteseen in den Talniederungen.

In breiten und meist wiesenreichen Niederungen fließen die Bäche durch die Vordere Haardt dem Rhein zu, Marlach und Lachgraben bei Ruppertsberg und Niederkirchen, die Isenach östlich Bad Dürkheim. Diese feuchten Ebenen haben Anlaß zur Entstehung ausgedehnter Frostflächen gegeben. Im südlichen Teil finden sich tiefliegende Ebenen in ähnlichem Ausmaß nur im Gebiet des Speyerbaches und des Rehbaches östlich von Diedesfeld (Abb. 2)*) bis in die Umgebung von Lachen. Hier hatten sich seichte Kälteseen gebildet — wobei man bei der Bezeichnung „Seen" nicht wie beim Wasser eine vollkommen isohypsenparallele Oberfläche voraussetzt.

Wer in den Wochen nach der Frostnacht von Mußbach in Richtung Ludwigshafen fuhr und etwa vom Punkt 131 (Karte 1*) und Abb. 3) zum Pfälzer Wald und nach Ruppertsberg hinüberblickte, konnte sehen, wie sich ausgedehnte erfrorene Rebflächen aus den Wiesengründen zu den flachen Böschungen hinaufzogen, oft von Ackerland streifenförmig unterbrochen. Hier und in der nördlich anschließenden Niederung um Niederkirchen und schließlich nördlich des Feuerberges am Rande der von feuchten Wiesen und Entwässerungsgräben erfüllten Ebene um die Aue der Isenach, waren die empfindlichsten Schäden an Reben im ganzen Beobachtungsgebiet festzustellen. Hier zeigte sich deutlich, daß keine bestimmte Höhenlinie die Lage der Frostobergrenze beschreiben kann, da diese im Süden am Nordfuß des Feuerberges bei 110 m lag, in der Nähe von Bad Dürkheim — wohl durch die Verschiebung der Warmluftglocke der Stadt talab — auf 108 m herabgedrückt wurde, dagegen aber zwischen Ungstein und Erpolzheim 115 m erreichte. Da nicht mit dem Einfluß von Wind zu rechnen ist — dann hätten sich andernorts

*) Hier nicht veröffentlicht.

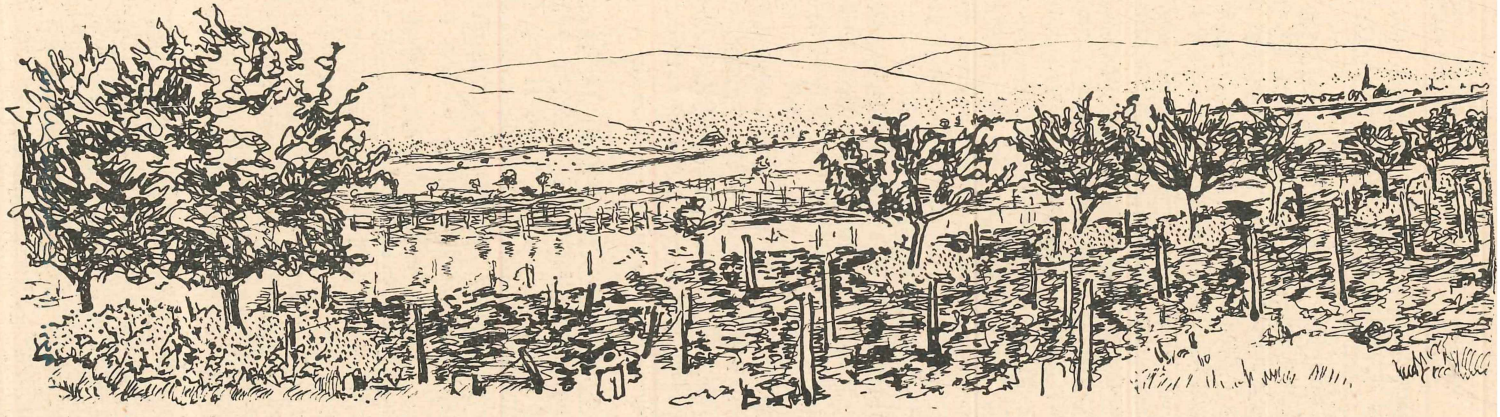


Abb. 3 3 km no Mußbach
23. 5. 1953

Frostschutzwirkung von Obstbäumen. Erfrorene Rebflächen und Streifen (rechts vor Ruppertsberg) am Rand der Wiesenniederung. Im Htgrd. links obere Frostgrenze am Gebirgsfuß.

ähnliche Unterschiede ergeben — wird sich die Frostobergrenze nach der unterschiedlichen Menge der von den umgebenden Höhen abfließenden Kaltluft gerichtet haben.

Stieg man von der Erpolzheimer Mühle an der Isenach auf die Höhe des Rückens, der von Kallstadt herüberzieht und auf dessen Ostende Erpolzheim liegt, dann konnte man wieder das typische Hangprofil der Temperaturverteilung mit kaltem Hangfuß an der Isenach, warmer Zone und Plateaufrostgebiet abgehen. Auf der Höhe blieben die Reben nur in den Gärten zwischen den Häusern in Schutzlage verschont. Infolge der exponierten Lage der Ortschaft auf dem Rücken hat sich anscheinend keine ausgeprägte Warmluftglocke ausbilden können.

Gegen Norden sah man von dem „Plateaufrostgebiet" hinab ins „Kälteseegebiet" um den Schlittbach, der wenig östlich Erpolzheim in die Isenach mündet. Es handelte sich wohl um einen Seitenarm des Kältesees der Isenach-Niederung, aber die Obergrenzen der Kaltluft folgten nicht dem hydrostatischen Prinzip der horizontalen Wasseroberfläche; sie lagen nicht nur ungleich hoch, sondern im Schlittbach-Gebiet wurden die Isohypsen deutlich von den Frostgrenzen geschnitten, die Kaltluftoberfläche hob sich entsprechend der Steigung des Tales nach NW. Schließlich ging der „schiefe Seespiegel" im oberen Teil des Tales wohl in einen Kaltluftstrom über.

Es war also ähnlich wie südlich Groß-Fischlingen: Obwohl die Kaltluft an den Talausgängen in beiden Talräumen im Zusammenhang stand, waren doch die Frostgrenzen jedem Tal eigentümlich. Man kann aus diesem Beispiel einen Hinweis auf den Unterschied in der Temperaturkartenherstellung im Bereich der Gelände- und der Großklimatologie entnehmen. In Karten großen Maßstabes, wie sie hier angewendet wurden, können Isothermen nicht nach einigen Temperaturmessungen isohypsenparallel konstruiert werden, wie dies bei Temperaturkarten mittlerer Werte bei kleinen Maßstäben möglich ist. Ferner geht aus der Beschreibung und den beigegebenen Karten hervor, daß es einen ausgedehnten Kaltluftsee im eigentlichen Sinn mit horizontaler Obergrenze in der Frostnacht des 10./11. Mai 1953 in dem pfälzischen Weinbaugebiet nicht gegeben hat.

Aus den im Gelände festgestellten oberen Grenzen ist die Höhe der Kaltluft in der Mitte der Täler und Niederungen nicht ableitbar. Nach unseren Kenntnissen von Temperaturquerschnitten durch Täler bei nächtlicher Ausstrahlung (Geiger 9, 209—210) liegt die Kaltluft an den Talrändern höher als in der Talmitte, was einen weiteren Unterschied zu dem gern gebrauchten Vergleich mit der Wasserfläche bedeutet.

e) Frostmulden in frostfreier Umgebung.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß sich die durch die nächtliche Ausstrahlung entstandene Kaltluft wegen ihres höheren spezifischen Gewichtes gegenüber der umgebenden Luft in den tiefliegenden Geländeteilen ansammelt. Besonders deutlich ist diese Erscheinung bei geschlossenen Hohlformen, Dolinen, Gruben usw. In Mulden, die ein Gefälle und einen Abfluß haben, also nicht künstlich abgedämmt sind, wie es durch Straßen und Bahndämme geschieht,

bewegt sich die Kaltluft abwärts. Im Frostgebiet der Stufe 3 konnten auf Grund unserer Beobachtungsmethode selbstverständlich keine extremen Frostlagen in Hohlformen nachgewiesen werden, da sich dort vorhandene Reben im Frostschadenbild nicht abheben konnten von den völlig erfrorenen Reben der Umgebung. Um so mehr machten sich Muldenlagen inmitten ungeschädigten Reblandes durch die Frostschäden kenntlich. Ein geeignetes Beispiel sind die Mulden des Feuerberges bei Bad Dürkheim (Karte 2, Profil e und Abb. 4*)). Die größte der Mulden liegt nördlich der Bahnlinie und zeigte in ihrer Tiefenlinie in einer Breite bis zu 50 m in den obersten Teilen der Mulde Frostschäden der Stufe 3 mit breiten Übergangszonen — entsprechend der flachen Hangneigung — zu den ungeschädigten Reben der höheren Lagen. Aus Abb. 4 geht auch hervor, daß in der Mulde nicht nur Rebland vorhanden ist, wie es das Meßtischblatt von 1952 noch zeigt. Wahrscheinlich sind die oft auftretenden Frostschäden einer Umwandlung in Ackernutzung (Getreide und Klee) zugute gekommen. Nur sollte man dann einheitlich vorgehen, denn jetzt sind die übriggebliebenen Reblagen wegen der reichlicheren Kaltluftproduktion im Ackerland (Grasfrost im Getreide!) stärker frostgefährdet, als wenn noch alles Rebland wäre.

Ein weiteres Beispiel bietet in Abb. 5*) eine kleine Mulde, die am NO-Ausgang von Mußbach durch den Bau der Bundesstraße 38 fast zu einer geschlossenen Hohlform gemacht worden ist. Dem geschädigten flacheren südlichen Hang steht der wenig steile nördl. gegenüber, dessen unversehrte Reben aber auch noch auf einem durch eine Steineinfassung erhöhten Boden stehen, wodurch sie aus der Kaltluft der Frostmulde herausgeragt haben. Bei der Aufnahme der Frostschäden in dieser Mulde hat sich das Meßtischblatt als zu kleinmaßstäbig erwiesen. Auf eine Hangmulde südlich Weyher wird im folgenden Abschnitt eingegangen, da hier vor allem Graswuchs das Zustandekommen des Frostes bewirkt haben wird, nicht so sehr die Geländeform an sich.

f) Frostverstärkende Oberflächenbedeckung.

In den oben genannten Beispielen haben wir die Kälteseen nur an Hand der Frostschäden in den unteren Hangteilen der umliegenden Weinberge nachweisen können. Daß die im Zentrum dieser breiten Talauen liegenden feuchten Wiesenflächen die Temperatur in Strahlungsnächten besonders erniedrigen, ist jedem bekannt, der einmal in ähnlichen Gebieten sein Zelt aufgeschlagen hat und dort Kälte und starken Taufall beobachten konnte. In Strahlungsnächten kühlt sich die bodennahe Luftschicht über Wiesen und Getreide besonders stark ab. Nach GEIGER (9, 387) wird diese Tatsache nicht auf die größere ausstrahlende Oberfläche der Gras-Vegetation zurückgeführt, sondern auf die dort entstehende große Verdunstungskälte. Dazu kommt noch der geringe Wärmenachschub von unten her wegen des schlecht leitenden Wiesenbodens.

Auch an den rebenbestandenen Hängen der Haardt selbst, innerhalb des intensivsten Weinbaugebietes in den höheren Lagen, haben wiesenerfüllte Mulden ihre Frostgefährdung bewiesen. Der Kartenausschnitt 3*) erläutert als Beispiel diese Tatsache genügend. Dem Gelände ent-

*) Nicht veröffentlicht.

sprechend floß die in der flachen, aber recht feuchten Wiesenmulde (Quellhorizont) von Weyher entstandene Kaltluft ab und drang in das unterhalb gelegene Rebland ein. Wenn die Flächen mit den schwersten Schäden auch klein sind im Vergleich zu den ausgedehnten Gebieten am Rande der Kälteseen, so müßte doch ein solcher Kaltluftherd wie dieser in der eigentlichen Rebzone der Pfalz zum Verschwinden gebracht werden. Die Anlage von Hecken könnte den Kaltluftabfluß aus der Mulde zumindest steuern.

Nachteilig für die Temperaturverhältnisse ist eine Grasnarbe auf dem Rebland selbst, so vorteilhaft diese gegen die Bodenabtragung an steileren Hängen auch ist. Begraste Reblagen von Siebeldingen haben in Südexposition über dem Queichtal Frostschaden erlitten. Der Graswuchs wird hier aber noch nicht die einzige Ursache des Schadenfrostes sein, denn als weiterer Kaltluftlieferant kommen die darüber gelegenen Flächen um den Gleisweiler Hof in Betracht. Von großem Einfluß ist auch dort das Queichtal, in dessen Krümmung sich die Kaltluft talauf angestaut hat, wie die Kartierung des Wetteramtes Neustadt in der Gemarkung Godramstein nachweisen konnte.

Oft stehen einzelne Rebreihen zwischen, d. h. am Rande von Getreideparzellen, weil der Bauer in der Vorderhaardt auch gern seinen eigenen Wein ernten und keltern möchte. Die Meßtischblätter zeigen dieses Bild (Abb. 1*) und Karte 2) gerade an der Grenze des Weinbaus leider nur allzuoft. Sicher werden diese Rebreihen nicht nur bei einem kräftigen Frost wie diesem erfrieren, sondern werden in jedem Jahr auch in der frostfreien Zeit durch Kaltluft benachteiligt sein.

Hier können auch die Wirkungen von Kaltluftstau durch Kunstbauten erwähnt werden, die an vielen Stellen, an Straßen und Bahnlinien entlang, beobachtet werden konnten. Ein besonders auffälliges Beispiel ist auf Karte 5 enthalten. Oberhalb des Bahndammes ist im Bechtheimer Grund nördlich Osthofen ein Kaltluftteich entstanden, obwohl ein Wegedurchlaß vorhanden ist. Hier liegt die Frostobergrenze infolge der Stauwirkung horizontal. Jenseits des Bahndammes sind in der gleichen Höhenlage und tiefer die Reben ungeschädigt geblieben. Da durch die Unterführung Teile der Kaltluft abwanderten, sind in den tiefsten Lagen des Tälchens die Reben erfroren, jedoch weniger stark (Stufe 2) als oberhalb des Bahndammes.

g) Frostabschirmende Baumkronen und Gebäude.

Den besten Beweis für die Tatsache, daß die folgenreiche Frostnacht klares, völlig ruhiges Strahlungswetter gehabt hat, bildet wohl die Erscheinung, daß unter Obstbäumen die Reben im allgemeinen unversehrt blieben (vgl. Abb. 2*), 3, 6*)). Das gilt jedoch nur für Bäume mit genügend dichter Krone; weit ausladende Zweige wirkten besonders günstig. Die Schutzwirkung gegen die Ausstrahlung ging soweit, daß unversehrte Reben unter Bäumen inmitten völlig erfrorenen Reblandes standen. Der Temperaturunterschied zwischen den Pflanzenteilen der Reben unter den Baumkronen und denen im freien Gelände muß recht beträchtlich gewesen sein. Da wir uns nicht auf gleichzeitige Messungen stützen können, muß das Ausmaß der Schutzwirkung auf Grund bisheriger Erfahrungen rekonstruiert werden.

*) Nicht veröffentlicht.

Angaben über Lufttemperaturunterschiede zwischen der Außenluft und der Luft am Boden unter einem horizontalen Schirm als Strahlungsschutz — was unserem Beispiel entspricht — sind bei KESZLER-KAEMPFERT (16 S. 81 ff.) und GEIGER (9 S. 393) veröffentlicht. Die Temperaturdifferenz ist gering und beträgt meist nur 2 ° C. Bei den Messungen übernahmen Schirme und Hauben die Ausstrahlung gegen den Nachthimmel. Den unter dem Schirm befindlichen Pflanzen kommt dabei noch der Wärmenachschub aus dem Boden zugute.

Für das Erfrieren der Reben sind aber nicht eigentlich die Lufttemperaturen sondern die Grenzschichttemperaturen der Pflanzenepidermis maßgebend, die im Fall der Wärmeausstrahlung 1—3 ° unter der Lufttemperatur liegen kann. Es ist das (LEHMANN, P. 20 S. 69) die Folge des Zusammenwirkens von Ausstrahlung und Verdunstung. Auf diese Weise können schon bei Lufttemperaturen über 0 ° Frostschäden an Pflanzenteilen eintreten, obwohl diese Temperaturen von 1 bis 1,5 ° unter dem Gefrierpunkt, vertragen. Es ist anzunehmen, daß sich die Luft unter den Baumkronen nicht unter 0 ° abgekühlt hat, während sie über dem Laubdach etwa — 2 ° und in Bodennähe und in Tälern bis zu — 5 ° erreicht haben kann.

Es wurden nicht nur die Reben direkt unter den Zweigen gegen die direkte Ausstrahlung abgeschirmt. Auch außerhalb dieses Raumes sind Reben dicht neben den Bäumen nicht erfroren. Hier machte sich die Tatsache geltend, daß bei ihnen die Ausstrahlung gegen den Zenit teilweise noch behindert war.

Ein interessantes Bild fand sich südlich Friedelsheim, wo zwischen Straßenobstbäumen eine einzelne Reihe von Reben steht. Während sie unter den Bäumen unversehrt blieben, wurden sie in den Zwischenräumen vom Frost erreicht. Durch den Kronenschutz ergab sich ein Wellenverlauf der Isothermenflächen, der durch die Reben markiert wurde.

Hier ist auch die häufige Beobachtung zu erwähnen, daß innerhalb von Ortschaften (Warmluftglocke) und in baumreichen Gärten (Kronenschutz) die Reben vom Frost verschont geblieben sind. Fehlt jedoch ein Gartengürtel um die Ortschaften, dann ist die Schutzzone innerhalb des in Mitleidenschaft gezogenen Rebgeländes gering. Eine Scheunenmauer am Ortsrand von Ruppertsberg vermochte nur eine geringe Schutzwirkung auszuüben (Abb. 6*)). Das braune Rebland der Stufe 3 reichte bis an die Häuser des Ortes heran, nur in nächster Nähe der Wand sind die Reben grün geblieben. Deren Ausstrahlungswinkel wurde durch die Wand eingeengt und zwar im Vordergrund durch die höhere Mauer mehr als im Hintergrund, wo die Mauern niedriger werden.**)

In der kleinen Mulde von Mußbach (Abb. 5*)) stehen inmitten der erfrorenen Reben einige Obstbäume. Diese konnten jedoch keine Schutzwirkung ausüben, da von allen Seiten Kaltluft in die Mulde einströmen und die unter den Baumkronen stehenden Reben erreichen konnte. Ein Frostschutz durch einzelnstehende Schirme und Dächer ist in Mulden und

*) Nicht veröffentlicht.
**) Auch mit einer nächtlichen Wärmeausstrahlung der Mauer ist zu rechnen.

Tälern also nicht möglich. Bei Kulturen, die auf die Tallagen angewiesen sind wegen der Bodenfeuchtigkeit, ist eine völlige Überdeckung dagegen zweckmäßig, wie sie in den Agrumenhainen Süditaliens üblich ist. Die Ausstrahlung ist dann behindert und die durch die Täler streichende Kaltluft kann über die Kulturen hinwegziehen ohne Schaden zu stiften.

4. Zusammenfassung.

a) Frostwetterlage. Eine ruhige wolkenlose Nacht nach Zufluß arktisch-polarer Kaltluft (Advektion) ermöglichte ungehemmte Ausstrahlung von Boden und Pflanzendecke gegen den Luftraum, weitere Abkühlung der Bodenluft (Verbindung von Advektions- und Strahlungsfrost) und Unterkühlung von Pflanzenteilen durch Verdunstung und Ausstrahlung.

b) Frostgefährdete Geländeteile waren Täler und Mulden, flache Hänge, Hochflächen und Ebenen. Frostfrei blieben Hänge größerer Neigung unabhängig von der Expositionsrichtung, wenn sie nicht unmittelbar unterhalb von waldfreien Hochflächen lagen. In Mulden, Tälern und Niederungen bildeten sich Ansammlungen von Kaltluft, die entsprechend dem Gefälle eine Abwärtsbewegung besessen haben müssen. In den Tälern entstand dadurch ein großer vertikaler Temperaturgradient, der sich an den scharfen Frostobergrenzen an den unteren Hangteilen erkennen ließ. Kaltluftseen bildeten sich in Tälern und Niederungen, deren Mächtigkeit sich nach der Größe und Art des Kaltlufteinzugsgebietes richtete. Ihre oberen Grenzen waren nicht horizontal, sondern entsprachen dem Gefälle im Tallängsprofil. In großen Tälern mit starkem nächtlichem Kaltluftstrom aus dem Gebirge in die Rheinniederung (Queich) lagen besondere Verhältnisse vor. Talwindungen führten zu Kaltluftstau an Riedeln und Spornen, wodurch auch höher liegende Geländeteile gefährdet wurden, während gegenüberliegende tiefere Talhänge frostfrei bleiben konnten.

c) Wirkungen der Geländebedeckung.

Kunstbauten, Bahn- und Straßendämme störten den natürlichen Kaltluftabfluß, wenn sie Tiefenlinien im Gelände queren. Es entstanden Kaltluftgräben und Frostteiche in abgedämmten Mulden und Tälern. Diese Kaltluftbecken hatten horizontale Frostobergrenzen. Mauern von Gebäuden und Asphaltstraßen boten örtlich begrenzten Frostschutz durch nächtliche Wärmeabgabe bzw. Behinderung der Ausstrahlung daneben stehender Reben.

Unter Baumkronen bestand geringe Frostgefahr. Sie verlegten die ausstrahlende Oberfläche über ihr Blattwerk und überdeckten ein Kissen relativ warmer Luft, die sie vor weiterer Abkühlung schützten. Baumkronen in Tälern mit Kaltluftbewegung konnten diese Wirkung nicht ausüben. Ortschaften boten unter ihrer Warmluftglocke Frostschutz bei genügend dichter Bebauung mit Häusern und Obstgärten. Wind konnte diese Schutzzone auf die windabgewandte Seite verlagern.

5. Spätfrostschäden in anderen deutschen Weinbaugebieten.

Im Gebiet der nördlichen Oberrheinebene und im Mosel-Mittelrheingebiet hat es sich fast überall (Mosel, Nahe, Rheingau, Pfalz, Rheinhessen, Bergstraße)

um einen reinen Strahlungsfrost gehandelt. In Franken wird von WEISE (40) das Gebiet um Würzburg seit einigen Jahren beobachtet. Er stellte recht unübersichtliche Schadensbilder fest. „Es sind Lagen erfroren, die normalerweise von den Eisheiligen unberührt bleiben. Umgekehrt blieben Lagen ungeschädigt, die sonst bei jedem leichten Frost in Mitleidenschaft gezogen werden." Nach einer anfangs windstillen Nacht zum 9. 5. kam kurz vor Sonnenaufgang ein leichter Windhauch aus N bis NNW auf. In der Nacht zum 10. 5. brachten z. T. stürmische NNO-Winde einen „zwar leichten, aber doch markanten Windfrost". Auch hier trat wie in der Pfalz der stärkste Frost in der Nacht zum 11. 5. auf mit Tiefsttemperaturen in Tallagen bis zu — 4° C. „Es kam in der nahezu stillstehenden Kaltluft zu einem Hauchfrost, der wiederum beachtliche Schäden entstehen ließ." Das Auftreten von Wind- und Hauchfrösten ist die Ursache für die unübersichtliche Verteilung von Frostschäden im fränkischen Weinbaugebiet im Mai 1953.

Einen Überblick über die Verteilung der Schäden und ihre meteorologischen Ursachen in Südbaden und der Nordwest-Schweiz bieten die Ergebnisse der Arbeitsbesprechung in Freiburg am 23. 10. 53. H. LESZMANN berichtete dort, daß am Schwarzwaldrand sonst meist schadfrostfreie Hanglangen vernichtet worden sind, während dicht benachbart andere Teile der Randlagen bis in die bekannten örtlichen Frostlöcher hinunter ohne Schaden blieben (3, S. 1—2). „Südlich des Kaiserstuhls waren schadfrostfreie Gebiete auf den unmittelbaren Schwarzwaldrand beschränkt". — „Die Obergrenze des Frostgebietes lag recht einheitlich bis hinauf in das kleine Weinbaugebiet um Schaffhausen und im Klettgau und bis an den Nordrand des Schweizer Juras um 400 bis 450 m Seehöhe. Die Ufergebiete von Bodensee und Hochrhein waren wegen der Wärmewirkung des Wassers schadenfrei. Über einer wärmeren Zwischenschicht unterhalb von 800—900 m war es auch am Tage kälter als 0°, und dort erfroren Blätter und Nadeln der Waldbäume, bes. im Kronenniveau."

Über die Schäden im Elsaß berichtete das Weinfachblatt Les Vins d'Alsace (22). Die ersten Schäden traten demnach schon in der Nacht zum 8. Mai auf, wobei in der Colmarer Hardt bis — 2° in Eguisheim, — 4° in Rouffach gemessen wurden. Auch dort brachte die schwersten Schäden die Nacht zum 11. 5. vor allem im Colmarer Bann, im Bann Bennwihr (Temp. bis — 5°) und in Guebwiller.

Im Rheingau traten in der Mainacht Frostschäden nur in ungünstigen Lagen, am unteren Teil von Hängen und in Mulden auf. Da sich hier wie auch in Franken jedoch keine ausgedehnten Rebflächen in der Ebene finden, fielen die Schäden nicht so ins Gewicht (Mittlg. von Dr. N. WEGER). Ein leichter Wind aus NW bis SW scheint die Ausbildung von Kaltluftansammlungen nicht behindert zu haben.

An der Bergstraße nördlich und südlich Heidelberg waren fast keine Frostschäden zu verzeichnen, was allein durch die Lage der Rebflächen im Gelände, an Steilhängen ohne Kaltluft liefernde Flächen darüber, zu erklären ist. Die Rebhänge bei Wiesloch sind durch Hecken nach oben gegen die Ackerflächen abgegrenzt und dadurch geschützt. Wo sich bei Bruchsal und in geringerem Maß in Handschuhsheim Rebland in der Ebene findet, ist es wie in der Pfalz schwer geschädigt worden.

An Rhein und unterer Mosel mit ihren steilen Rebhängen traten nur geringe Schäden ein. Hier konnten, wie an der Nahe (6), einzelne in Hangmulden liegende Rebflächen, die durch Kaltluft von offenen Hochflächen her gefährdet sind, dadurch vor Frost bewahrt werden, daß der Kaltluftstrom durch Rauch und Berieselung abgedämmt wurde.*)

*) Auf die Möglichkeiten und die verschiedenen Verfahren der Frostbekämpfung kann hier nicht eingegangen werden. Das geschieht ausführlich in den Fachzeitschriften des Weinbaues von Seiten der beratenden Agrarmeteorologen (35).

Fast alle west- und mitteleuropäischen Weinbaugebiete wurden vom Spätfrost des Mai 1953 betroffen. So meldeten die Gebiete am Genfer See, Bozen und Niederösterreich Frost, ebenso die Weinbaugebiete von Beaujolais und Macon (Weinblatt 47, Nr. 20/1953).

III. Die Grenzen des Weinbaues innerhalb der Pfalz.

1. Obere und untere Anbaugrenze.

Der Rebgürtel der Vorderen Haardt dehnt sich von den Waldhängen des Pfälzer Waldes bis in das Hügelland an seinem Fuße und in die Ebene des Oberrheingrabens aus. Gegenüber anderen deutschen Weinbaugebieten mit ihren Reblagen an Steilhängen von Flußtälern ist die Exposition hier von geringem Einfluß auf die Verteilung des Reblandes. Man beobachtet hier nirgends den sonst so charakteristischen, scharfen Gegensatz zwischen Sonnen- und Schattenhang.*) Es sind nicht nur die südlichen sondern auch die nördlichen Hänge der W-O streichenden Rücken des Hügellandes mit Reben bedeckt. So ist es möglich, das Anbaugebiet der Rebe in der Pfalz durch die Beschreibung der oberen und der unteren Grenze in seiner Ausdehnung zu erfassen.

Die obere Grenze des Anbaus der Rebe liegt am Waldrand bei rund 200 m in der unteren und mittleren Haardt und bei etwa 300 m in der oberen Haardt. Sie hat entsprechend dem gradlinigen Rheingraben-Bruchrand einen diesem parallelen Verlauf und gewinnt mit dem südlichen Ansteigen des Gebirges an Höhe. Die untere Rebgrenze ist nicht so klar zu beschreiben wegen der unübersichtlicheren Geländeverhältnisse im Gebirgsfuß-Hügelland. Ihre Höhenlage beträgt bei Dürkheim etwa 100 m, steigt nach Süden in der mittleren Haardt auf 110 m und erreicht schließlich in der oberen H. 150 m bei Landau. Die obere Rebgrenze ist wohl vor allem durch die mit der Höhe rasch zunehmende Steilheit des Gebirgshanges bestimmt, Terrassenlagen werden nur selten und zwar in der mittleren Haardt angetroffen. Als klimatische Höhenstufe im Verlauf der Temperaturabnahme mit der Höhe wird sie nicht anzusehen sein. Wir hoffen jedoch zeigen zu können, daß die untere Rebgrenze meist an die geländeklimatischen Verhältnisse gebunden ist, ja, wir müssen annehmen, daß dort, wo sie unter die durch das Relief gegebene Kaltluftgrenze hinabreicht, auf die Dauer kein wirtschaftlicher Anbau der Rebe möglich ist. Nur außerordentliche, kostspielige Schutzmaßnahmen könnten diesen gewährleisten.

Gern stellte man in kleinmaßstäbigen Karten die Anbaugrenze der Rebe zusammen mit bestimmten Isothermen dar. Schon A. v. Humboldt hat die nördliche Rebgrenze mit der 18° Sommerisotherme in Verbindung gebracht (13). Ihm folgten Boussingault, v. Babo und Häberle (11) mit anderen Mittelwerten der Temperatur nach. Im einzelnen gehen die Meinungen über die Art des den Rebbau begrenzenden klimatischen Faktors auseinander, ob es tiefe Wintertemperaturen, hohe Sommertemperaturen, eine bestimmte Dauer der Vegetationszeit oder die Niederschlagsverhältnisse sind. Auf jeden Fall werden es an den verschiedenen Erdstellen stets andere Faktoren sein, die der Rebe ein Halt gebieten. Je

*) Nur in den Talausgängen des Pfälzerwaldes besteht der Gegensatz zwischen rebenbestandenen Südhängen und bewaldeten Nordhängen, nicht im Hügelland.

kleiner das betrachtete Gebiet ist, um so weniger wird man mit allgemeinen Angaben auskommen können. Wollte man etwa einer bestimmten Julitemperatur einen besonderen Wert beimessen, so lassen sich für ein Gebiet, wie es die Vordere Haardt darstellt, wegen der wenigen zur Verfügung stehenden meteorologischen Stationen Monatsisothermenkarten nicht so differenziert zeichnen, daß man sie zur Erklärung der unteren und womöglich auch der oberen Rebgrenze verwenden könnte. Dies ist auch bisher noch nicht versucht worden, da allgemein bekannt ist, daß der Anbau der Rebe in Deutschland an der Nordgrenze ihres Verbreitungsgebietes gewöhnlich nur in geländeklimatisch günstigen Lagen betrieben wird, die sich nicht durch Großklimawerte von meteorologischen Stationen beschreiben lassen (WELTE, 43,28).

WELTE versuchte im umgekehrten Gedankengang nicht die Rebgrenze durch Klimawerte zu charakterisieren, sondern klimatisch begünstigte Landschaften durch Beobachtung der Verbreitung der Rebe auszuscheiden. Er konnte als Ergebnis seiner Studien über die ehemalige Verbreitung des Weinbaus im mittleren Maintal zeigen, daß die Verbreitungsgrenze dort ein Indikator der klimatischen Verhältnisse ist. Sie ist durch jahrhundertelange Erfahrung festgelegt und begrenzt einen Raum günstigen „Weinklimas" mit nicht zu hohen Niederschlägen, milden Wintertemperaturen, seltenen Spät- und Frühfrösten und einer ausreichend langen Vegetationszeit (43, 3). Sie könne besser als die aus lückenhaftem meteorologischem Beobachtungsmaterial gewonnenen statistischen Werte und Klimakarten mit Isolinien die klimatisch günstigsten Teile einer Landschaft hervorheben. Die heutige Verbreitung der Rebe ist in Franken dazu nicht mehr verwendbar, weil diese sich nach kleinklimatischen und bodenkundlichen Gesichtspunkten auf die allergünstigsten Lagen zurückgezogen hat (43, 28). In der Vergangenheit gaben die regionalen klimatischen Faktoren den Ausschlag. Es waren (wie heute noch in der Pfalz) Ost- und selbst Nordlagen dem Weinbau nicht verschlossen. Das Expositionsklima sonnendurchglühter Hänge mit hohen Temperaturen an einigen Stunden des Tages, die eine Qualitätssteigerung bewirken, war nebensächlich.

In der Pfalz haben wir noch in der Gegenwart Verhältnisse in der Verbreitung der Rebe, wie sie WELTE in Franken rekonstruieren mußte, um danach die klimatisch günstigen Landschaftsteile herausheben zu können. Es sei deshalb die Frage gestellt, ob die heutige Verbreitung der Rebe in der Pfalz sich deckt mit dem klimatisch begünstigten Teil der Vorderen Haardt. In diesem Fall wäre zu erwarten, daß die von uns festgestellte Spätfrostgrenze ungefähr der Anbaugrenze parallel verläuft. Aus Mangel an häufigeren Frostkartierungen müssen wir die Annahme machen, daß unsere obere Frostgrenze in den meisten Fällen von Frostkatastrophen eine bedeutende klimatische Grenzlinie darstellt, was erst die Zukunft erweisen kann.

Indem wir die Lage der oberen Frostgrenze mit der unteren Anbaugrenze der Rebe vergleichen, werden wir bei gleichsinnigem Verlauf die WELTE'sche Folgerung „Rebgrenze = Klimagrenze" bestätigt finden. In Gebieten großer Differenzen zwischen Reb- und Frostgrenze liegt die Scheidelinie zwischen Klimagunst und -ungunst mehr oder weniger weit

im Innern des Reblandes, die Anbaugrenze der Rebe markiert keine für die Landschaft charakteristische klimatische Grenze. Diese Gebiete und die Gegenden mit einem fluktuierenden Charakter der Rebgrenze besitzen anscheinend noch keine Rebgrenzen, die „durch jahrhundertelange Erfahrung festgelegt" sind. Das WELTE'sche Prinzip ist im Rebland der Vorderen Haardt noch nicht überall gültig.

2. Frostgrenze und Anbaugrenze der Rebe.*)

Ein Vergleich der beobachteten Frostgrenze vom Mai 1953 mit der Anbaugrenze zeigte an vielen Stellen deren gleichsinnigen Verlauf. Dieser ließ sich besonders gut dort erkennen, wo nur kleine Streifen und Ecken der Rebfläche in das extreme Schadensgebiet hineinreichten. Einen solchen Fall stellt die Karte 5 dar als Beispiel für einen Stufenrand am Fuß des Rheinhessischen Hügellandes nördlich Osthofen. Ein Beispiel für die Verhältnisse in den schmalen parallelen Tälern im Hügelland zeigt Karte 7**) mit dem Kaltenbachtal südlich Groß- und Klein-Fischlingen.

In den schmalen Tälern des Hügellandes ist in Frostnächten eine besonders große vertikale Temperaturdifferenz zu erwarten. Die Höhenlage des Kaltluftstromes wird wegen der ungehemmten Abflußmöglichkeit stets etwa gleiche Höhe haben. Diese Kaltluftgrenze dürfte in den Gemarkungen wohlbekannt sein, so daß der Winzer am steilen Talhang seinen Wingert nicht bis unter diese Grenze ausdehnt, außer zur Begradigung und rechteckigen Begrenzung seiner Parzelle. Die dadurch entstehenden Ecken und Zipfel waren es, die in die Kaltluft im Tal hineinreichten und die Frostgrenze erkennen ließen.

Ähnlich sind die Verhältnisse am Stufenrand des Rheinhessischen Hügellandes, das außer dem Pfälzer Weinbaugebiet noch bereist wurde. Nur selten finden sich auf dem Boden der Rheinebene Rebgärten, außer zwischen Oppenheim und Dienheim (Karte 6**)), wo man durch Hocherziehung der Reben die Ungunst der Lage auszugleichen sucht und damit die Reben über die Kaltluft heben will. Bei dem starken Spätfrost von 1953 hatte diese Maßnahme keinen Erfolg (vgl. dazu O. SARTORIUS, 32). Nördlich Osthofen (Karte 5) sind die westlich der Landstraße liegenden Rebflächen vom Frost geschädigt worden, die den hier schwächer als sonst geneigten Hangfuß bedecken. Einige Ackerparzellen zwischen dem Rebland zeigen, daß auch hier der eigentliche Verlauf der Rebgrenze bekannt ist. Wer sich darüber hinwegsetzt, muß gelegentliche Frostschäden in Kauf nehmen.

Am meisten stimmen untere Rebgrenze und Frostgrenze am östlichen Standort der Rebe überein, am Hochuferrand von Schauernheim (Karte 4**)). Auf dem ebenen Boden der Diluvialterrasse finden sich von dort an keine Reben mehr, sie sind auf die Böschung des fossilen Hochufers beschränkt. Bei den Hochufer- und Stufenrandlagen ist außer der unteren Rebgrenze auch die obere westliche Grenze gegen die anschließenden höher gelegenen flachen Geländeteile zu berücksichtigen. Auch diese ist bestimmt durch die dort entstehende und in ihrem Ab-

*) Als „obere Frostgrenze" bezeichnen wir in diesem Kapitel die Grenze unserer Froststufe 3 gegen Stufe 2, also die äußerste Grenze des völlig erfrorenen Gebietes.
**) Nicht veröffentlicht.

fluß behinderte Kaltluft. Daß auch diese Grenze mit der Frostgrenze übereinstimmt, zeigte sich westlich Oppenheim-Dienheim (Karte 6*)). Wieder wird sie von einigen wagemutigen Winzern nicht beachtet, die hier inmitten von Ackerland ihre Reben gepflanzt haben und nun mit Frostschaden rechnen müssen.

Die vorstehend beschriebenen Reb- und Frostgrenzen lagen unterhalb oder oberhalb von Steilhängen. Ihr Verlauf wurde unsicher, wo die Hänge ohne Knick in die angrenzende Ebene übergehen über einen flachgeneigten Hangfuß hin. Die Gebiete mit großen Differenzen zwischen den beobachteten Frostgrenzen und den Anbaugrenzen liegen dementsprechend in dem schwach geneigten Gelände am Rand der Hochflächen und Niederungen. Aus dem rheinhessischen Gebiet (Karte 6*)) ist hier das Reb- und Gartengelände südlich Oppenheim zwischen dem Stufenrand des Hügellandes und dem Rheindamm zu nennen. In der unteren und mittleren Haardt sind es Teile der Rebfläche der Gemarkungen Erpolzheim, Ungstein, Ellerstadt, Friedelsheim, Niederkirchen und Ruppertsberg, im Vorland der oberen Haardt Rebflächen der Gemarkungen Diedesfeld und Lachen. Diese in der Übersichtskarte durch die schwarz ausgefüllten Flächen erkennbaren Teile sind schon durch ihre Geländeverhältnisse als frostgefährdet zu erkennen. In dem ebenen Gelände stagniert die entstehende Kaltluft, und es gibt keine Möglichkeit der Geländeverbesserung durch Regelung des Kaltluftabflusses oder Abdämmung des Frosteinzugsgebietes. Die einzige erfolgversprechende Frostschutzmaßnahme, die Beregnung, wird sich in diesen Reblagen, die zum Quantitätsweinbaugebiet gehören, wegen der hohen Kosten nicht ermöglichen lassen. In vielen Fällen wird sich jedoch die hohe, für Oppenheim charakteristische Erziehungsart der Reben vorteilhaft auswirken, wenn sie sich 1953 infolge der besonders tiefen Temperaturen und der hohen Lage des Kälteseespiegels auch als nutzlos erwies.

Der fluktuierende Charakter der Rebgrenze im mehr oder weniger ebenen Gelände wird schon im Kartenbild des Meßtischblattes in der Art ihres Verlaufes deutlich. Allzuoft liegen Rebzeilen, einzeln oder in schmalen Parzellen (Abb. 1*)) mitten zwischen Äckern und Wiesen als sog. „Ackerwingerte". Ein Vergleich der Eintragungen in den vorliegenden Meßtischblättern mit den im Gelände anzutreffenden Nutzungsarten zeigt außerdem, daß ein Wechsel zwischen Reb- und Acker- oder Wiesenland hier stattgefunden hat. Dadurch wird wahrscheinlich die Frostgrenze etwas weiter in das eigentliche Rebland hineingeschoben; wesentlicher ist jedoch, daß die zwischen den reichlicher Kaltluft produzierenden Gräsern und Feldfrüchten stehenden Reben stärker frostgefährdet sind als die im geschlossenen Bestand befindlichen.

Dieses Gebiet am Rande des geschlossenen Rebgürtels hatte 1953 die schwersten Frostschäden aufzuweisen, und man fragt sich, welche Gegenmaßnahmen hier zu ergreifen sind, um zukünftige Schäden zu verringern. Zwar werden trotz des erheblichen Steuerausfalles von staatlicher Seite Frostschaden-Beihilfen geleistet, die freilich niemals den Schaden ersetzen können. Damit wird dem eigentlichen Übel aber nicht abgeholfen. Wie Rupp (29) ausgeführt hat, kann sich „jeder einzelne Winzer bis zu einem gewissen Grad gegen Frostschäden dadurch schützen, daß er in

*) Nicht veröffentlicht.

ausgesprochenen Frostlagen, die man ja in jeder Gemarkung genau kennt, keine Weinberge anlegt... Es liegt aber weder im volkswirtschaftlichen noch meistens im privaten Interesse des Winzers, dort Reben zu pflanzen. Im 18. Jahrhundert bereits haben die Regierungen in Weinbaugebieten den Anbau von Reben in den Niederungen unter Androhung hoher Strafen verboten und verbotswidrig angelegte Reben auch entfernen lassen. Vermutlich ist die Ursache dafür in den nach Frostjahren entstandenen häufigen Steuerausfällen zu suchen. Die in den letzten Jahren durchgeführten Weinbergsbegrenzungen beruhen neben anderem auch auf diesen Gründen. Man war jedoch m. E. bei der Abgrenzung in vielen Fällen zu weitherzig." RUPP ist nicht der Ansicht, die „Lehren des letzten Frosteinbruches", wie der Titel seines Aufsatzes heißt, so aufzufassen, daß alle im Mai 1953 100%ig geschädigten Rebanlagen gerodet werden müßten. Aber es ist ihm beizupflichten in der Ansicht, daß bei künftigen Weinbergsbegehungen die offensichtlich frostgefährdeten Lagen besonders berücksichtigt werden sollten. Außerdem sollte die Aufsplitterung des Rebgeländes an seinem Ostrande gegen die Ebene hin vermieden werden, wodurch Rebparzellen zwischen Äcker und Wiesen zu liegen kamen und dadurch besonders frostgefährdet sind. Die im Gange befindlichen Flurbereinigungen werden hoffentlich diese Tatsachen berücksichtigen. Daß man von Seiten des Landes Rheinland-Pfalz diese Dinge im Auge behält, zeigt die Erinnerung von Staatsminister Stübinger in der Zeitschrift „Der Dt. Weinbau" 8, 205 (1953) an den Erlaß v. 7. 12. 1950 über Entfernung verbotswidrig angepflanzter Reben.

Erst in den Jahren 1860—70 hat sich die Rebgrenze in die Ebene wieder hinausgeschoben, wo wir sie heute finden. v. BASSERMANN-JORDAN (4, 307) berichtete, daß dies mit der Einführung der blauen Portugieserrebe geschehen sei, und daß diese Rebsorte in der Pfalz noch nicht wie in anderen Gebieten der Geschichte angehöre. Die ersten Anlagen sind in Dürkheim und benachbarten Orten sowie in Ellerstadt erfolgt, wo wir sie noch heute antreffen. Die Portugieserrebe eroberte zahlreiches Ackerland für den Weinbau, wenn auch nur dem Quantitätsweinbau. Noch heute gibt es Gemarkungen, in denen der Anteil dieser Rebe an der Gesamtrebfläche mehr als 50 %, ja 80 % beträgt. Alle diese Orte liegen im Vorland der Haardt in oder am Rande der Ebene mit Ausnahme einer Reihe von Gemeinden südlich von Grünstadt. Es sind dies Erpolzheim mit 60 % Portugieser-Anteil, Ellerstadt mit 62 %, Gönnheim mit 70 %, Rödersheim mit 80 % und Meckenheim mit 50 %. (27, Verzeichnis der Weinbaugemeinden).

Da alle diese Gemeinden wenig bis gar keinen Anteil am frostfreien Gebiet haben, liegt die Vermutung nahe, daß die Portugieserrebe deshalb angepflanzt worden ist, weil man sie für frostresistent hält. Das ist sie jedoch keineswegs, denn diese Gebiete werden nicht weniger bei Spätfrösten betroffen als gleich ungünstige Reblagen. In den Berichten über das Ereignis vom Mai 1953 heißt es im Dt. Weinbau 10/1953, daß vor allem Junganlagen und Portugieser in der Pfalz betroffen worden sind. Ich möchte nicht daraus entnehmen, daß die Portugieserrebe im Gegensatz zu obiger Vermutung besonders frostempfindlich ist, als vielmehr, daß sie bes. geschädigt wurde, weil sie in klimatisch ungeeigneten Gebieten

angepflanzt worden ist. Die Frostempfindlichkeit der Edelsorten und Unterlagen ist nach LENZ MOSER (Dt. Weinbau 8, 241 (1953) ausschließlich von der Holzreife abhängig; zwischen den Rebsorten bestehen nur geringe Unterschiede in der Frosthärte, was jedoch vor allem für harte Winterfröste gilt. Indirekt ist die Wahl der Unterlagensorte von Einfluß, da sich so die Zeit des Austriebs um 10—14 Tage hinausschieben läßt (DECKER, 7).

Schon auf Grund der Sortenverteilung und weiter nach dem Anteil des Reblandes an der Landwirtschaftlichen Nutzfläche haben die obengenannten Orte im Weinbau eine geringere Bedeutung als die Winzerorte am Gebirgshang. SARTORIUS (31, 38) unterscheidet nach dem Rebenanteil 4 Typen von Weinorten:

I	Ackerbaugemeinden mit Weinbau	10—19 % Rebfläche
II	Weinbaugemeinden mit Ackerbau	20—34 % „
IIIa	Winzerdörfer	35—49 % „
IIIb	Hauptwinzerorte	50 % u. mehr „

Von den genannten Orten jenseits der Frostgrenze gehört nur Ellerstadt mit 21 % zu den Weinbaugemeinden, Erpolzheim und Gönnheim zu den Ackerbaugemeinden mit Weinbau, Meckenheim und Rödersheim mit 7 und 4 % können nicht mehr „Weinorte" genannt werden. Der Weinbau spielt dort wirtschaftlich eine geringe Rolle und die Rebe wird meist nur zum Selbstverbrauch angebaut. Jedoch besitzt Meckenheim 90 ha Rebland bei 1143 ha ldw. Nutzfläche. Hier in der Nähe des geschlossenen Reblandes unterläßt es kein Bauer, seinen eigenen Wein zu pflanzen. Den Selbstverbrauchern möge es unbenommen bleiben, Reben anzupflanzen und Witterungsschäden in Kauf zu nehmen, so lange sie nicht die Interessen der steuerzahlenden Gesamtheit damit schädigen. Heute ist meist der Gewinn aus dem Weinbau trotz mancher Fehlschläge auch in diesen Gebieten immer noch größer als bei Anbau anderer Nutzpflanzen. Doch diese Lage kann sich rasch ändern. Ein Schaden durch Frost sollte hier aber als stets drohendes Mißgeschick hingenommen werden. Förderung und Unterstützung sollte der Weinbau nur dort finden, wo er geeignetes oder wie so häufig nur für ihn geeignetes Gelände bedeckt. Das Risiko, das der Winzer in seinem Beruf, oder wie so häufig Nebenberuf, auf sich nimmt, ist schon in frostfreien Jahren so groß, daß er sich nicht erlauben dürfte, dieses durch den Anbau der Rebe in klimatisch ungünstigen Lagen noch zu erhöhen.

Die heutige untere Anbaugrenze der Rebe in der Vorderen Haardt hat also im Vergleich zur ehemaligen Rebgrenze in Franken (WELTE 43) nicht überall und allgemein die Bedeutung einer Linie, die das klimatisch günstige Gebiet im Vorland des Pfälzer Waldes von dem ungünstigeren der Rheinebene scheidet. Allzuoft reichen Rebflächen in den kaltluftgefährdeten Raum hinein, vor allem an den flachgeneigten Rändern der Niederungen. Dem fränkischen Keuper-Stufenland ähnlich klare Geländeverhältnisse haben wir am Hange des diluvialen Hochufers und an dem Steilhang des Rheinhessischen Hügellandes beschrieben. Für dieses und ähnliches Rebland am Oberrhein gilt wie im Franken der Vergangenheit, daß die klimatisch günstigsten Landschaftsteile, und nicht nur die allergünstigsten wie im Franken der Gegenwart, durch die Rebflächen sicht-

bar gemacht werden. In den Gebieten der fluktuierenden Rebgrenze, wo die ausgedehnten Frostschadensflächen lagen, hat sich im Wechselspiel von Wagemut des Winzers und Gunst oder Ungunst der Witterung diese Übereinstimmung von Klimascheide und Rebgrenze noch nicht erreichen lassen. Aus einigen Gemarkungen wissen wir, daß der Weinbau erst vor 80 Jahren ins Vorland hinausgegangen ist mit der blauen Portugieserrebe. Diese Zeit war zu kurz, als daß sich dies Gleichgewicht herstellen konnte, wozu jahrhundertelange Erfahrung nötig ist, falls nicht die Vernunft und das Verständnis für geländeklimatische Gesetzmäßigkeiten rascher zum Ziele führen. Im Vergleich zu anderen süddeutschen Weinbaugebieten hat sich die Rebe im Oberrheinland (Pfalz, Elsaß, Südbaden) noch nicht auf die kleinklimatisch günstigsten Lagen zurückgezogen. In Franken und Württemberg ist dieser Rückzug beendet. Wird er auch in der Pfalz einmal seinen Anfang nehmen? Wir benötigen auch heute noch nicht nur Qualitätsweine, und das Vorland des Pfälzer Rebgürtels mit seinem Quantitätsweinbau wird auch außerhalb der allergünstigsten Lagen noch lange Standort der Rebe bleiben; doch aus den nachweisbar ungünstigen Gebieten sollte sie sich zurückziehen auf die Grenze der Klimagunst der Vorderen Haardt. Diese Grenze wird auf Grund der bisherigen Kartierungen der agrarmeteorologischen Versuchsstelle in Neustadt unter Mitarbeit der örtlichen Rebschutzwarte sowie durch verbesserte Aufnahmeverfahren in der Zukunft recht genau festgelegt werden können. Bereits jetzt kann jedoch der durch Beobachtung von Frostschadensfällen geschulte Geländeklimatologe typische Frostlagen bereits aus den Geländeverhältnissen herauslesen und Hinweise für eine Angleichung der Rebgrenze an die klimatischen Verhältnisse geben.

Schrifttum

1. Aichele, H.: Frostgefährdete Gebiete in der Baar, eine kleinklimatische Geländekartierung. Erdkunde 5, 70 (1950).
2. — Untersuchungen am Wartenberg. Met. Rdsch. 3, 15 (1950).
3. Arbeitsbesprechung über die Frostschäden im Mai 1953 in Südbaden und in der Nordwest-Schweiz am 23. Oktober 1953 in Freiburg/Brsg. (Maschinenschr. vervielf.)
4. Bassermann-Jordan, F. von: Geschichte des Weinbaus. 2. Aufl. Frankfurt 1923.
5. — Weinbaukarte der Vorderpfalz im Mittelalter. 1:250 000. Karte 33 Pfälz. Geschichtsatlas. Neustadt a. d. H. 1935.
6. Burckhardt, H.: Frostschutz auch durch direkte Beregnung. Dt. Weinbau 8, 324 (1953).
7. Decker, K.: Pfropfrebenbau, ein Weg zur Frostbekämpfung. Dt. Weinbau 8, 355 (1953).
8. Dove, H. W.: Über die Rückfälle der Kälte im Mai. Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin 1856.
9. Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 3. Aufl. Braunschweig 1950.
10. Gutsche, A.: Über das Auftreten von Frösten bei verschiedenen Wetterlagen im Frühling und Herbst. Ber. Dt. Wetterdienst US-Zone 42, 288 (1952).
11. Haeberle, D.: Die geographischen Bedingungen des deutschen Weinbaus. Geogr. Ztschr. 32, 405 (1926).
12. Hasselbach, R.: Gedanken zum Spätfrost am 11. Mai 1949 im rheinhessischen Weinbaugebiet. Weinbau 4, 180 (1949).

13. Humboldt, A. von: Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. I. Bd. Stuttgart 1845 S. 350.
14. Kaempfert, W.: Zur Kartierung der Weinbaugebiete. Weinbau 3, 290 (1948).
15. Kessler, O. W.: Fröste und Frostbekämpfung im Weinbau. Mitt. d. hess. Lehr- u. Vers.-Anstalt f. Wein- u. Obstbau. Oppenheim 1927, 1928, 1929.
16. — u. W. Kaempfert: Die Frostschadenverhütung. Wiss. Abh. R. f. W. Bd. VI. Berlin 1940.
17. Kirchner, R.: Beobachtungen über das Mikroklima der Weinberge. Mitt. Pfälz. Ver. f. Naturkunde u. Naturschutz 5, 93 (1936).
18. Knoch, K.: Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. Ber. z. Dt. Landeskunde 7, 115 (1949).
19. Kreutz, W. u. K. Schubach: Lokalklimatische Geländekartierung der südlichen Bergstraße unter bes. Ber. der Gemarkung Heidelberg. Mitt. Dt. Wd. US-Zone 13 (1952).
20. Lehmann, P.: Eingriffe in den Wärmehaushalt oberirdischer Pflanzenorgane. Ber. Dt. Wd. US-Zone 32, 67 (1952).
21. — Abkühlung und Erwärmung im nächtlichen Kaltluftfluß. Ber. Dt. Wd. US-Zone 38, 113 (1952).
22. Les Vins d'Alsace 49, 165 (1953) Frostschäden.
23. Linke, F.: Die nächtliche effektive Ausstrahlung unter verschiedenen Zenitdistanzen. Met. Ztschr. 48, 25 (1931).
24. Lugeon, J., A. Schellenberg u. W. Kuhn: Die Frühjahrsfröste 1945 und ihre Auswirkung im Schweizerischen Obst- und Weinbau. Ann. Schweiz. Met. Zentr. Anst. 1945. Zürich 1948.
25. Manig, M.: Nachweis der Kaltluft durch erfrorene Dahlien. Biokl. Beibl. 6, 22 (1939).
26. Marsais, P.: La mesure de la temperature des organées végétaux dans ses rapports avec la lutte contre les gélées. C. R. Acad. agric. 29, Nr. 14 (1943).
27. Pfalzweinalmanach. Hrg. Weinbauverband f. d. Rheinpfalz. Bearb. von Reg.-Rat a. D. J. Keller. Neustadt 1953.
28. Pollack, H.: Über Spät- und Frühfröste in Norddeutschland in Abhängigkeit von der Wetterlage. Diss. Berlin 1930.
29. Rupp, Ph.: Die Lehren des letzten Frosteinbruches. Dt. Weinbau 8, 267 (1953).
30. Sartorius, O.: Betriebsgrößen und wirtschaftliche Verhältnisse im pfälz. und rheinhessischen Weinbau. In: Chr.-Eckert-Festschrift, Mainz 1949, 225.
31. — Besitzverhältnisse und Parzellierung im Weinbau. Mainz 1950.
32. — Hocherziehung. Dt. Weinbau 6, 198 (1951).
33. Schmidt, W.: Kleinklimatische Aufnahmen durch Temperaturfahrten. Met. Ztschr. 47, 92 (1930).
34. Schnelle, F.: Kleinklimatische Geländeaufnahme am Beispiel der Frostschäden im Obstbau. Ber. Dt. Wd. US-Zone 12, 99 (1950).
35. — u. W. Breuer: Bestands- und Ertragssicherung im Obstbau durch Frostschadenverhütung. Zweckmäßige Arbeitsweise im Obstbau. Heft 7. Radebeul-Berlin 1951.
36. Voelker, I.: Geländeform und Boden des pfälzischen Weinlandes. Völkische Wissenschaft 3, 67 (1936).
37. Weger, N.: Die vorläufigen Ergebnisse der bei Geisenheim begonnenen kleinklimatischen Geländeaufnahme. Met. Rdsch. 1, 422 (1948).
38. Weise, R.: Über die Rebe als Klimakriterium. Ber. Dt. Wd. US-Zone 12, 121 (1950).
39. — Mikroklimatische Geländestudien an der Laubverfärbung der Reben im Herbst 1951 und ihre Folgerungen für den fränkischen Weinbau. Ber. Dt. Wd. US-Zone 38, 237 (1952).
40. — Was lehren die Frostschäden 1953? Rhein. Weinztg. 1953, 107.

41. — Frostschäden als Kriterium zur mikroklimatischen Beurteilung und Verbesserung der Weinberge. Rhein. Weinztg. 1953, 85.
42. — Kaltluftstraßen im Weinberg und ihre Auswirkungen. Dt. Weinbau 8, 348 (1953).
43. WELTE, A.: Der Weinbau des mittleren Mainlandes in seiner ehemaligen Verbreitung. Forsch. z. dt. L. u. Vkde. XXXI, 1934, Heft 1.
44. WETTERKARTE Dt. Wetterdienst US-Zone (jetzt Dt. Wetterdienst) 1949 Nr. 145, 1953 Nr. 139, 165, 172, 286.
45. WETTERKARTE Rheinland-Pfalz, Wetteramt Neustadt. Nr. 49/1953.
46. WITTERSTEIN, F.: Die Differenz zwischen Hütten- und Erdbodentemperaturen nach heiteren und trüben Nächten in Geisenheim/Rheingau. Met. Rdsch. 2, 172 (1949).
47. ZEITUNG, Frankfurter Allgemeine v. 23. 5. 1953. Erfrorene Reben in allen Weinbaugebieten.

Inhalts-Übersicht.

I. Übersicht über das Weinbaugebiet.
II. Die Spätfrost-Schadensverteilung vom Mai 1953.
1. Die Wetterlage während des Kaltlufteinbruches.
2. Zur geländeklimatologischen Beobachtungsmethode.
3. Ergebnisse.
a) Grenzen des frostfreien Gebietes
b) Temperaturverhältnisse an Geländestufen: Hochufer und Ostrand des rheinhess. Hügellandes
c) Warme Hänge, kalte Flächen und Täler im Löß-Riedelvorland
d) Kälteseen in den Talniederungen
e) Frostmulden in frostfreier Umgebung
f) Frostverstärkende Oberflächenbedeckung
g) Frostabschirmende Baumkronen und Gebäude
4. Zusammenfassung
5. Die Spätfrostschäden in anderen deutschen Weinbaugebieten.
III. Die Grenzen des Weinbaus innerhalb der Pfalz.
1. Obere und untere Anbaugrenze
2. Frostgrenze und Anbaugrenze der Rebe

Beilagen:

Im Text sind folgende Beilagen erwähnt: Karten 1 bis 7: Meßtischblatt-Ausschnitte, farbig angelegt: Karte 1: nordöstlich Mußbach. — Karte 2: zwischen Bad Dürkheim und Ellerstadt. — Karte 3: südöstlich Weyher. — Karte 4: Hochufer bei Schauernheim. — Karte 5: nördlich Osthofen. — Karte 6: südlich Oppenheim. — Karte 7: südlich Fischlingen.

Ferner folgende Zeichnungen (angefertigt nach Farbdiapositiven des Verfassers): Abb. 1: Einzelne erfrorene Rebzeile zwischen Roggenparzellen. — Abb. 2: Frostschutzwirkung der Kronen einer Baumgruppe inmitten erfrorenen Reblandes. — Abb. 3: Frostschutzwirkung einer Baumreihe. — Abb. 4: Muldenfrost zwischen Roggen- u. Kleeäckern. — Abb. 5: Frostwirkung einer durch Bundesstraße abgedämmten Mulde. — Abb. 6: Schutzwirkung einer Scheunenwand.

Die Karten 1, 3, 4, 6, 7 und die Abbildungen 1, 2, 4, 5, 6 können mit dem Manuskript im Museum der Pollichia in Bad Dürkheim eingesehen werden; sie wurden kostenhalber nicht vervielfältigt.

Die Karten 2 u. 5, welche in Farbendruck gehalten sind, liegen hier an im Maßstab 1:17 000.

Die Übersichtskarte des pfälzischen Anteils hat den Maßstab 1:116 000, der rheinhessische Anteil ist verkleinert wiedergegeben.

Außerdem findet sich im Text (Seite 16) eine Tafel mit 5 Geländeprofilen. (Schriftltg.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1954

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Tichy Franz

Artikel/Article: An den Grenzen des Weinbaues innerhalb der Pfalz 7-35