

Mitteilungen

des

Deutschen Wetterdienstes

Nr. 17
(Band 3)

DK 551.524.37 : 551.586 : 632.111 : 634.8

Advektivfrost und Strahlungsfrost

(Musterbeispiele aus der Frostschadenskartierung 1957 im Weinbau
des Landes Rheinland-Pfalz
durchgeführt von
der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle
Neustadt a. d. Weinstraße)

von

Albrecht Vaupel

(mit 25 Abbildungen und 2 Tabellen im Text)

Offenbach a. M. 1959

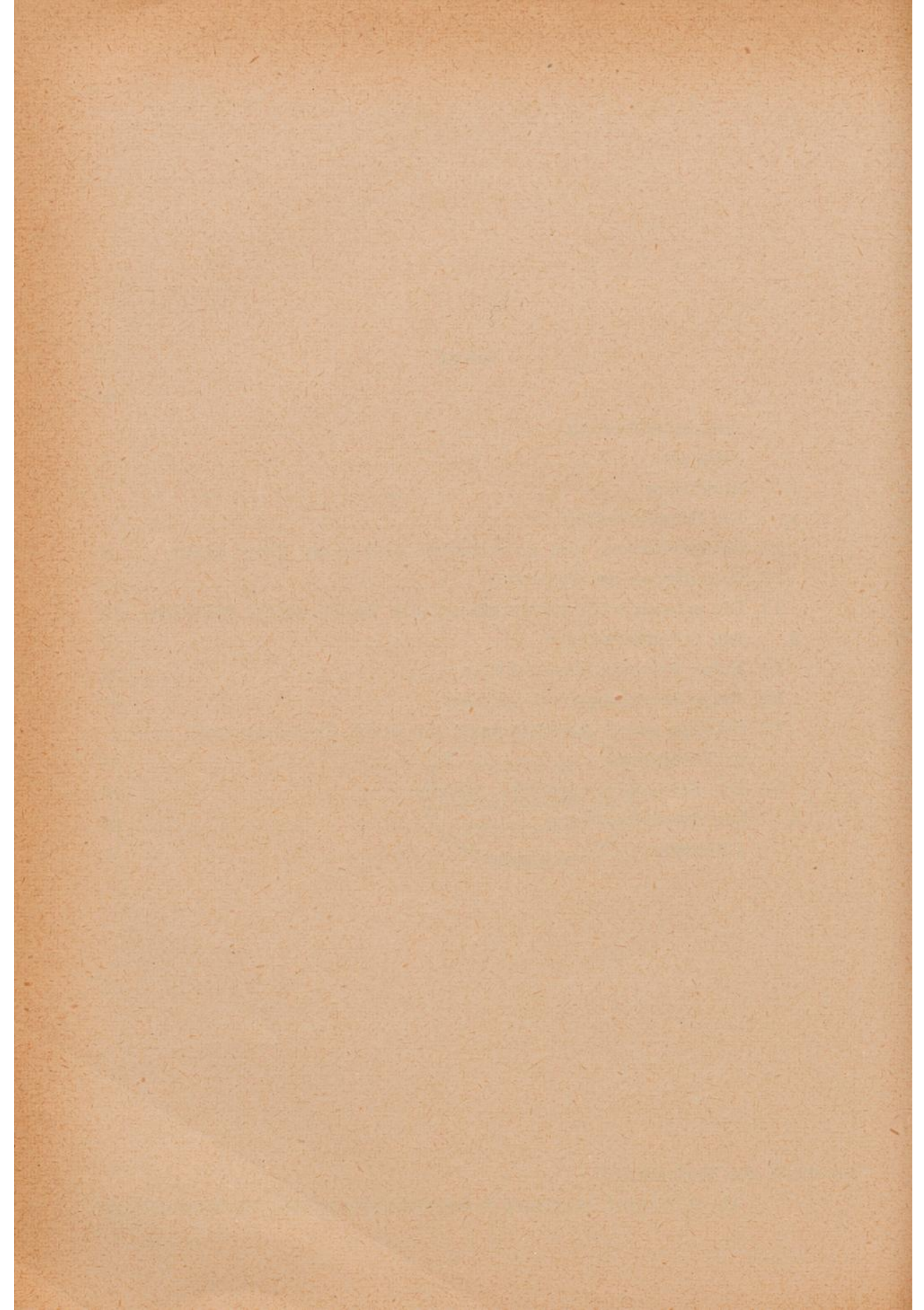
Bibliothek
des
Deutschen Wetterdienstes
Offenbach/M.

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	5
Abstract	5
1. Einleitung	5
2. Die Schadursachen	6
2.1. Großwetterlage und aerologischer Aufbau der Troposphäre ..	6
2.2. Grundtypen der Spätfröste	10
2.3. Die geographisch-geomorphologische Verteilung der Spätfröste	10
3. Die Schadwirkungen	15
3.1. Reine Advektivfrost-Schäden	15
3.2. Reine Strahlungsfrost-Schäden	20
3.3. Schäden durch Advektivfrost und durch Strahlungsfrost in Verbindung	23
3.4. Die Seitentäler und ihre Schäden	26
4. Die Schadverhütung	30
Literatur	31

Anschrift des Verfassers:

Dr. A. Vaupel, Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 76, Seewetteramt.



Zusammenfassung

Anfang Mai 1957 wurde mit einem extremen Polarluft-Einbruch eine vier-tägige Spätfrost-Periode eingeleitet, die dem westdeutschen Wein- und Obstbau schwere Schäden zufügte. An Hand geeigneter aerologischer Aufstiege, klimatologischer Daten und geomorphologischer Betrachtungen werden die beiden wirksamen Spätfrost-Typen, Advektivfrost und Strahlungsfrost, nach Ursache und Folgen voneinander getrennt und dargestellt. Aus der Frostschadenskartierung 1957 im Weinbau von Rheinland-Pfalz werden für die unterschiedlichen Schadwirkungen beider Spätfrost-Arten zahlreiche Beispiele (Höhenlage, Exposition, Geländeform, Kaltluftfluß, Kaltluftstau usw.) vorgeführt. Besonders wird dabei auf die Verhältnisse in den Seitentälern von Mosel und Mittelrhein eingegangen, deren Schädigungen durch eine Zwischenform zwischen den beiden bisher definierten Spätfrost-Typen verursacht werden.

Abstract

An extreme invasion of polar air occurring early in May 1957, entailed a four days' period of late frost which did great damage to viti- and fruit-cultures in Western Germany. The evaluation of suitable upper air soundings and climatological data as well as geomorphological considerations allow to clearly distinguish the two effective types of late frost, namely advective and radiation frost, which are described according to their origin and effects. By means of frost damage records from 1957 which have been entered in maps for the viticulture of the Land Rheinland-Pfalz a large number of examples (height, exposure, terrain features, flow or barrage of cold air etc.) are shown for both the types of late frost. The conditions in the side valleys of the Moselle and the middle course of the Rhine are particularly dealt with. In these regions the damages are caused by a type of late frost which proved to be an intermediate one between the advective and radiation frosts.

1. Einleitung

Im Mai 1957 wurde der westdeutsche Weinbau von Spätfrösten heimgesucht, die in einzelnen Weinbaugebieten (so an der Nahe und in der Nordpfalz) katastrophale Wirkungen hatten. Denn die Natur dieser Spätfröste war eine außergewöhnliche: einem sonst nur ausnahmsweise vorkommenden, starken Advektivfrost folgten unmittelbar ein bis drei Nächte mit Frösten bzw. Strahlungsfrost leichter bis höchstens mittlerer Stärke, die aber vielerorts das Schädigungswerk vollendeten. Die Frostschadenskartierung 1957, wie sie zum dritten Male (für den Kammerbezirk Rheinland-Nassau allerdings erst die zweite nach einheitlichen Gesichtspunkten) in Rheinland-Pfalz von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße mit Unterstützung durch die Landesregierung durchgeführt werden konnte, gibt uns die seltene Gelegenheit, an Hand einiger charakteristischer Beispiele die beiden Schadursachen und ihre Schadwirkungen — sei es einzeln, sei es in Verbindung — vorzuführen.

Ziel der laufenden Frostschadenskartierungen (s. Burckhardt (2)) im Lande Rheinland-Pfalz ist es, aus den Abgrenzungen der Schadflächen in den einzelnen Frostfällen später einmal die Frostschadenshäufigkeit jeder einzelnen Lage zufallsfrei herauschälen zu können. Ihre Grundlagen sind die amtlichen Schätzungsniederschriften der Behörden für die weinbautreibenden Gemeinden; in denen sind — in prozentualer Staffelung von 25 zu 25% — nur die Schäden am Laub der im Ertrag stehenden Rebflächen zu schätzen, wie sie sich wenige Tage nach dem Frost zeigen. Das so gewonnene Schadbild spiegelt mithin die kleinklimatischen Verhältnisse während der Frostnächte wider. Es bleibt frei von späteren, unkontrollierten Einflüssen pflanzenphysiologischer, pflanzenpathologischer, betriebswirtschaftlicher und witterungsmäßiger Art, die das ursprüngliche Schadbild sehr schnell abwandeln. Subjektive Fehler bei der Schätzung (Fehlbewertung, Schockwirkung, Entschädigungswünsche) werden in der Regel durch die Mitwirkung überörtlicher Kontrollorgane (Weinbauinspektoren) vermieden, können aber darüber hinaus leicht festgestellt und vermerkt werden.

Mit diesen Schätzungsniederschriften wurden 1957 die Schäden in fast 600 weinbautreibenden Gemeinden des Landes Rheinland-Pfalz mit einer gesamten im Ertrag stehenden Rebfläche von rund 40 000 ha erfaßt, geprüft und auf Meßtischblätter übertragen (1). Daraus ergibt sich ein geschlossenes und zugleich anschauliches Bild, das auch jene Skepsis überwinden muß, eine Kartierung überwiegender Advektivfrost-Schäden sei wegen ihrer Seltenheit wenig sinnvoll. Sehen wir in diesem Zusammenhang davon ab, daß auch die nur gelegentlich vorkommenden Advektivfröste in ihrer Form sehr wohl zur Frostschadenshäufigkeit beitragen, so ist mit der Frostschadenskartierung 1957 wohl zum ersten Male auf breiter Basis die Schadwirkung eines Advektivfrostes festgehalten, zumal die nachfolgenden (Strahlungs-)Frostschäden in fast allen Fällen erkannt und abgetrennt werden können.

2. Die Schadursachen

2.1. Großwetterlage und aerologischer Aufbau der Troposphäre

Wie aber kam es zu diesem verheerenden Schadfalle? In den ersten Maitagen des Jahres 1957 hatte sich eine typische „Eisheiligen“-Lage (Nordlage) entwickelt: Auf der Rückseite eines ausgedehnten und hochreichenden Tiefdruckgebietes über dem Ostseeraum überschwemmte entlang eines Hochdruckrückens von Nordgrönland bis zu den Azoren frische Kaltluft aus polaren Regionen schon im Laufe des 4. Mai Mitteleuropa und setzte allgemein die Lufttemperaturen herab (s. Tab. 2). Dieser Kaltlufteinbruch erreichte seinen Höhepunkt, als in der nordwestlichen Höhentrogströmung ein kräftig entwickelter Kaltlufttropfen (am 6. Mai im 500-mb-Niveau mit Tiefsttemperaturen von -36 bis -38°C) von der nördlichen Nordsee nach Westdeutschland driftete. Verbunden mit ausgiebigen Schnee- und/oder Regenschauern ließ er hier am Abend des 5. Mai die Null-Grad-Grenze auf ca. 300 m NN absinken. Diese eingeflossene Kaltluft wurde dann bei geringen Luftdruckgegensätzen im Laufe der folgenden Tage stationär, so daß es in den Nächten 6./7. und 7./8. Mai zu Frösten, vor allem aber in der Nacht 8./9. Mai zu Strahlungsfrösten kam, wobei aber nur in Einzelfällen Temperaturminima über dem Erdboden (5 cm) unter -2°C bekannt geworden sind.

Wir haben demnach im Mai 1957 mindestens zwei Schadursachen zu unterscheiden, die — in herkömmlicher Weise (Geiger (5)) „Advektivfrost“ und „Strahlungsfrost“ genannt — ihrer Natur nach wie auch in ihren Folgen grundsätzlich verschieden sind. Das sei zunächst anschaulich belegt durch die

aerologische Struktur der Troposphäre, wie sie in den jeweiligen Radiosonden-Aufstiegen von Bitburg/Eifel (Abb. 1), Wiesbaden (Abb. 2) und Stuttgart (Abb. 3) sichtbar wird — von drei Aufstiegs-Stationen in der Nachbarschaft des rheinland-pfälzischen Weinbau-Gebietes. In der ersten Frostnacht 5./6. Mai wehen in allen Höhen starke Winde aus vorherrschend nördlicher bis nordwestlicher Richtung. Über Bitburg und Wiesbaden liegt die Temperatur der so verfrachteten Luft am Boden bereits am Gefrierpunkt. Von dort aus nimmt sie — oberhalb einer niedrigen, verwirbelten Bodenreibungsschicht — bis in rund 6000 m NN stetig ab, so daß die Null-Grad-Grenze bei rund 300 m NN zu liegen kommt, also in Mittelgebirgshöhe! In Stuttgart, schon weiter südlich liegend, tritt diese einheitliche Struktur erst im Mittagsaufstieg vom 6. Mai zutage, aber auch hier hat die Null-Grad-Grenze mit 550 m NN noch Mittelgebirgshöhe.

Wir haben es also mit einem klassischen Fall von „Advektivfrost“ zu tun, bei dem die wirksame Kaltluft aus einem fernen Entstehungsareal erst in das Schadgebiet hineintransportiert worden ist (Luftmassenwechsel). Die starke Bewölkung, die in den niedrigen Taupunktdifferenzen deutlich hervortritt, spielt dabei für die Temperaturverhältnisse keine entscheidende Rolle, mag auch der Niederschlag daraus in diesem speziellen Falle folgeschwer gewesen sein (s. S. 10).

Ganz anders sieht dagegen der Aufbau der Troposphäre 4 mal 24 Stunden später aus. Die Winde sind allgemein schwach, die Kaltluft ist zur Ruhe gekommen. Über Bitburg und Wiesbaden haben die Winde bis in 2000 m NN auf südwestliche Richtungen rückgedreht, und über Stuttgart ist es sogar windstill.

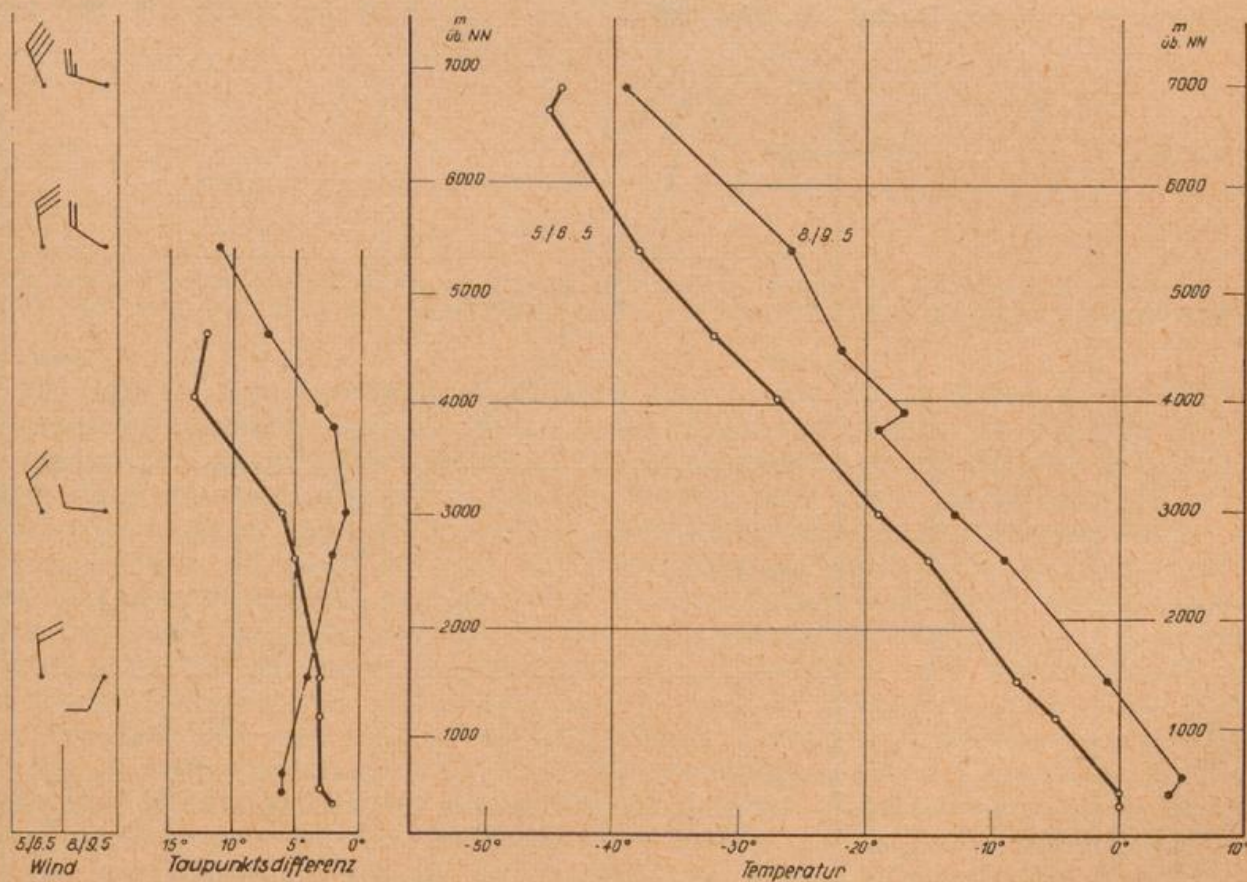


Abb. 1

Aerologische Struktur der unteren Troposphäre über Bitburg/Eifel (377 m NN) nach Radiosonden-Aufstiegen um Mitternacht

— : in der Nacht 5./6. Mai 1957

— : in der Nacht 8./9. Mai 1957

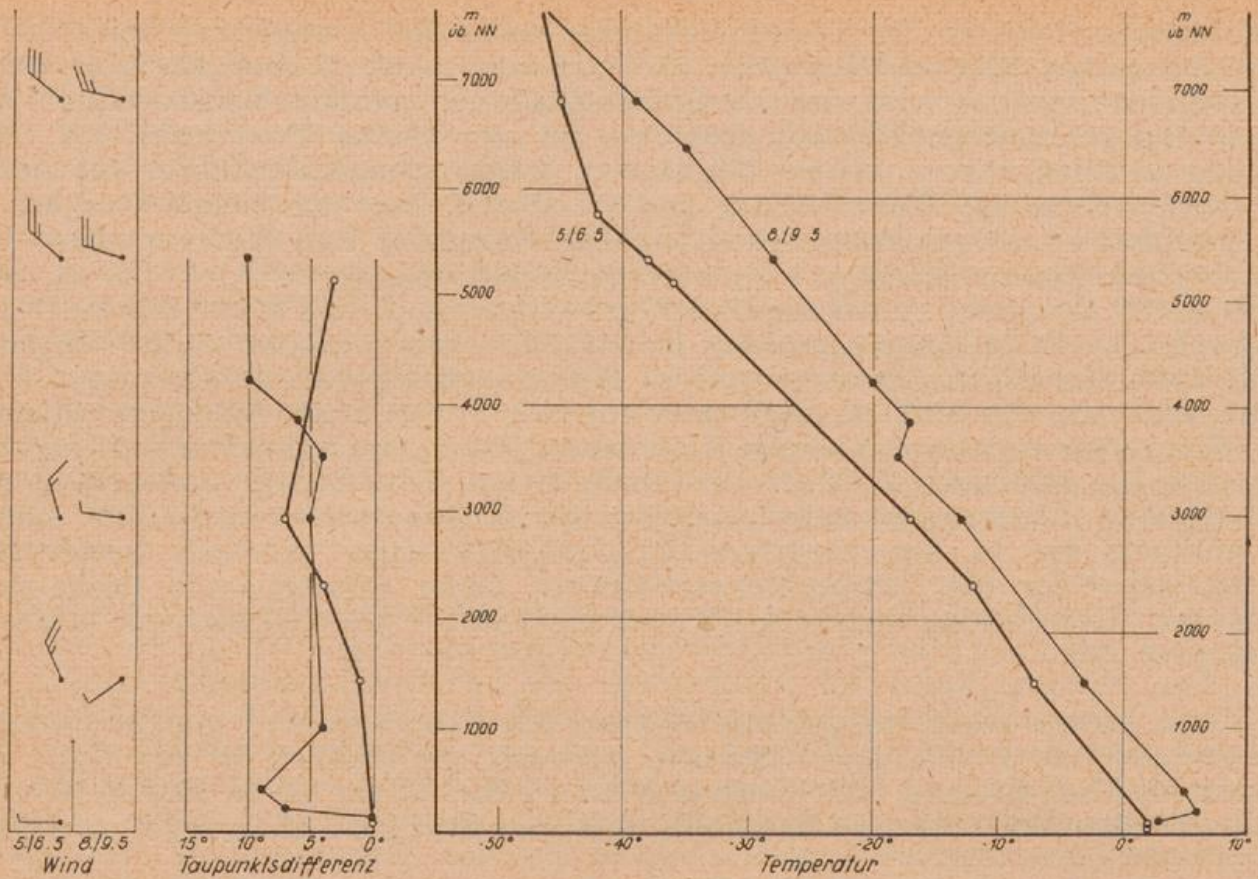


Abb. 2 Aerologische Struktur der unteren Troposphäre über Wiesbaden (139 m NN) nach Radiosonden-Aufstiegen um Mitternacht
 — : in der Nacht 5./6. Mai 1957 - - - : in der Nacht 8./9. Mai 1957

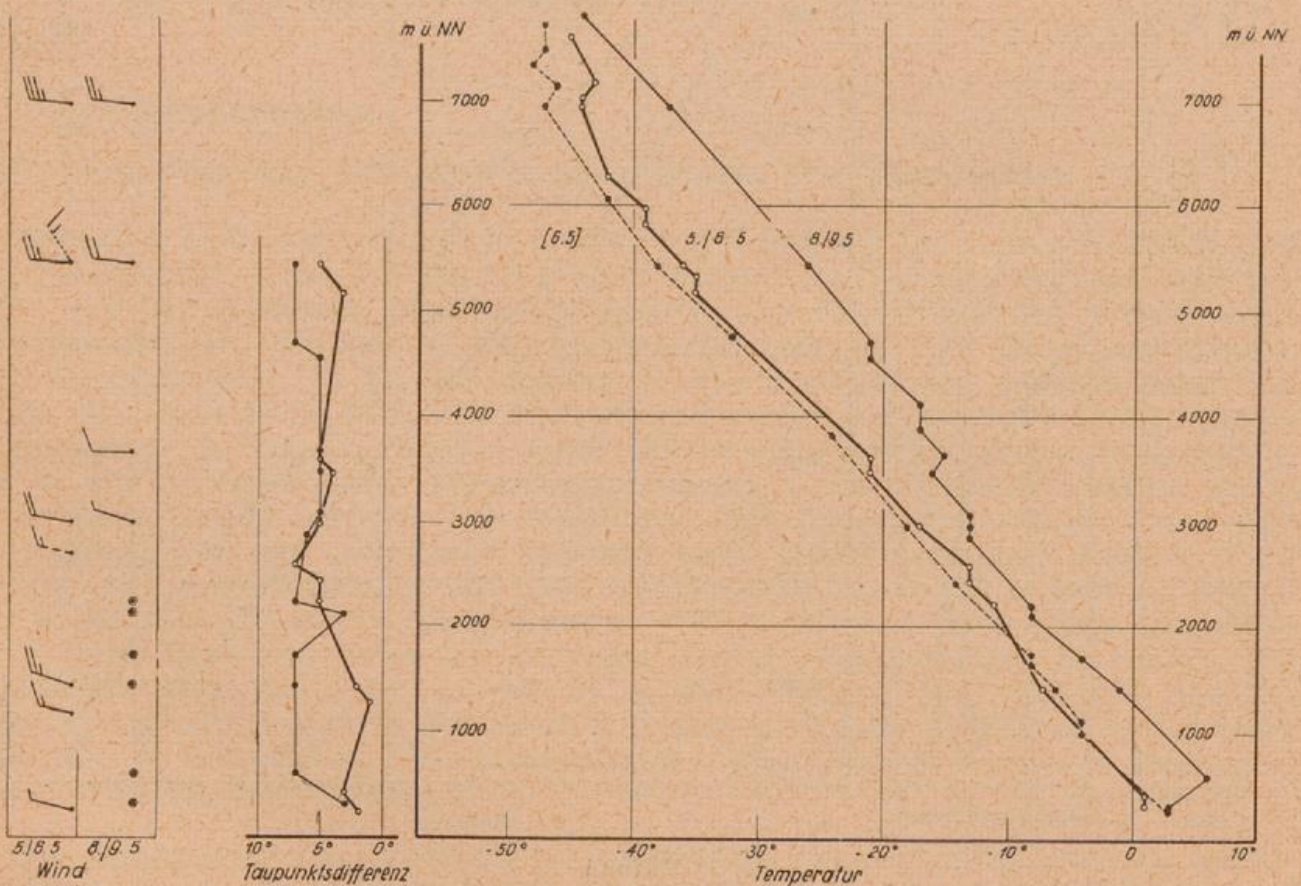


Abb. 3 Aerologische Struktur der unteren Troposphäre über Stuttgart (315 m NN) nach Radiosonden-Aufstiegen um Mitternacht
 — : in der Nacht 5./6. Mai 1957 - - - : in der Nacht 8./9. Mai 1957
 : am 6. Mai 1957

Die Erwärmung der Luft durch die Unterlage während der beiden Vortage hat die Null-Grad-Grenze bis über 1000 m NN angehoben. Die Taupunktdifferenzen sind sehr groß, so daß die Nacht wolkenlos bleibt. Wegen der ungehinder- ten Ausstrahlung der Bodenoberfläche kühlt sich die Luft in den untersten Schichten stark ab: Es kommt zu einer markanten Bodeninversion. In ihr strebt die Temperatur mit Annäherung an den Boden dem Gefrierpunkt zu, wobei das Temperaturminimum über dem Erdboden (5 cm) noch rund 5° C tiefer liegen kann als in der Standardhöhe von 200 cm. Oberhalb der Inversion erst erfolgt die normale Temperaturabnahme mit der Höhe. Im Gegensatz zum „Advektivfrost“ entsteht also beim „Strahlungsfrost“ die wirksame Kaltluft an Ort und Stelle, und zwar in der bodennahen Luftschicht. Deren Eigenständigkeit beweist sich gerade in dieser Tatsache, während sie bei Advektiv- frost praktisch beseitigt wird. Die einfache Darstellung der Temperaturverhält- nisse am 5./6. Mai und am 8./9. Mai für Neustadt a. d. Weinstraße (140 m) und Weinbiet (553 m), deren Horizontalentfernung nur rund 3 km beträgt, zeigt nochmals diesen elementaren Unterschied (Abb. 4).

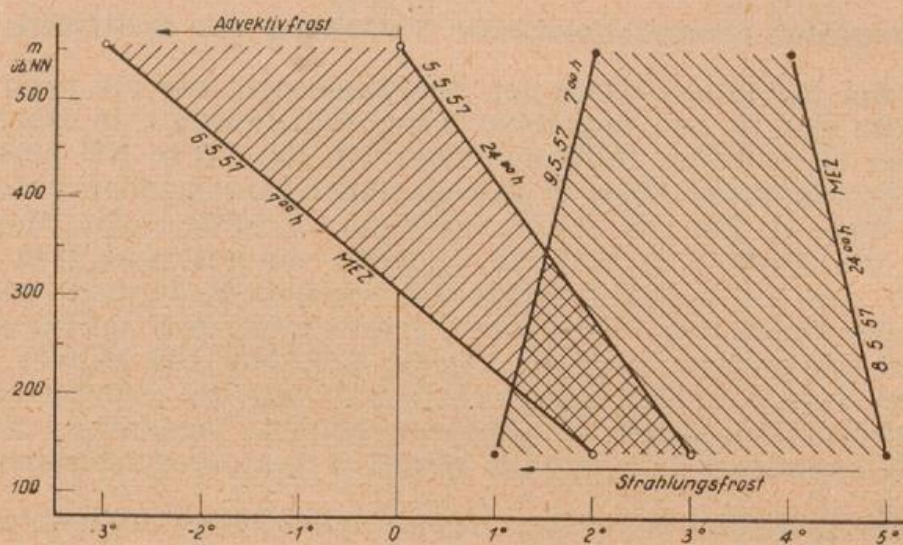


Abb. 4

Nächtlicher Temperaturrückgang in 200 cm Höhe über Grund in Neustadt a. d. Weinstraße (140 m NN) und auf dem Weinbiet (553 m NN) bei Advektivfrost und bei Strahlungsfrost.

Mit einem Advektivfrost (5./6. Mai) wurde die kurze, aber folgenschwere Frostzeit eingeleitet, und mit einem Strahlungsfrost endete sie. Nun ist es aber in den beiden dazwischenliegenden Tagen/Nächten noch zu Frösten gekommen. Diese sind bei der allgemein starken Bewölkung keine Strahlungsfroste gewesen; sie können aber ebensowenig „Advektivfröste im klassischen Sinne“ genannt werden, da nur geringe Luftbewegungen beobachtet wurden und da kein Luftmassenwechsel erfolgte. Wir werden daher wohl noch eine Zwischenform unterscheiden müssen, die vorderhand einmal „Advektivfrost im engeren Sinne“ genannt sei. Denn ihr fehlt das Hauptkriterium des Strahlungsfrostes: der klare Nachthimmel und ebenso die Windstille. Hingegen können bei geringen Windstärken am Boden Kaltluftkörper kleinerer Dimensionen verlagert werden. Das scheint nach neuesten Untersuchungen (Franken (4)) im norddeutschen Küstengebiet vor allem für windstarke Gebiete zuzutreffen. Hierbei kann ein oberer stärkerer Wind in einer kalten zähen Grundschicht Kaltluftkörper „verschieben“, bis sie durch Stau zur Ruhe kommen. Die Energie für diesen Transport liefert der obere Wind. Im gebirgigen Gelände hingegen reichen offenbar schon die natürlichen Gefälle aus, um zusammen mit einer schwachen Luftbewegung den Transport in der unteren Kaltluftschicht in Gang zu setzen und aufrecht zu erhalten. Wir dürfen annehmen, daß ein derartiges

„Abtropfen“ von Kaltluft in den Nächten 6./7. und 7./8. Mai erfolgte. Das wird nahegelegt dadurch, daß an den hoch und zugleich freier liegenden Klimastationen die Temperaturminima in 200 cm Höhe im Laufe der Frostzeit abnehmen (z. B. Blankenrath, Pirmasens, Weinbiet); es tritt uns ferner im Laufe der Untersuchung in anderem Zusammenhang noch mehrfach entgegen (z. B.: 3.4.).

2.2. Grundtypen der Spätfröste

Bevor wir nun zu einer Betrachtung der Auswirkungen der Fröste übergehen, seien die Kriterien der einzelnen Arten von Spätfrösten übersichtlich zusammengestellt. Wie jedes menschliche Schema wird es nicht allen Einzelheiten gerecht, denn Verzahnungen und Überschneidungen kommen immer wieder vor. Es sei ein Versuch, unsere bisherigen, noch unvollständigen Definitionen zu erweitern. (s. Tab. 1)

2.3. Die geographisch-geomorphologische Verteilung der Spätfröste

Auf Grund der doppelten Natur der Schadursachen war die rund viertägige Frostperiode, die sich in den negativen Temperaturminima in Hütte (200 cm) und über Boden (5 cm) aller Stationen über 170 bis 200 m NN heraushebt, in den Lagen unterhalb dieser Höhe in den einzelnen Landesteilen unterschiedlich ausgeprägt (s. Tab. 2). Für die Weinbaugebiete an Mittelrhein, Mosel und an der Saar war die Nacht 5./6. Mai die kälteste; ihr schlossen sich in einigen wenigen Fällen noch ein bis drei Nächte mit leichtem Bodenfrost an. Andererseits war in der durch den Haardtrand geschützten und zudem südlich des Kaltluftzentrums liegenden Pfalz die Nacht 8./9. Mai die kältere. Denn der Kaltlufteinbruch vom 5./6. Mai hatte sich hier — wie die meist schwach negativen Temperaturminima zeigen — nicht entscheidend bemerkbar machen können; ihm folgten zunächst 2 Tage ohne negative Temperaturminima.

Zwischen diesen beiden Bereichen liegen Nahe-Gebiet und nordpfälzisches Bergland sowie das angrenzende hügelige Rheinhessen (vor allem der Kreis Alzey) als ein Streifen des Überganges. Hier war wohl die Nacht 8./9. Mai die kälteste (wie in der Pfalz). Aber seit der Nacht mit Advektivfrost (5./6. Mai) blieben die Temperaturminima in Hütte und über Boden unter Null oder zumindest in Gefrierpunktnähe. So liegt denn auch der Schwerpunkt der Frostschäden des Jahres 1957 auf den Hängen des Soon-Waldes und im nordpfälzischen Bergland, wo das Reblaub und die jungen Triebe in den Wingerten, die dort meist zwischen 180 und 250 m hoch liegen, ohne Differenzierung zu 98 bis 100% vernichtet worden sind. Wenn nun die an sich nicht außergewöhnlich tiefen Temperaturen (-3 bis -5° wurden gelegentlich in den Schätzungsprotokollen angegeben) solch verheerenden Wirkungen hatten*), dann deswegen, weil hier nahe dem Zentrum des Kaltlufttropfens am 5./6. Mai gleichzeitig Schnee- und oder Regenschauer niedergingen, und die Verdunstung bzw. das Schmelzen bei eisigem Winde die jungen Lotten ohne Unterschied erfrieren ließ — vor allem die wolligen Riesling-Blätter („Nasser Pullover“). Hier wurde im Großen jener Effekt demonstriert, der bei der Frostsutzberechnung eintreten muß, wenn diese — und sei es auch nur vorübergehend — unterbrochen wird. Ein weiteres scheint die am Morgen des 6. Mai vorübergehend durchbrechende Sonne mit zu schnellem Auftauen vereister Triebe auf den Südost-Seiten getan zu haben. Und endlich muß auch der verhältnismäßig frühe Austrieb der Reben infolge der vorausgegangenen günstigen Frühjahrswitterung berücksichtigt werden.

*) So wurden in Bad Dürkheim in der Rebveredlungsanstalt, die im Zentrum des dortigen Schadgebietes liegt, bei Strahlungsfrost-Schäden mittleren Grades als Tiefsttemperatur über Boden (5 cm) -4° C gemessen.

Grundvoraussetzung: Kaltluft-Masse (A-, P-, C-Körper); Null-Grad-Grenze ≤ 1500 m NN [Advektivfrost].

Null-Grad-Grenze in Mittelgebirgshöhe:

ADVEKTIVFROST
IM KLASSISCHEN SINNE

„Großklima“

Nicht an die bodennahe Luftschicht gebunden;

Auflösung dieser Luftschicht (Luftmassenwechsel)

Wirksame Kaltluft wird aus einem fernen Entstehungsareal über Entfernungen von $n \cdot 10^3$ km herangeführt; Kaltluftkörper: $> 10^3$ [km³]

Strömung in Bodennähe turbulent

Windstärken groß: \geq Beaufort 3

Temperaturabnahme mit der Höhe: keine Inversion

Bewölkung ohne entscheidenden Einfluß auf die Temperatur

Nicht an eine Tageszeit gebunden

Nicht an einen geographisch-orographisch begrenzten Raum gebunden; Frostwirkung abhängig von der Höhe der Null-Grad-Grenze

Null-Grad-Grenze höher als Mittelgebirgshöhe:

ADVEKTIVFROST
IM ENGEREN SINNE

„Mesoklima“ (1)

Auf einen einheitlichen, aber engen Klimabereich („Lokalklima“) beschränkt. In der Grundschicht der Troposphäre.

Wirksame Kaltluft wird aus der näheren Umgebung herangeschoben; (Entfernungen von 0.5 bis 2×10^1 km); Kaltluftkörper: 10^3 [m³]

Strömung in Bodennähe noch laminar. Mitführen bzw. Verschieben der Kaltluftkörper (Grundschicht) durch einen oberen Wind oder durch ein natürliches Gefälle.

Windstärken gering: Beaufort 0 bis 3, in Bodennähe oft nicht festzustellen. „Inversion“ im Windfeld erkennbar: Windzunahme oberhalb der Grundschicht

Temperaturgang mit der Höhe: ?

Bewölkung von modifizierendem Einfluß auf die Temperatur

*

Vor allem im windstarken, norddeutschen Küstengebiet bzw. Flachland (vielleicht auch in Hochgebirgstälern)

STRAHLUNGSFROST

„Mikroklima“

Auf die bodennahe Luftschicht beschränkt

Wirksame Kaltluft entsteht an Ort und Stelle; advektiver Kaltluftfluß auf Entfernungen von $\leq 0.5 \cdot 10^1$ km beschränkt;

Kaltluftkörper: 10^1 bis 10^3 [m³]

Ev. Strömung rein laminar

Windstille.

Höchstens Beaufort 0 ($0.0 \cdot 0.2$ m/sec)

Bodeninversion. Darüber normale Temperaturabnahme mit der Höhe.

Keine Bewölkung. Trockene Luft. Flache Dunst- oder Nebel-Schichten können wirksam sein.

Nur in den Nachtstunden (→ frühmorgens)

Vorwiegend im windschwächeren Binnenland, in den tiefen Lagen.

Tab. 2

Temperaturminima in Hütte (200 cm) und über Boden (5 cm) an einigen pfälzischen Klimastationen im oder beim Weinbaugebiet

	Höhe [mNN]	4. Mai		5. Mai		6. Mai		7. Mai		8. Mai		9. Mai		10. Mai	
		Hü	Bo	Hü	Bo	Hü	Bo	Hü	Bo	Hü	Bo	Hü	Bo	Hü	Bo
Koblenz	67	7.4	1.1	0.6	-1.5	1.1	-3.8	1.7	-3.0	1.6	-3.5	3.0	-2.0	4.6	-1.0
Bernkastel	120	5.0	3.3	1.8	-0.2	-0.6	-2.3	0.7	-0.3	1.0	-0.2	1.0	0.0	6.3	5.2
Trier-Stadt	144	4.8	2.0	1.8	0.2	0.4	-1.5	1.2	-2.0	1.2	0.4	3.1	1.9	7.3	5.3
Trier-Berg	265	4.9	3.4	0.9	-0.3	-0.5	-1.5	0.2	-1.5	0.0	-0.2	3.5	2.5	8.0	6.1
Blankenrath	397	3.3	2.5	-1.3	-1.7	-3.0	-3.2	-1.3	-1.3	-1.4	-1.7	0.0	-0.3	5.3	4.9
Sargenroth	424	1.8	4.9	-2.9	-4.4	-3.8	-4.0	0.0	-0.5	0.1	-0.1	-2.6	-3.3	2.9	2.3
Herrstein	302	1.4	-1.0	-2.4	-5.4	0.0	-0.8	-0.9	-2.8	-1.7	-3.1	-3.4	-5.8	1.5	-1.5
Schloßböckelh.	170	3.7	4.6	0.2	-0.5	-1.4	-1.0	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-1.7	-1.3	4.1	3.6
Bad Kreuznach	136	6.3	5.4	1.3	0.3	-0.7	-2.5	1.3	-1.0	-0.5	-1.4	-1.6	-2.6	4.3	0.5
Alzey	175	6.2	2.0	1.5	-0.5	-0.8	-3.5	2.0	0.0	0.1	-1.5	-1.7	-3.7	2.5	-0.5
Mainz-Weisenau	123	7.2	5.4	1.2	0.0	-0.5	-1.4	2.6	1.3	0.5	0.5	-0.8	-1.4	5.8	3.0
Worms	91	6.4	—	2.8	—	0.1	—	2.6	—	2.5	—	0.4	—	4.5	—
Deidesheim	128	7.6	6.5	3.6	1.5	0.6	-1.6	2.3	1.4	1.7	1.0	-0.3	-1.6	4.1	1.6
Bad Dürkheim	130	7.5	7.1	2.4	1.2	0.0	-1.5	2.0	1.0	1.9	1.0	-1.2	-4.0	4.0	1.5
Neustadt/Weinstr.	140	5.8	5.4	1.9	1.5	0.6	-0.5	2.1	1.2	1.7	1.1	-0.4	-1.6	5.6	3.7
Bergzabern	181	5.7	—	2.2	—	-0.2	—	1.2	—	1.0	—	-0.8	—	7.2	—
Neumühle	253	1.0	-1.6	-2.0	-5.2	-2.0	-6.0	-0.5	-3.9	-0.4	-2.4	-3.5	-6.5	-1.6	-1.0
Kaiserslautern	280	1.4	—	-0.7	—	-1.3	—	-0.8	—	-0.1	—	-3.2	—	3.8	—
Pirmasens	397	3.6	2.2	-0.6	-1.8	-2.8	-3.7	-1.4	-2.4	-1.4	-2.6	0.9	-1.4	7.5	5.6
Weinbiet	557	3.4	2.4	-0.7	-1.5	-3.3	-4.0	-1.3	-1.6	-1.1	-1.6	0.1	-3.1	5.6	1.6

Stationen
im Weinbaugebiet

Stationen
über 170 m NN

Temperaturminima unter 0° C: *Kursiv*
Absolutes Temperaturminimum: **halbfett**

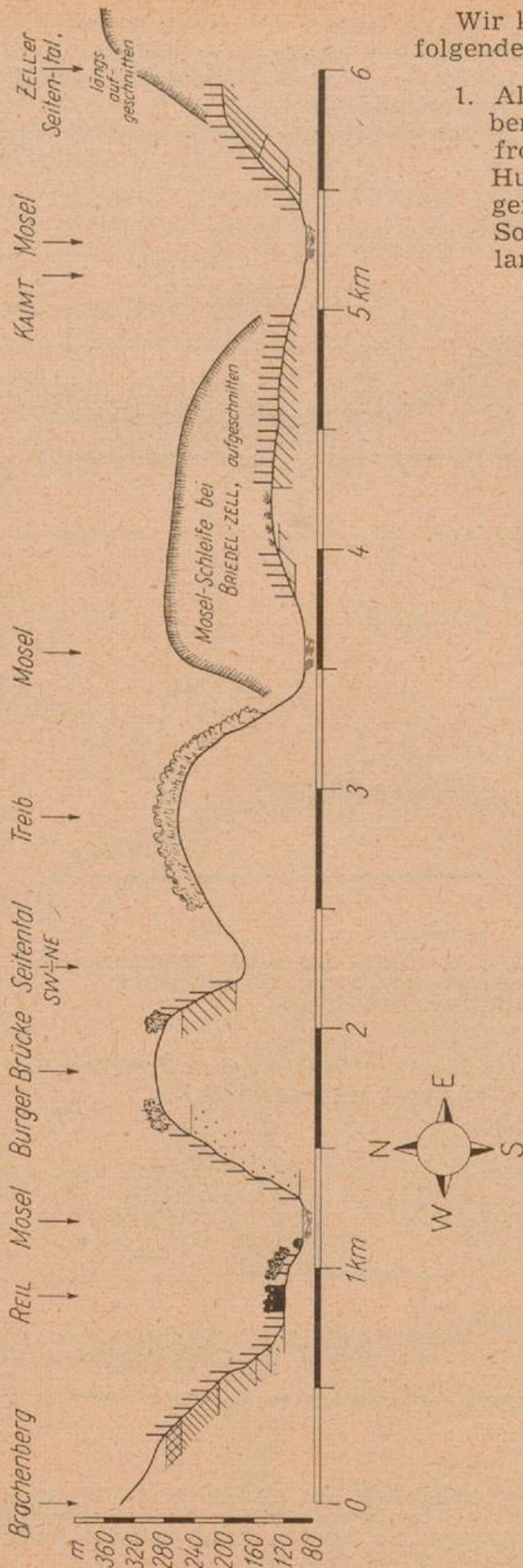


Abb. 5
 Geländeschnitt durch die Moselschleifen bei Reil-Briedel-Kaimt:
 Frostschäden durch Advektivfrost.

	Wingerte
.....	ungeschädigtes Reb Gelände
////	≤ 25% des Reblaus erfroren
////	26—50% des Reblaus erfroren
////	51—75% des Reblaus erfroren
////	76—99% des Reblaus erfroren
////	100% des Reblaus erfroren

Wir können daher ohne weiteres in der folgenden Weise gliedern:

1. Alle Lagen über ca. 180 m NN haben Schäden nur durch Advektivfrost: Hochebenen von Eifel und Hunsrück mit den beiden Talführungen von Mittelrhein und Mosel; Soonwald und nordpfälzisches Bergland (Abb. 5)

2. Alle Lagen unter 180 m NN haben, sofern sie nördlich der Autobahn Kaiserslautern - Worms liegen, Schäden durch Advektivfrost und meist auch zugleich durch Strahlungsfrost — je nach Höhenlage in vielfältigen Übergängen bis zu reinen Strahlungsfrosten:
Bergland an der Nahe und in der Nordpfalz, rheinhessisches Hügelland (Abb. 6)

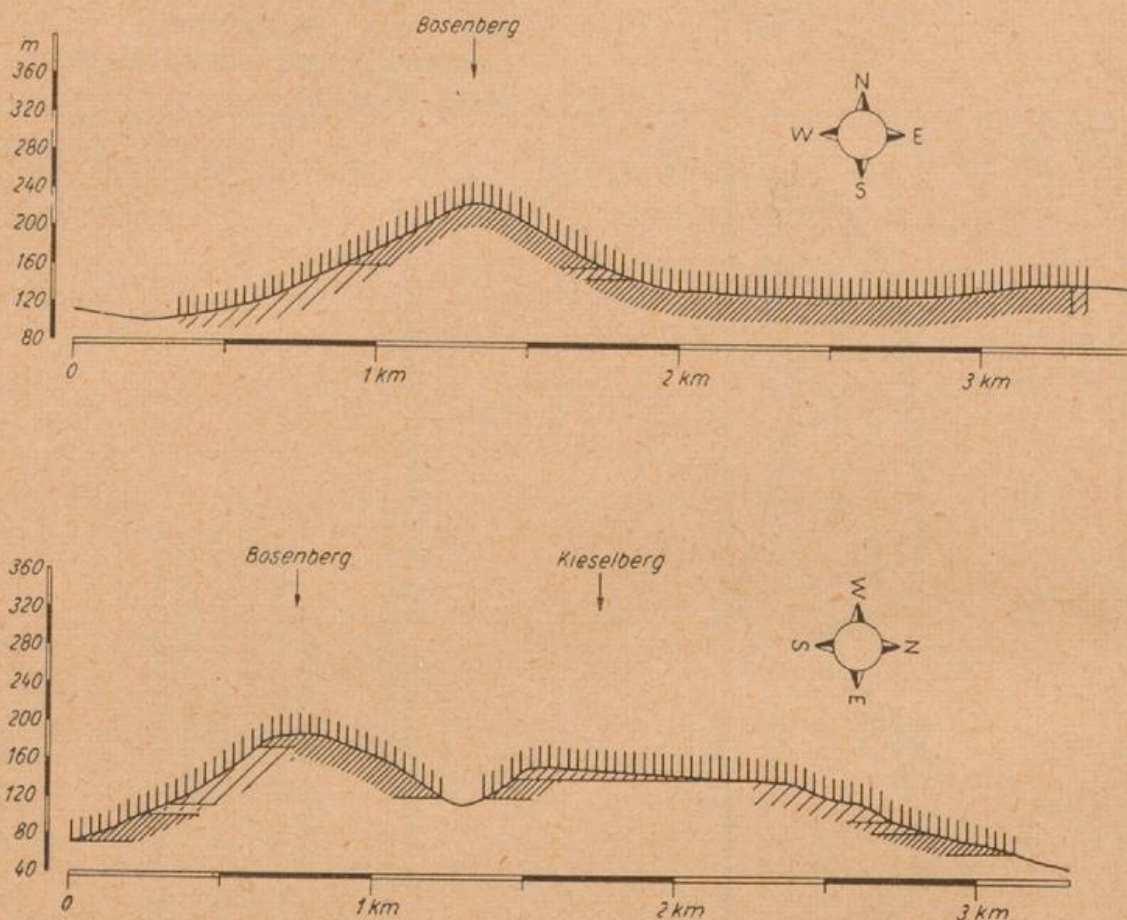


Abb. 6

Geländeschnitte W—E und N—S durch den Bosenberg (Rheinhessen):
Frostschäden durch Advektiv- und durch Strahlungsfrost.
(Zeichenerklärung wie Abb. 5)

3. Alle Lagen entlang des Pfälzer Haardt-Randes haben Schäden nur durch Strahlungsfrost leichter bis höchstens mittlerer Stärke:
Oberrheinische Tiefebene (Abb. 7)

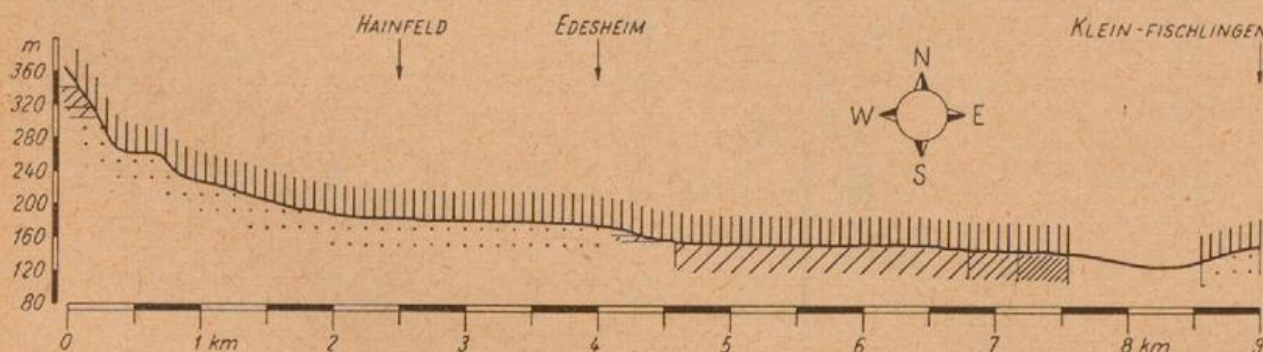


Abb. 7

Geländeschnitt durch das pfälzische Weinbaugebiet am Haardt-Rande bei Hainfeld — Klein Fischlingen (Kreis Landau i. d. Pfalz): Frostschäden durch Strahlungsfrost (höchste Lagen am Talaustritt noch Andeutungen von Schäden durch Advektivfrost).
(Zeichenerklärung wie Abb. 5)

Ergänzend sei ohne ausdrücklichen Beweis dafür angemerkt: Entlang des Rheines zwischen Worms und Bingen zieht sich ein Streifen praktisch ungeschädigten Reblandes hin; seine tiefe Lage schützte vor dem Zugriff des Advektivfrostes, und die „Warmwasserheizung“ des Rheines verhütete die leichten Strahlungsfrostschäden. Ähnliches gilt auch mutatis mutandis für die Täler der Mosel, des Mittelrheines und der Saar.

Diese Gliederung nach den Hauptschadens-Ursachen ist zugleich eine geographisch-geomorphologische; sie gewinnt zusammen mit dem aerologischen Aufbau der Troposphäre in den einzelnen Frostnächten ihr besonderes Gewicht.

3. Die Schadwirkungen

3.1. Reine Advektivfrost-Schäden

Auf Grund der Natur des Advektivfrostes mit seiner fremdbürtigen Kaltluft und der Temperaturabnahme mit der Höhe sind durch ihn stets die höheren Lagen stärker mitgenommen worden als die tieferen. Wir erkennen ihn darum im Schadbild daran, daß die Schwere der Schäden von oben nach unten abnimmt

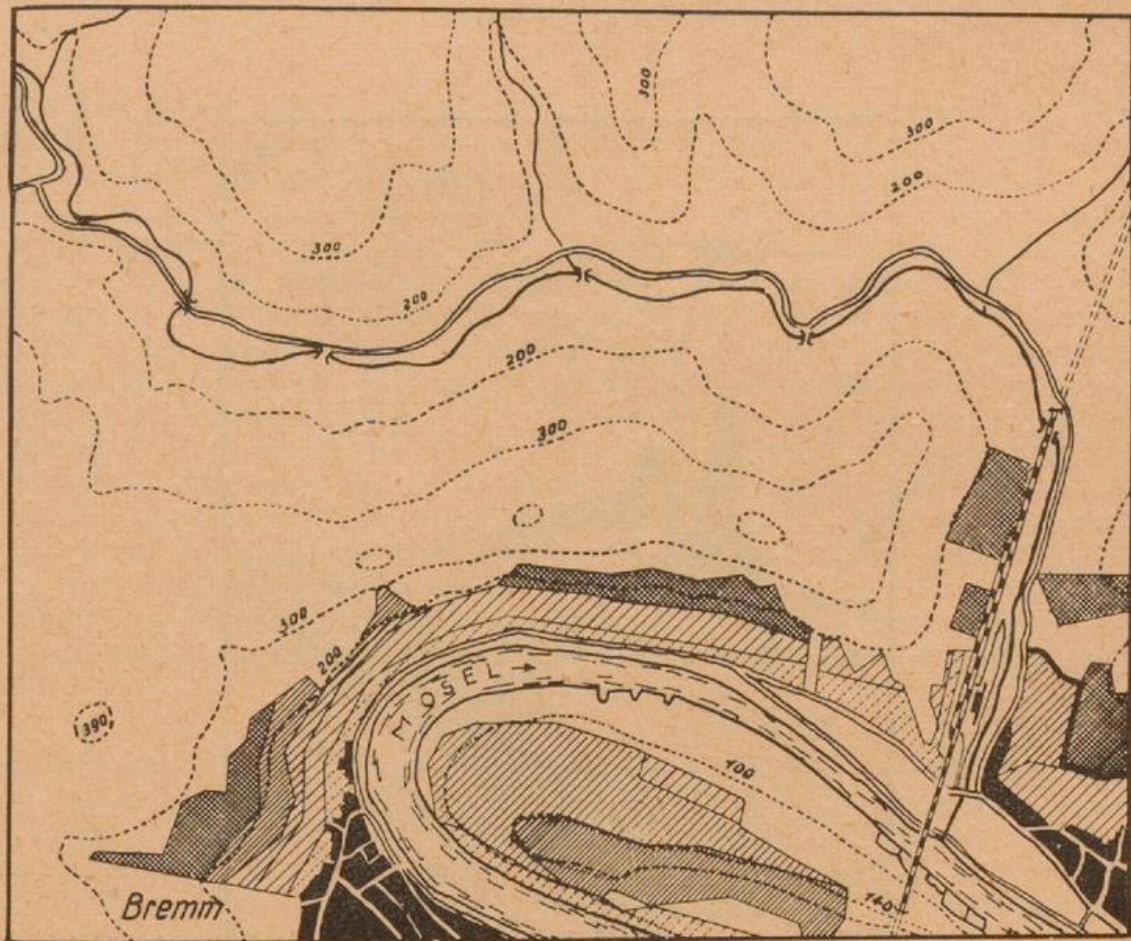










Abb. 8

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 5808 Cochem: Frostschäden durch Advektivfrost in der Gemarkung Bremm/Mosel.

-  ungeschädigtes Reb Gelände
-  $\leq 25\%$ des Reblaus erfroren
-  26—50% des Reblaus erfroren
-  51—75% des Reblaus erfroren
-  76—99% des Reblaus erfroren
-  100% des Reblaus erfroren
-  Höhenlinien
-  Gebiet aktiven Frostschutzes

Ein Musterbeispiel dafür ist das Schadbild der Gemeinde Bremm (Abb. 8) mit den Rebflächen auf der linken Moselseite. Hier, wo keine Strahlungsfrostnacht gemeldet worden ist, vermindert sich deutlich der obere, totale Schaden nach unten zum Flusse hin auf wenige Prozent, und zwar viel unvermittelter auf den Steilhängen des „Calmont“ als auf den flacheren Hängen westlich der Ortschaft. In zahlreichen anderen Moselgemeinden — wie auch am Mittelrhein — blieb sogar ein mehr oder weniger hoher Streifen über der Talsohle ungeschädigt (s. 2. 3. unt.). Denn im wesentlichen strömte die polare Kaltluft über die Hochflächen von Eifel und Hunsrück hinweg (s. Abb. 5), ohne merklich in die verschlungenen engen Täler von Mosel und Mittelrhein eindringen zu können, zumal diese Täler höchstens stückweise in der damals herrschenden Windrichtung streichen und damit der Kaltluft hätten freien Zutritt geben können. Nur dort, wo ins Tal eindringende Kaltluft (z. B. durch Seitentäler) noch einmal gestaut werden konnte wie etwa durch den Ort Klotten (Abb. 9 und 10), konnte es räumlich eng begrenzt auch in den tiefen, flußnahen Lagen zu stärkeren Schäden kommen. Gleiches gilt auch für den „Agritiusberg“ in Oberremmel (Saar), wo allerdings aktiver Frostschutz (!) getrieben worden ist, so daß die Schäden nur teilweise die charakteristische Schadstufung erkennen lassen.

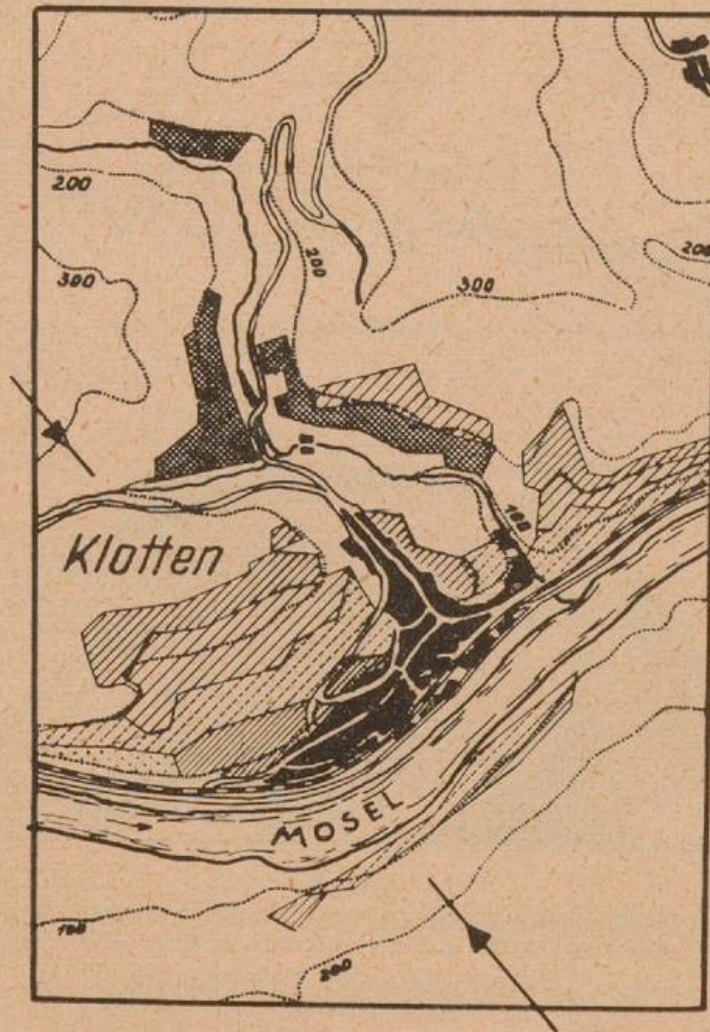


Abb. 9

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 5809 Treis: Frostschäden durch Advektivfrost in der Gemarkung Klotten/Mosel; Kaltluftstau durch die Ortschaft.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

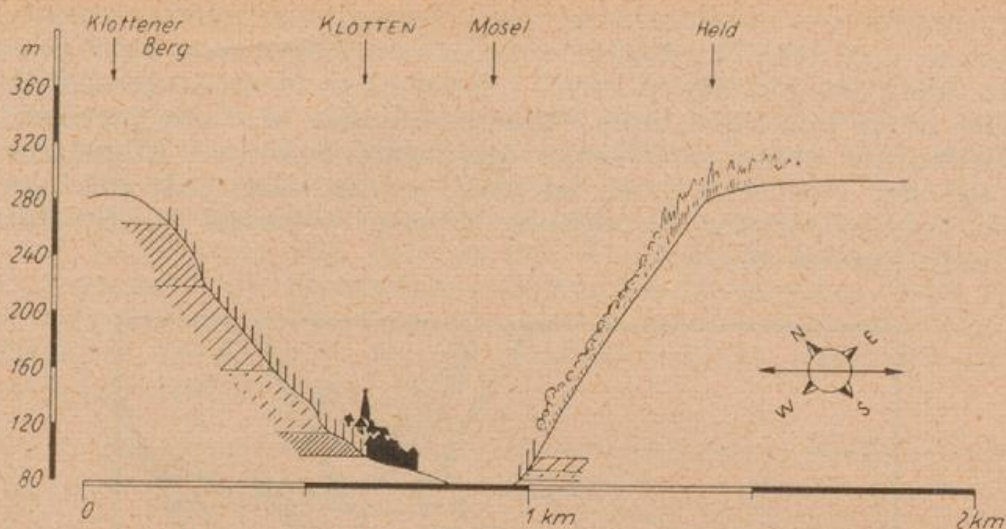


Abb. 10

Geländeschnitt durch das Moseltal bei Klotten: Frostschäden durch Advektivfrost, Kaltluftstau durch die Ortschaft. (Zeichenerklärung wie Abb. 5)

Die Untergrenze des Totalschadens ist — dank der vorbildlichen Protokollierung der Schäden durch das Weinbauamt Cochem, durch die Landes-Lehr- und Versuchsanstalt Bad Kreuznach und die Weinbauschule Bullay — mit ca. 180 m NN als sicher gegeben. Alle Lagen über 180 m NN sind durchwegs total geschädigt worden, so fast der gesamte Weinbau der Kreise Kreuznach und Birkenfeld und der gesamte nordpfälzische Weinbau in den Kreisen Kusel, Rockenhausen, Kirchheimbolanden sowie in den höheren Lagen des Kreises Frankenthal. Nur ganz kleine Parzellen, die flächenmäßig überhaupt nicht ins Gewicht fallen und die bei dem relativ kleinen Maßstabe in der Kartierung meist auch gar nicht herauszuheben sind, konnten glimpflicher davonkommen. In allen diesen Fällen spielte die Gunst ihrer Lage hinter Felsnasen (z. B. „Kafels“ bei Norheim/Nahe) oder hinter Waldstücken, in Bodenwellen oder in Mulden (z. B. Mulde in Niederhausen-Schloßböckelheim/Nahe) usw. die entscheidende Rolle. In einem Falle gilt das Gesagte für eine größere Fläche, nämlich für die Rebflächen der Gemeinden Kirschroth und Meddesheim im Kreise Kreuznach; beide liegen im Windschutz von Waldstücken und haben sogar eine ins Einzelne gehende Differenzierung des Schadbildes. Für sie gilt zweifellos auch das Folgende.

Die Schäden durch Advektivfrost mußten die davon betroffenen Weinbaugebiete um so empfindlicher treffen — so wurden in der Gemeinde Feilbingert (Kreis Rockenhausen) rund 40 ha in Umstellung auf Pfropfreben befindliches Weinbergsgelände vernichtet, denn hier hatte man niemals mit Frösten gerechnet (300 m NN!), — als ja die hohen und deswegen normalerweise frostfreien Lagen zugleich die hochwertigen Weine hervorbringen. So kam es 1957 vielfach zu dem Paradoxon, daß die minderen Lagen im Verhältnis gelinder mitgenommen wurden — ohne daß sich dieses immer durch die bisher bewährte Schadstufung von 25 zu 25% hätte ausdrücken lassen. Der Grund für diesen Unterschied ist ein doppelter: diese minderen, weil meist tiefen und darum strahlungsfrostgefährdeten Lagen waren dem eisigen Winde des Advektivfrostes oft nicht so unmittelbar ausgesetzt wie die weiter hangaufwärts und freier liegenden Wingerte. Ferner war in den tieferen und damit auch kälteren Stellen der ohnehin frühe Austrieb des Frühjahres 1957 noch nicht so weit vorangeschritten wie auf den höheren und sonnigeren Hanglagen. Für diese Differenzierung in der Vertikalen sei als Beispiel Bornheim (Kreis Alzey) (Abb.

11 und 12) angeführt; in Lonsheim und Dautenheim (Kreis Alzey) zeigt sich das gleiche: In den nach Nordosten exponierten Rebflächen sind nur die obersten Lagen über 230 bis 240 m NN — diese aber total — geschädigt worden, während die tiefer liegenden ohne Schaden blieben; erst am dortigen Wiesberg gibt es wieder auf seiner Südflanke (geringen) Schaden. Allgemein war der Austrieb auf der Nordseite noch so weit zurück, daß sich nur der massive Angriff des Advektivfrostes abzeichnen konnte, während die Strahlungsfröste ohne sichtbare Spuren blieben.

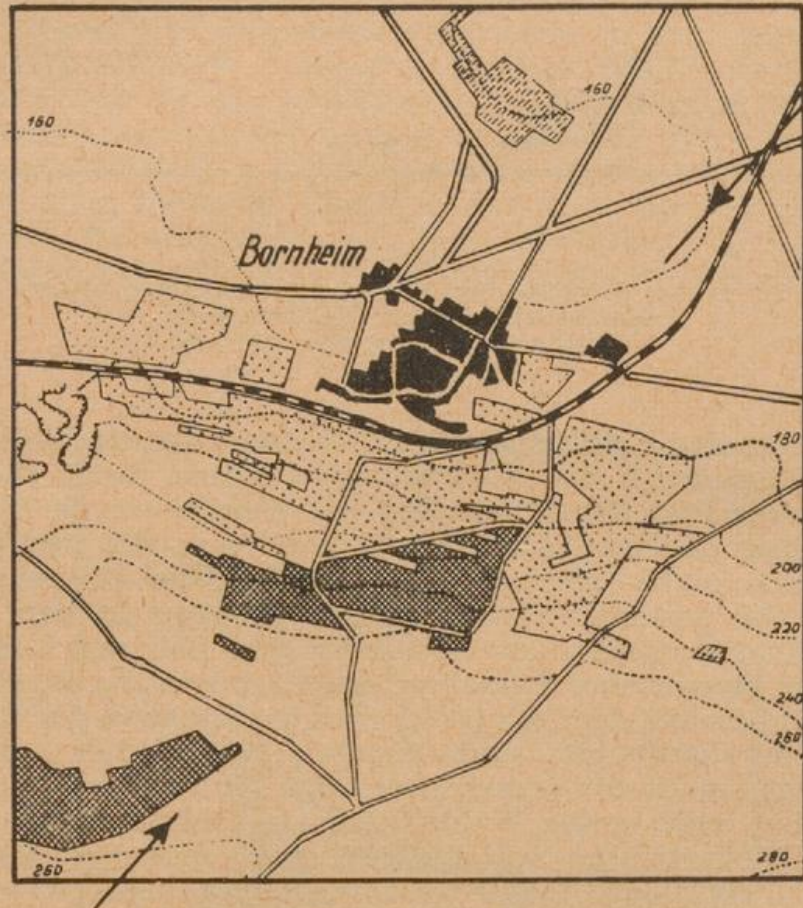


Abb. 11

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im rheinhessischen Weinbau, Blatt 6214 Alzey: Frostschäden durch Advektivfrost — scharfe untere Grenze des Advektivfrost-Schadens in der Gemarkung Bornheim (Kreis Alzey). (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

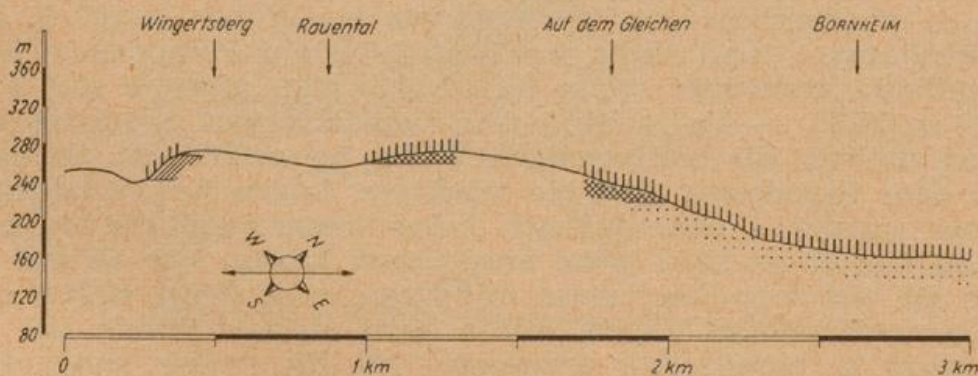


Abb. 12

Geländeschnitt bei Bornheim (Kreis Alzey): Scharfe untere Grenze des Advektivfrostschadens — expositionsbedingte Schonung der tieferen Lagen. (Zeichenerklärung wie Abb. 5)

Ein weiterer feiner Unterschied in dem sonst so einförmigen Schadbild konnte durch die geübte Graduierung nicht deutlich gemacht werden, wurde aber bei Besprechungen immer wieder von Ortskundigen betont: die Westseiten der Hänge sollen in der Regel etwas schwächer betroffen worden sein als die sonnigen Süd- und Südost-Seiten, obwohl sie doch dem eisigen West- bis Nordwest-Winde unmittelbar ausgesetzt gewesen sein müssen. Zu dem schon genannten vertikalen Unterschied tritt also der in der Horizontalen, ebenfalls auf Exposition und verzögerten Austrieb zurückzuführen. Deutlich wird er im Schadbild der Weinbaugemeinden des Ruwertales (Abb. 13), wo die Stärke des Advektivfrost-Schadens nach unten so weit abgeschwächt war, daß zu der sichtbaren Abnahme in der Senkrechten zugleich auch eine Differenzierung in der Waagerechten tritt.



Abb. 13

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 6206 Pfalzel: Frostschäden durch Advektivfrost im Ruwertal mit deutlicher Differenzierung in der Vertikalen und Horizontalen.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

Endlich heben sich an Mittelrhein und an der Mosel die Seitentäler als besonders stark mitgenommen heraus. Doch sei diese Tatsache erst weiter unten (siehe 3.4) gedeutet. Zunächst dürfen wir feststellen, daß auch in den nur von

Advektivfrösten heimgesuchten Gebieten sehr wichtige Unterscheidungen aufzufinden sind (Exposition, Höhenlage, Geländeform usw.), die sehr wohl wertvolle Fingerzeige geben können, und damit auch die Kartierung der seltenen Advektivfröste als durchaus berechtigt bestätigen.

3.2. Reine Strahlungsfrost-Schäden

Bei Strahlungsfrost mit seiner eigenbürtigen Kaltluft müssen — wegen der Temperaturzunahme bis zur Grenze der Bodeninversion — die tiefen Lagen stärker mitgenommen worden sein als die höheren. Wir unterscheiden ihn im Schadbild vom Advektivfrost dadurch, daß die Schwere der Schäden von unten nach oben abnimmt.

Im pfälzischen Weinbaugebiet entlang des schützenden Haardt-Randes gab es praktisch nur eine kalte Nacht (8./9. Mai), und da in dieser Frostnacht die Lufttemperatur-Minima über Boden (5 cm) nur in einem Falle -4° , sonst sogar mehr als -2° betragen haben, kann es sich nur um einen sehr leichten Frost gehandelt haben. So blieben denn auch fast $\frac{3}{4}$ des Rebgebietes ungeschädigt (vgl. Abb. 7), und der Schaden trat nur in einigen wenigen ausgezeichneten Lagen auf; hier aber — wegen der geringen Stärke des Frostes — in einer geradezu musterhaften Differenzierung. Es sind dieses im wesentlichen diejenigen Lagen, die auch schon bei den Kartierungen 1953 und 1955 als besonders frostanfällig hervorgetreten waren.

Wir übergehen alle Einzelfälle, wo sich Streulagen (z. B. Klein-Niedesheim (s. Burckhardt (3))) und die Randzeilen gegen Wiesen und Äcker hin als frostgefährdet gezeigt haben. Namentlich bei den Randzeilen, wo im allgemeinen nur wenige Stockreihen geringfügig geschädigt wurden, ist die Darstellung bei dem relativ kleinen Maßstabe der Meßtischblätter schon unmöglich. Doch sei an einem anderen, größeren Beispiele diese Randwirkung vorgeführt. Im südlichen Gemarkungsteil der Gemeinde Ruppertsberg (Kreis Neustadt a. d. Weinstraße) (Abb. 14) zeigt sich deutlich der Grund der „Mühlseewiesen“ und der „Schleit“ als ein Frostentstehungsgebiet, dessen autochthone Kaltluft dann auf die westlich angrenzenden, fast gleichhoch liegenden Weinberge übergreifen kann. Der langsame Anstieg des Geländes wird sinnfällig in der feinen Schadstufung, die ziemlich genau den Höhenlinien folgt (aber unterschiedlich auf dem S- und dem N-Hang!). Und zwar nimmt die Schwere der Schäden von unten nach oben ab, ein Beweis für reinen Strahlungsfrost. Diese am Ruppertsberger Beispiel anschaulich gemachte Schädigung ist — wenn auch nicht immer so markant — ferner zu sehen in allen Niederungen, wo die von der Haardt herabreichenden Rebflächen in das ebene Wiesen- oder Ackergelände der Oberrheinischen Tiefebene auslaufen (vgl. Abb. 7), so zwischen Forst, Deidesheim und Niederkirchen, in der Kirrweiler Gemarkung, bei den tiefen Edesheimer Streulagen, bei den tiefen Hambacher Lagen beiderseits der Bahnlinie Neustadt - Landau, den „Prillwiesen“ von Diedesfeld, usw.

Solche Schäden am Rande von Frostentstehungsgebieten aber müssen verstärkt werden, wenn auch die geringsten Abflußmöglichkeiten für die eigenbürtige Kaltluft unterbunden werden, und diese dadurch zu einem Kaltluft-See vertieft werden kann. Ein gutes Beispiel dafür ist der Grund ostwärts der Gemeinde Forst a. d. Weinstraße (Kreis Neustadt a. d. Weinstraße) (Abb. 15), der nach Osten hin durch einen Bahndamm hoch abgeriegelt ist. So entsteht hier eine „Suppenschüssel“, die zudem nicht nur die ständig wachsende eigenbürtige Kaltluft enthält, sondern höchst wahrscheinlich noch weiter durch die von den Hängen der Haardt herabrinne Kaltluft gefüllt wird. Denn schon in der Kartierung 1953 (siehe Burckhardt (3)) zeigte sich, daß die sich nach Süden ausweitende Ortschaft diese von den Hängen fließende Kaltluft aufstaut

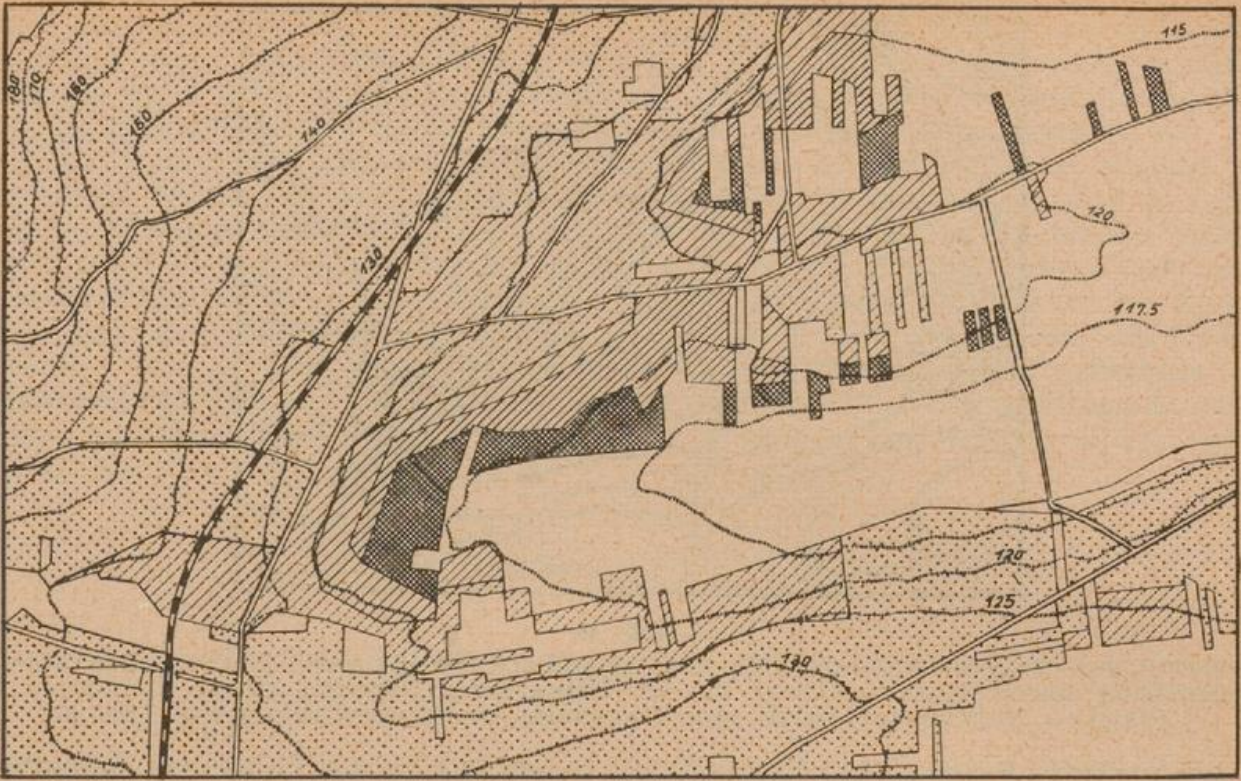


Abb. 14

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im pfälzischen Weinbau, Blatt 6615 Haßloch: Frostschäden durch Strahlungsfrost in der Gemarkung Ruppertsberg (Kreis Neustadt a. d. Weinstraße) — Randschäden durch Kaltluftbildung über Wiesen.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

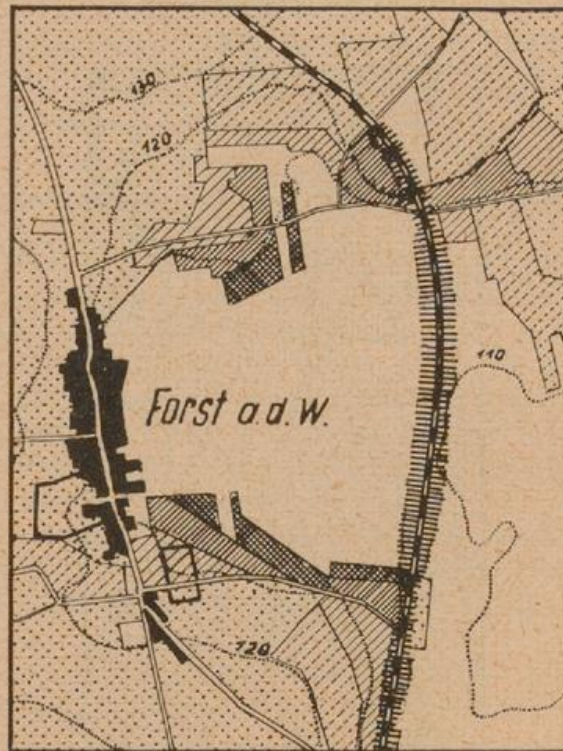


Abb. 15

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im pfälzischen Weinbau, Blatt 6515 Dürkheim Ost: Frostschäden durch Strahlungsfrost in der Gemarkung Forst a. d. Weinstraße (Kreis Neustadt a. d. Weinstraße) — Kaltluftstau durch einen Bahndamm.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

(„Ungeheuer“), was 1957 — wenn auch in bescheidenem Umfange und nicht ganz sicher — für die Lage „Elster“ bestätigt wird.

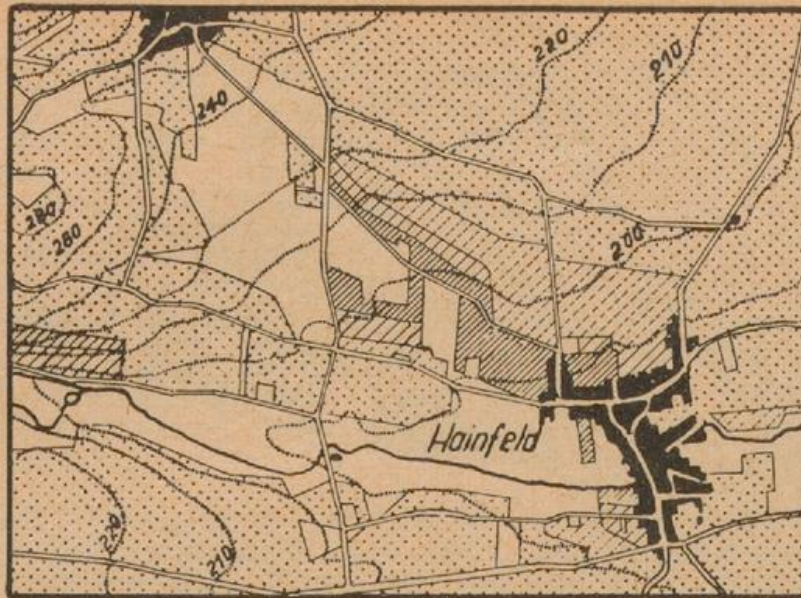


Abb. 16

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im pfälzischen Weinbau, Blatt 6714 Edenkoben: Frostschäden durch Strahlungsfrost in der Gemarkung Hainfeld (Kreis Landau i. d. Pfalz) — Kaltluftstau durch eine Ortschaft. (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

Ein anderes Beispiel für Kaltluftstau durch Bebauung bietet das Schadbild der Gemeinde Hainfeld (Kreis Landau i. d. Pfalz) (Abb. 16). Hier fließt die auf dem großen Wiesengelände ostwärts Weyher i. d. Pfalz entstehende Kaltluft infolge der auffälligen Geländeneigung in Richtung auf das Modenbachtal ab, wird dann aber durch die Ortschaft Hainfeld, die dem Tallauf quer vorliegt, aufgehalten. Und ähnlich wird in Bad Dürkheim (Abb. 17) die von den Hängen

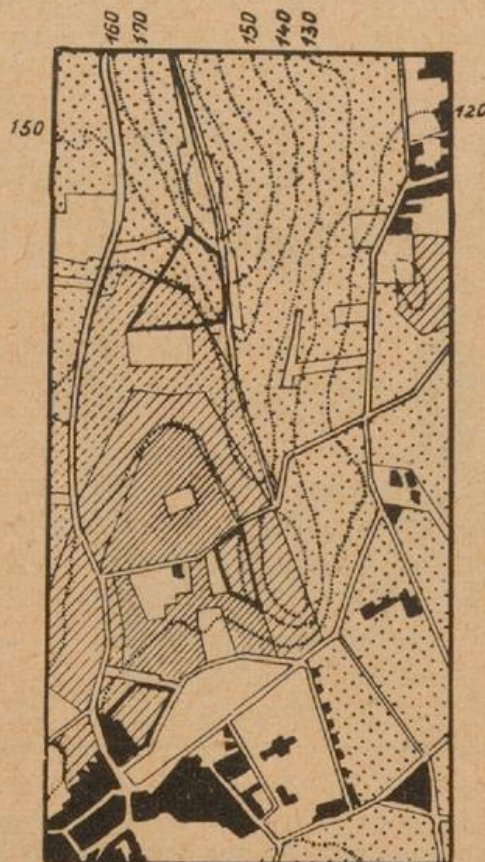


Abb. 17

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im pfälzischen Weinbau, Blatt 6515 Dürkheim Ost: Frostschäden am Nordausgang von Bad Dürkheim — Schadsteigerung durch gelände- und siedlungsbedingte Abflußbehinderung. (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

des „Annaberges“, des „Spielberges“ und des „Michelsberges“ herabströmende Kaltluft in der Senke mit der Lage „Gerth“ infolge der zunehmenden Bebauung entlang der Straße Dürkheim - Ungstein und an der „Wurschtmartwiese“ abgeriegelt und führte diesmal bis zu mittleren Schäden (siehe Anm. S. 10).

Nun muß hier ergänzt werden, daß es auch in der Pfalz an einigen, bestimmten Stellen zu reinen Advektivfrösten gekommen ist. So sind in Leinsweiler (Kreis Landau i. d. Pfalz) die über 300 m NN hohen Lagen am Talausgang total geschädigt worden (Abb. 18). Aber diese Schäden gehen nach unten fast augenblicklich in das weithin ungeschädigte Reb Gelände über. Im Zusammenhang mit der Untergrenze des Totalschadens im Zentrum des Schädgebietes (180 m NN) erkennt man deutlich, wie sich die „Kaltluftschale“ des Polarlufteinbruches nach Süden hin aufgewölbt hatte (siehe Aufstieg Stuttgart Abb. 3). Wir kommen auf diese Advektivfrosts Schäden weiter unten zurück (siehe 3.4.).

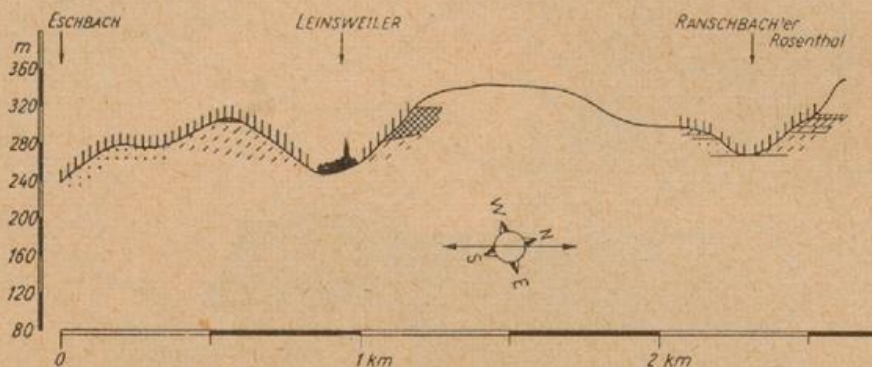


Abb. 18

Geländeschnitt bei Leinsweiler (Kreis Landau i. d. Pfalz): Frostschäden durch Advektivfrost in den hohen pfälzischen Berglagen. (Zeichenerklärung wie Abb. 5)

3.3. Schäden durch Advektivfrost und durch Strahlungsfrost in Verbindung

Dort, wo nun die Wirkungen des Advektivfrostes und des Strahlungsfrostes zusammentrafen und vielfach auch übereinandergriffen — wie vor allem in dem mittelhohen, hügeligen Rheinhessen —, bietet sich ein buntes Schadbild, das verwirrt und oft nicht zu leicht zu deuten ist. Es soll daher an Hand eines markanten Beispielen, am Bosenberg im Kreise Bingen und dem nördlich vorgelagerten Kieselberg, alles wesentliche herausgestellt werden, was dort immer wieder in vielfältiger Variation und Modifikation zu finden ist, wo Advektivfrost und Strahlungsfrost zusammentrafen.

Der Bosenberg selber (Abb. 6 und 19) läßt ganz klar 3 Zonen erkennen: eine obere, schwer geschädigte; eine mittlere, weniger schwer getroffene; und eine untere, die wiederum höhere Schädigungsgrade zeigt. Die Erklärung ist nicht schwer:

Der obere Teil wurde in der Nacht 5./6. Mai vom Advektivfrost heimgesucht und schwer mitgenommen. Gemäß der Natur des Advektivfrostes nehmen diese Schäden nach unten ab.

Der untere Teil, vermutlich auch noch vom Advektivfrost etwas in Mitleidenschaft genommen, wurde in der Nacht 8./9. Mai vom Strahlungsfrost geschädigt, dessen Wirkung nach oben hin abnahm.

Der mittlere Teil wurde sowohl in der ersten (Advektivfrost-) Nacht wie in der zweiten (Strahlungsfrost-) Nacht von den Grenzgebieten der jeweils wirkenden Kaltluft erfaßt. Die Summierung beider Ursachen resultiert in mittleren Schäden.

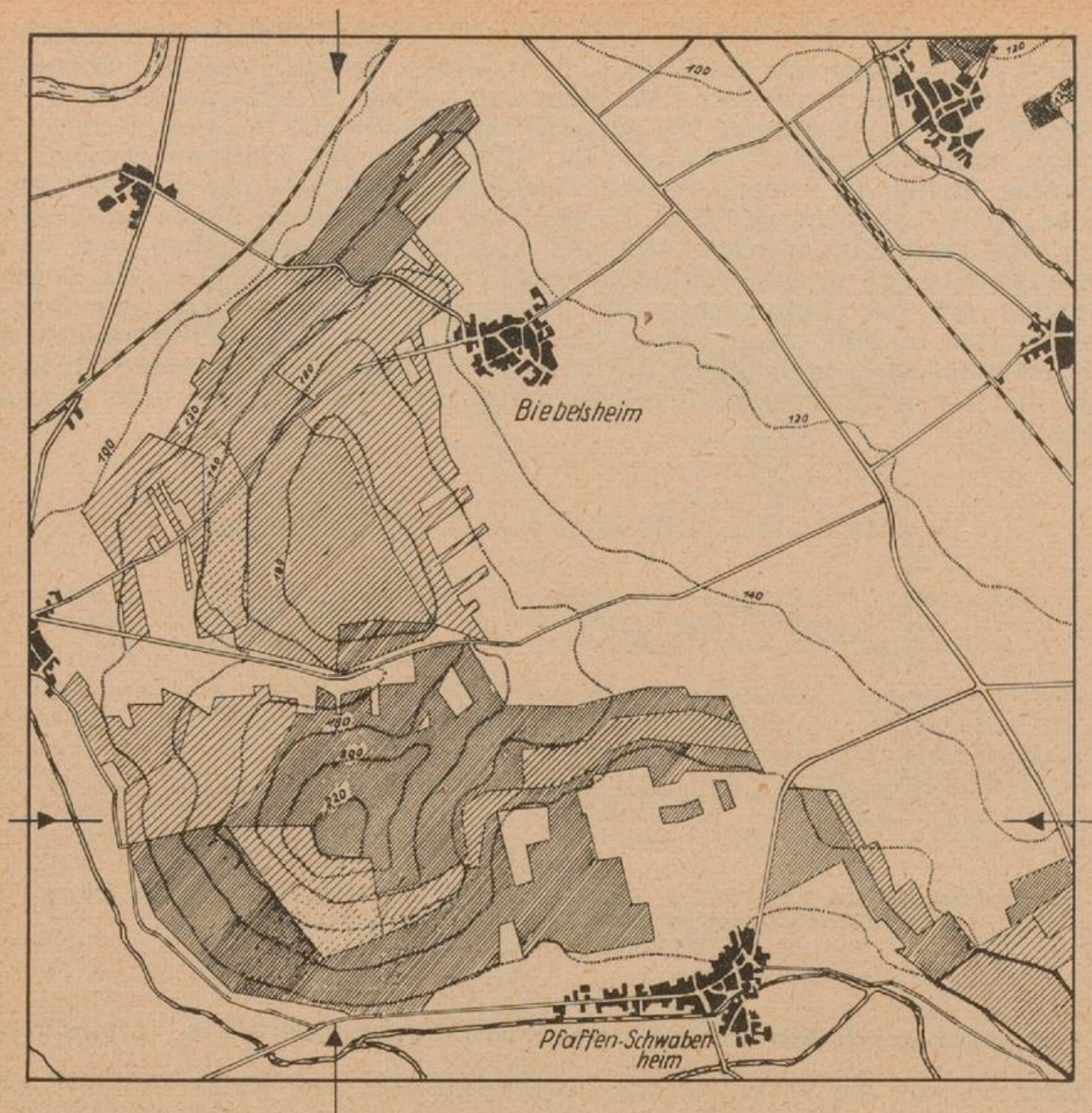


Abb. 19

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im rheinhessischen Weinbau, Blatt 6113 Bad Kreuznach: Frostschäden durch Advektivfrost und durch Strahlungsfrost im Bereich des Bosenbergs bei Pfaffen-Schwabenheim (Kreis Bingen) mit zonaler Trennung (vgl. auch Abb. 6).
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

Obwohl mehrere Gemeinden in ihren Gemarkungen diese Schäden beurteilten, lassen sich diese Schichten über den SW-, S- und SE-Teil des Berges lückenlos verfolgen; sie setzen sich dann auch noch in die Gemarkung Baden-heim sowie in die Gemarkung Planig (auf dem Kieselberg) hinein fort.

Neben dieser Trennung von Advektivfrost und von Strahlungsfrost in der Vertikalen lassen Bosenberg und Kieselberg noch einmal die schon oben (siehe 3.1.) genannte Differenzierung in der Horizontalen erkennen. Wieder sind die Südwest-, Süd- und Südost-Hänge stärker als die West-, Nordwest- und Nordost-Hänge betroffen, wobei aber die zonale Gliederung durchaus erhalten bleibt!

Solche Expositions-Unterschiede, von denen schon gesprochen wurde (siehe 3.1.), finden sich nochmals in der Nachbarschaft des Bosenberges. Man vergleiche einmal die Schadbilder auf den drei aufeinanderfolgenden flachen

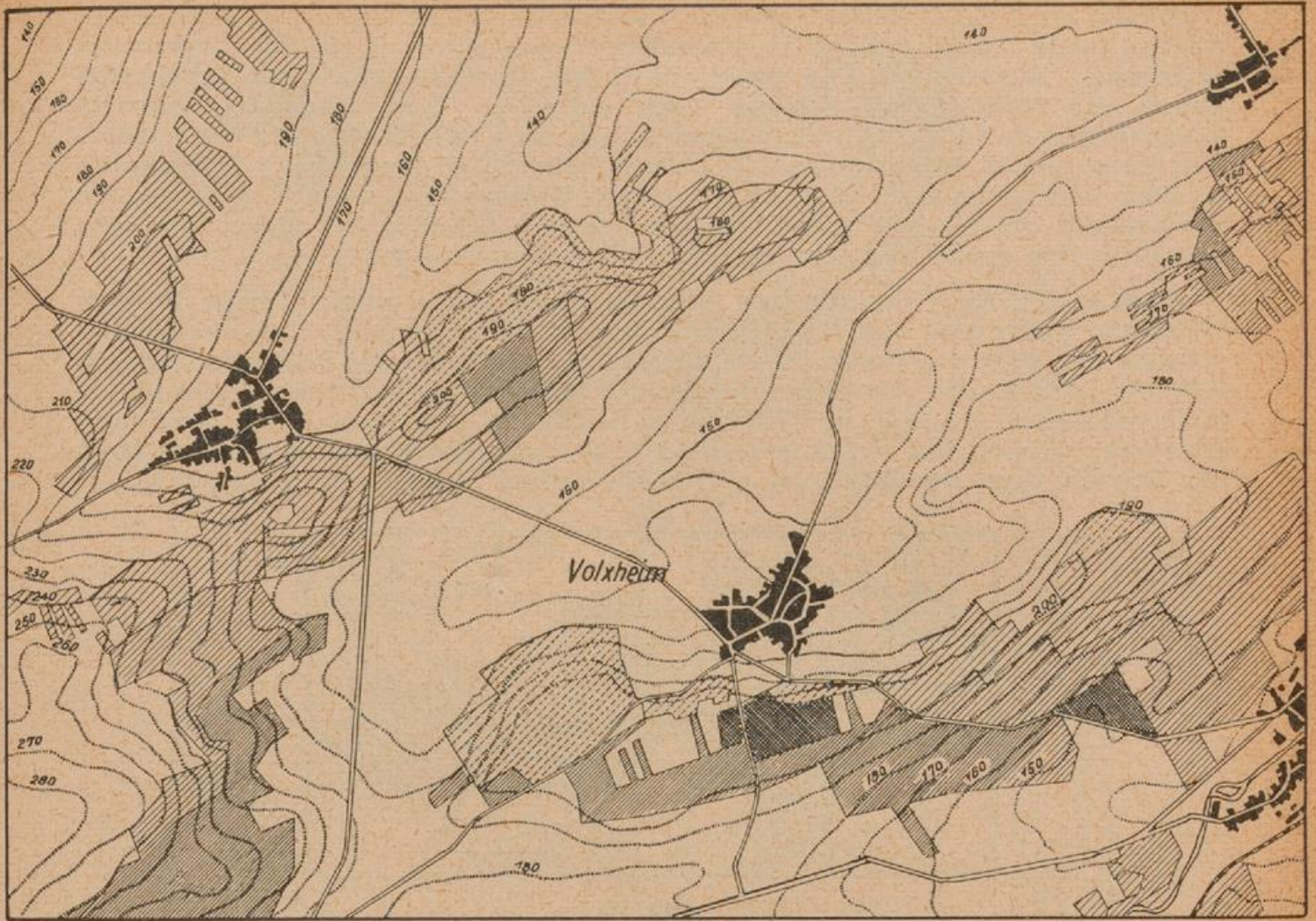


Abb. 20

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im rheinhessischen Weinbau, Blatt 6113 Bad Kreuznach: Frostschäden in den Gemarkungen Hackenheim-Volxheim-Wöllstein (Kreis Bingen) — Auffällige Abhängigkeit der Schadintensität von der Exposition.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

Höhenrücken: Bad Kreuznach - Hackenheim, Hackenheim - Volxheim, Volxheim - Wöllstein. Auch hier ist trotz der Schätzung in vier Gemeindekommissionen der Unterschied jeder NW-Seite gegenüber der SE-Seite auffällig (Abb. 20).

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß in den hoch liegenden Weinbaugebieten, wo es nach dem Advektivfrost wenigstens teilweise noch eine Untergrenze des Totalschadens gegeben hat (wie z. B. im Alsenzthal etwa unter 160 m), daß diese Untergrenze durch den nachfolgenden Strahlungsfrost gänzlich beseitigt worden ist. So entstand ein gleichförmiges Schadbild, das sich nun nicht mehr von dem reiner Advektivfrostschäden ringsum unterscheidet. Diese Verhältnisse dürfen wir als gegeben annehmen für das Schadgebiet im Hunsrück (Nahe) und im nordpfälzischen Bergland. Denn hier beträgt die mittlere Massenerhebung ca. 200—300 m NN. Die Rebflächen liegen hoch und verbreitet vor allem auf den Südhängen, und eine so ausgezeichnete Drainage wie die durch Mosel- und Mittelrhein-Tal fehlt. Dort aber konnte die Kaltluft nicht nur schneller und besser abgeführt werden, sondern wurde dabei auch durch das Flußwasser angewärmt. Und endlich beschränkt sich dort der Weinbau auf die Bergflanken der Täler. Nur im Kreise Wittlich gibt es auf der Hochfläche der Eifel einige Wingerte, die aber auch ganz erfroren.

Sobald aber das Gelände tiefer lag oder weiter südlich des Kaltluftzentrums, wurden beide Schadursachen auseinandergesogen, wie z. B. an der Grenze des pfälzischen Weinbaugebietes gegen das von Rheinhessen: in Albsheim/Eis nimmt die Schwere der Schäden noch von oben nach unten ab, ostwärts daneben gibt es in Mülheim/Eis generell nur noch leichte Schäden auf mittlerem Hang und in der folgenden Gemeinde Colgenstein-Heidesheim nehmen die Schäden von unten nach oben ab. Und nach Süden reicht diese Übergangszone bis Leistadt am Haardt-Rande, wo der schwere Schaden der Berglagen sehr schnell in das ebene ungeschädigte Weinbaugebiet übergeht.

Auch in der Nähe des Rheines läßt sich dieses Auseinanderfächern deutlich erkennen, wenn man von Bingerbrück naheaufwärts bis nach Langenlonsheim vorgeht. So ist in Dorsheim (Kreis Kreuznach) (Abb. 21) die Schädigung durch Advektivfrost in der Abnahme leichter Schäden von oben nach unten bis zu ungeschädigtem Gelände in den oberen Lagen zu erkennen. Aber der Saum schwerer Schäden tief unten zeigt, daß hier nochmals Strahlungsfrost gewirkt hat, der das vom Advektivfrost verschonte untere Reb Gelände heimsuchte.

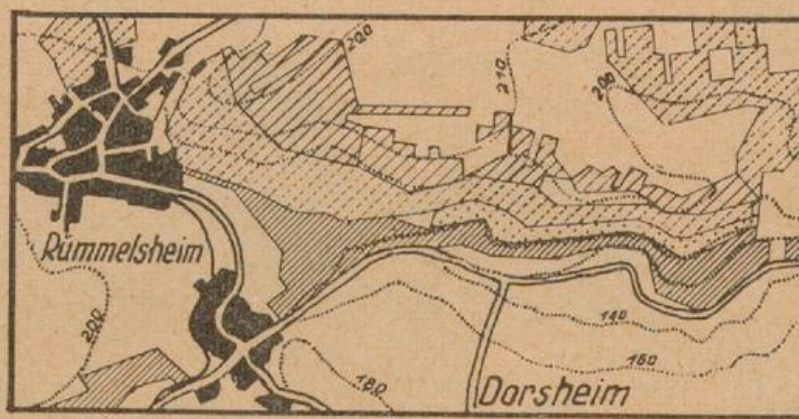


Abb. 21

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 6013: Frostschäden durch Advektivfrost und durch Strahlungsfrost in der Gemarkung Dorsheim (Kreis Kreuznach), getrennt durch ungeschädigtes Gelände. (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

3.4. Die Seitentäler und ihre Schäden

In der Pfalz hat Advektivfrost aber nun auch in einem anderen Teil als in den ausgesprochen hohen Lagen (s. o.: Leinsweiler, Abb. 18) gewirkt. So fällt in dem sonst nur an einzelnen Stellen von leichten Frostschäden gezeichneten Gebiet die Ballung sämtlicher, und vor allem der schweren Schadstufen im Raum Albersweiler (Kreis Landau i. d. Pfalz) (Abb. 22) auf, die sich im Queichtale bis nach Landau hinunterziehen. In einem von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße erstellten Gutachten, das sich u. a. auch auf die Frostschadenskartierung 1953 stützen konnte, waren als Frostursachen für dieses Gebiet postuliert worden (vgl. Burckhardt (3)): Der verstärkte Zufluß von Kaltluft aus dem oberen Queichtal infolge der Talerweiterung bei Albersweiler durch die dortige Steinbruchnutzung, und dadurch Rückstau der eigenbürtigen Kaltluft in die Seitentäler von Birkweiler und St. Johann. Es wurde auf Grund des Schadbildes 1953 angenommen, daß die Kaltluft auf die zwischen Albersweiler und Siebelingen liegenden Rebhänge trafe und dadurch in südöstlicher Richtung abgelenkt würde. Daß diese Annahme richtig ist, beweist das Schadbild der Kartierung 1957 — allerdings auf eine ungewöhnliche Weise.

Die Nordhänge an der Queich bei Albersweiler-Birkweiler (Abb. 22) haben relativ geringe Schäden, die von unten nach oben abnehmen. Die Südhänge

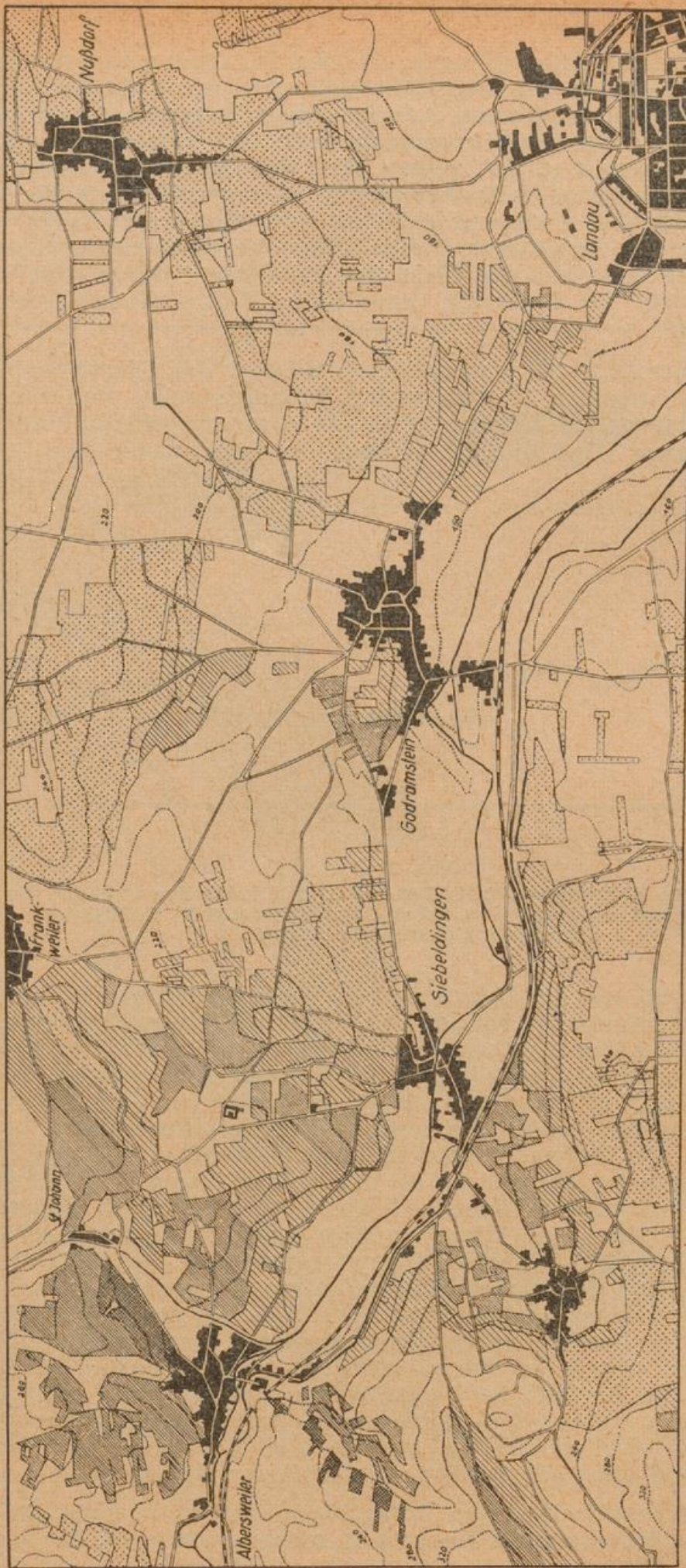


Abb. 22

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im pfälzischen Weinbau, Blatt 6714 Edenkoben:
 Frostschäden durch Advektivfrost und durch Strahlungsfrost am Talausgang der Queich
 und im mittleren Queichtal zwischen Albersweiler und Landau i. d. Pfalz — Zugstraße
 kalter Luft. (Düsenwirkung)
 (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

zwischen Albersweiler und Siebeldingen, die der Talöffnung unmittelbar vorliegen, haben sehr schwere Schäden davongetragen, deren Stärke von oben nach unten abnimmt, die also reine Advektivfrost-Schäden sein müssen. Die weiter queichabwärts liegenden Gemeinden (Abb. 22) waren zwar teilweise noch lokalen Einflüssen ausgesetzt, zeigen aber stets größere Schäden, die im umliegenden ungeschädigten Gelände auffällig hervortreten und die, wie in Landau nochmals deutlich wird, auf Advektivfrost hinweisen. Es ist also im Mai 1957 nun nicht die eigenbürtige Kaltluft des oberen Queichtales gewesen, sondern die Polarluft, die aus der Düse der Talöffnung herausstieß und bis nach Landau hinunter die Zugstraße eines jeden Kaltluftflusses höchst einleuchtend markierte.

Auch in Birkweiler (Abb. 23) waren die hohen Lagen des „Kastanienbusches“ vom Advektivfrost betroffen (Abnahme des Schadensgrades von oben nach unten), während rings um die Ortschaft sich das bekannte Schadbild der Strahlungsfröste abzeichnete. Und ähnlich erfroren in Frankweiler (vgl. Abb. 22)

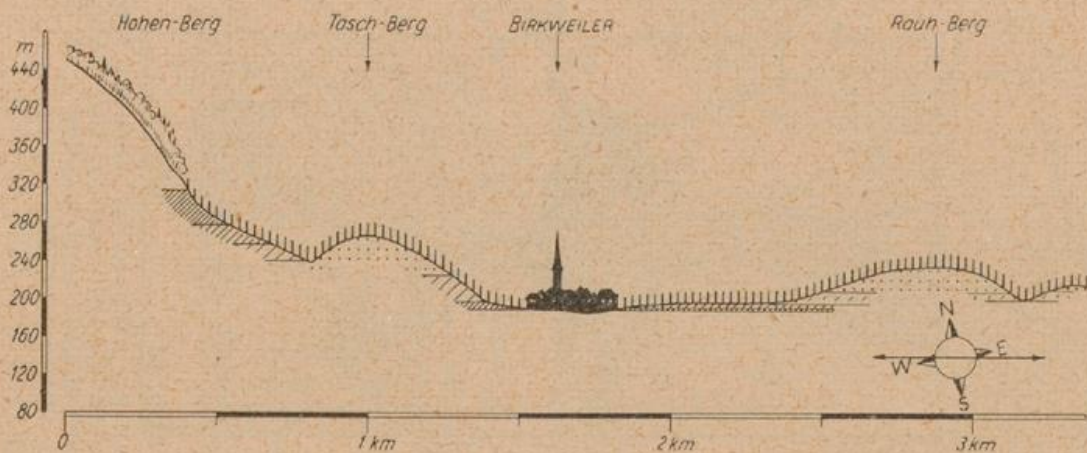


Abb. 23

Geländeschnitt bei Birkweiler (Kreis Landau i. d. Pfalz): Frostschäden durch Advektivfrost in Berg- und durch Strahlungsfröste in Tallagen. (Zeichenerklärung wie Abb. 5)

die hohen Lagen, während die Winzer in den tiefen Lagen zu aktivem Frostschutz bereitstanden, ohne aber bei den relativ hohen Temperaturen eingreifen zu müssen. Wie oben schon erwähnt, liegen in Leinsweiler die Schäden an der Talöffnung, und ebenso in Neustadt a. d. Weinstraße. Hier wurden die Lagen „Hinterer Hang“ bis „Vogelsang“ geschädigt, die hoch über dem Talgrund des Speyerbaches liegen. Das gleiche gilt auch für Bergzabern, es gilt für Gleisweiler, Edenkoben, St. Martin, Diedesfeld, Hambach, Haardt, Gimmeldingen, Deidesheim, Wachenheim, überall, wo in den oberen Lagen an Talöffnungen auf den sonnigen Südseiten Schäden auftraten. Sie gehen nach unten in ungeschädigtes Gelände über und können mithin keine Strahlungsfröste-Schäden sein. Wie die durchlaufend negativen Temperaturminima der Klimastationen des hohen Hinterlandes (Neumühle, Kaiserslautern, Pirmasens, Weinbiet) zeigen, lag dort zweifellos eine Anhäufung kalter Luft, die durch die pfälzischen Täler, vor allem der Queich, des Speyerbaches und der Isenach, abtropfen konnte. Katastrophal wurde es weiter nördlich im sogenannten „Zeller Tal“ (Pfrimm-Tal), das die Kaltluft der benachbarten hohen Acker- und Wiesenflächen wie aber auch die aus dem Donnersberg-Gebiet in die Ebene abführte. Hier sind bis nach Wachenheim/Rheinhessen alle Weinberge, ob hoch oder niedrig, erfroren und dazu die dortigen Obstkulturen (ca. 80%).

Damit wird auch verständlich, warum an Mosel und Mittelrhein die Seitentäler so sehr viel stärker als die Haupttäler mitgenommen worden sind, wie

z. B. in Merl und Zell (Abb. 24). Sie hatten sich schon bei der Kartierung reiner Strahlungsfrostschäden 1955 als besonders frostgefährdet gezeigt: Denn auch sie dienen als Abfluß der auf den Hochflächen von Hunsrück und Eifel entstandenen eigenbürtigen Kaltluft, zumal ihnen die „Warmwasser-Heizung“ des Haupttales fehlt. Im Mai 1957 wurden sie z. T. wohl durch den direkten Angriff des „Advektivfrostes im klassischen Sinne“ in ihren hohen Lagen heimgesucht, und führten dann allgemein in den folgenden Nächten die in viel größerer Mächtigkeit bereitstehende, zur Ruhe kommende Kaltluft des Polarluft-Einbruches nach unten ab („Advektivfrost im engeren Sinne“). Die

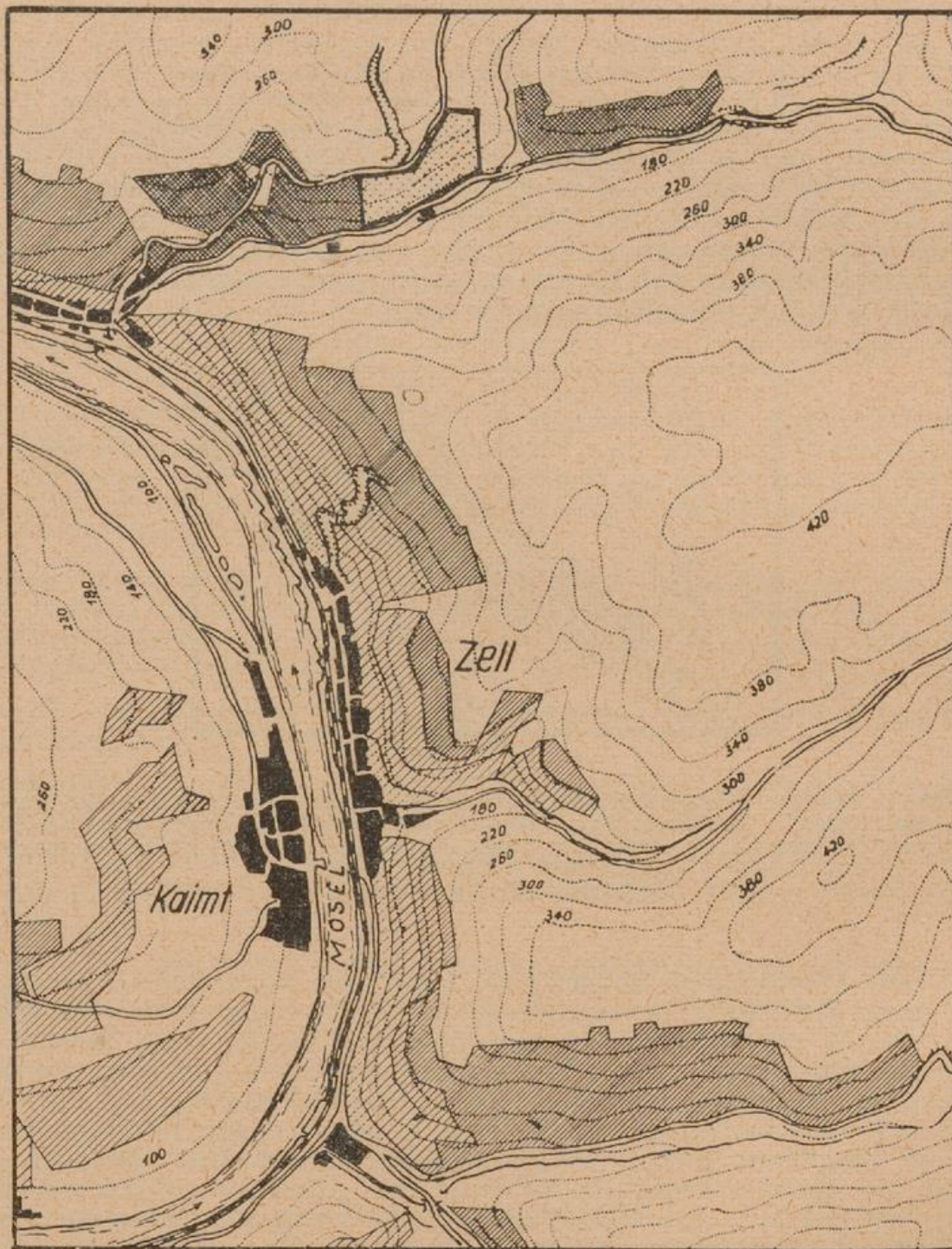


Abb. 24

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 5908, Zell: Frostschäden durch Advektivfrost in den Seitentälern der Mosel bei Merl und bei Zell.
(Zeichenerklärung wie Abb. 8)

1957 gegenüber 1955 sehr viel größere Zahl solcherart geschädigter Seitentäler unterstreicht diese Erklärung nur. Nicht von ungefähr werden die großen Frostschutz-Beregnungs-Anlagen in den Seitentälern aufgebaut. Der Advektivfrost hat also auch hier in schmerzlicher Weise nur noch einmal die Zugstraßen kalter Luft aufgezeigt.

4. Die Schadverhütung

An einem kleinen Beispiel sei solcher Kaltluftfluß nochmals deutlich gemacht: die Lage „Grünhäuser Wald“ der Ruwertal-Gemeinde Mertesdorf (Abb. 25) ist zum größten Teil auf ihrem oberen Rand durch eine Baumreihe gesäumt. Unterhalb dieser Baumreihe sind keine Schäden aufgetreten, hingegen nur dort, wo die Kaltluft durch den fehlenden Bewuchs nach unten durchdringen konnte, gab es Schädigungen, die sich talabwärts hin verlieren. Wie an Ort und Stelle erwähnt, soll die Bepflanzung bis zur Talwurzel fortgeführt werden, um dadurch auch das restliche Reb Gelände abzuschirmen. Ähnliche Fälle, wo durch Baumreihen, Waldstücke und -nasen, Erhebungen, Senken usw. Kaltluft geführt worden ist, waren immer wieder festzustellen: teils haben sie Schäden verhütet, teils aber auch verstärkt.



Abb. 25

Ausschnitt aus der Frostschadenskartierung im Kammerbezirk Rheinland-Nassau, Blatt 6206 Pfalzel: Unvollständiger Schutz einer Rebfläche durch eine nicht geschlossene Baumreihe oberhalb der Lage „Grünhäuser Wald“ in der Gemarkung Mertesdorf (Landkreis Trier). (Zeichenerklärung wie Abb. 8)

Aus dem geschädigten Reb Gelände heben sich außerdem an bestimmten Stellen scharf Rebflächen heraus, die entweder überhaupt nicht oder erheblich geringer als die umliegenden Wingerte betroffen worden sind. Es sind dieses die Flächen, auf denen aktiver Frostschutz mit Erfolg getrieben worden ist. Vor allem die modernen Methoden der Langsamberegnung und der Ölofenheizung, wie auch der Brikettofenheizung, haben sich den traditionellen Verfahren des Räucherns und des behelfsmäßigen Heizens weit überlegen gezeigt (vgl. (1)). So konnten sogar im Zentrum des Advektivfrost-Schadengebietes Schäden verhütet (z. B. Alf, Merl (Regnen)) oder wenigstens vermindert werden (z. B. Duchroth-Oberhausen (Ölofen), Lauterecken (Regnen)). Solche erfolgreichen Einsätze sollten ermutigen, den aktiven Frostschutz aus seiner oft laschen, selbstberuhigenden und unzuweckmäßigen Nebensächlichkeit herauszuführen und ihn dort sinnvoll und bewußt einzusetzen, wo er auch wirksam sein und werden kann. Hier sei erinnert u. a. an die großen Beregnungsanlagen in den

Seitentälern (!) der Mosel (Enkirch, Merl, Alf usw.) und an die Frostschutzgemeinschaft der pfälzischen Gemeinden Ungstein-Erpolzheim-Freinsheim-Weisenheim am Sand.

Die doppelte und ungewohnte Ursache der Maifröste 1957 aber darf nicht zu einer fatalistischen Haltung führen, wie es vielerorts unter dem Schock verständlich war. Sie ruft dagegen erneut auf, durch planmäßige Landeskultur und aktive Bekämpfung den deutschen Weinbau vor einer Wiederholung der Katastrophe zu schützen. Dazu sei die vorgelegte Analyse ein weiterer Beitrag.

Literatur

- (1) a. Die Frostschäden vom Mai 1957 im pfälzischen Weinbau, bearbeitet und kartiert von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße mit Unterstützung durch die Landesregierung Rheinland-Pfalz, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten.
- b. Die Frostschäden vom Mai 1957 im rheinhessischen Weinbau, bearbeitet und kartiert von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße mit Unterstützung durch die Landesregierung Rheinland-Pfalz, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten.
- c. Die Frostschäden vom Mai 1957 im Weinbau des Kammerbezirkes Rheinland-Nassau, bearbeitet und kartiert von der Agrarmeteorologischen Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße mit Unterstützung durch die Landesregierung Rheinland-Pfalz, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten.

Diese Kartenwerke mit Textteilen sind nur in sechsfacher Ausfertigung vorhanden; ggf. weist die Agrarmeteorologische Versuchs- und Beratungsstelle Neustadt a. d. Weinstraße nach, wo Einsicht in die Frostschadenskartierung genommen werden kann.

- (2) Burckhardt, H.: Probleme und Möglichkeiten zur Kartierung der Frostgefährdung. Meteor. Rdsch. **9**, 92 (1956)
- (3) Burckhardt, H.: Vorbeugender Frostschutz und Frostschutz durch Beregnung. Mitt. Dt. Wetterdienst Nr. 16, 26—53 (1956)
- (4) Franken, E.: Über eine Abhängigkeit der Temperaturverteilung in Strahlungsnächten von Geländeform und Windrichtung. Meteor. Rdsch. **12**, 25—31 (1959)
- (5) Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 3. Aufl. Braunschweig 1950

