

Berichte
des
Deutschen Wetterdienstes

Nr. 41
(Band 6)

DK 551.586:632.4:551.508.79

Meteorologische Meßgeräte und Voraussetzungen
für den Schorfwarndienst

von

Fritz Schnelle und Wilhelm Breuer

(mit 17 Abbildungen und 3 Tabellen im Text)

Offenbach/M. 1958

I n h a l t

	Seite
Zusammenfassung	3
1. Bedingungen für einen erfolgreichen Schorfwarndienst	3
1.1. Allgemeine Bedingungen	3
1.2. Lebensweise des Schorfpilzes und Bedingungen für den Befall der Kulturpflanzen	3
1.2.1. Drei wichtige Stadien des Schorfpilzes	3
1.2.2. Bedingungen der Sporenkeimung nach Mills	3
1.3. Bedingungen für einen idealen Schorfwarndienst	4
1.4. Praktisch erfüllbare Bedingungen für einen Schorfwarndienst	4
2. Meteorologische Instrumente bzw. Geräte und phänologische Beobachtungen als Hilfsmittel beim Schorfwarndienst	4
2.1. Ermittlung der Blattbefeuchtungsdauer	4
2.1.1. Der Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber. Ein neues meteorologisches Instrument als Hilfsmittel beim Schorfwarndienst	4
2.1.1.1. Zweck des Instruments	4
2.1.1.2. Beschreibung des Instruments	4
2.1.1.3. Arbeitsweise des Instruments	5
2.1.1.4. Das Instrument als Anzeiger der Blattbefeuchtungsdauer	5
2.1.1.4.1. Feststellung des Beginns der Befeuchtungsdauer	5
2.1.1.4.2. Feststellung des Endes der Blattbefeuchtungsdauer	5
2.1.1.4.3. Abschätzung der Befeuchtungsdauer mit Hilfe des Instruments für kleinere und größere Gebiete	5
2.1.2. Die Registrierungen des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers	5
2.1.2.1. Durch Regen verursachte Registrierungen	5
2.1.2.1.1. Vergleich mit Registrierungen des Regenbildschreibers von K o p p	5
2.1.2.1.1.1. Der Regenbildschreiber	5
2.1.2.1.1.2. Feststellung der Dauer der Regenfälle mit dem Regenbildschreiber	7
2.1.2.1.1.3. Ungefähre Feststellung der Intensität der Regenfälle mit dem Regenbildschreiber	7
2.1.2.1.2. Registrierungen, die durch Regen am Tage und nachts verursacht sind	8
2.1.2.2. Durch Tau und Nebel verursachte Registrierungen	8
2.1.2.3. Durch hohe Luftfeuchtigkeit verursachte Registrierungen	9
2.1.3. Verbesserungsvorschläge für den Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber	9
2.1.4. Erfassung lokalklimatischer Unterschiede mit dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber	10
2.2. Ermittlung der Lufttemperatur	12
2.3. Phänologische Beobachtungen an Obstbäumen	13
3. Durchführung eines Schorfwarndienstes und praktische Erprobung der meteorologischen Hilfsinstrumente und -geräte	14
3.1. Das Untersuchungsprogramm für den Schorfwarndienst	14
3.2. Überwachung der Perithezienentwicklung	14
3.2.1. Perithezienuntersuchung	14
3.2.2. Die Entwicklung der Perithezien im Jahre 1956	15
3.2.3. Lokalklimatische Unterschiede und die Perithezien-Reife	16
3.3. Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit	16
3.3.1. Erfassung des Wintersporenfluges (Asco-Sporen)	16
3.3.1.1. Die verwendete Sporenfalle	16
3.3.1.2. Vorschläge zur Verbesserung der Sporenfalle	16
3.3.2. Bestimmung der Primärfektion für Apfelschorf nach Mills ..	17
3.3.2.1. Aufstellung des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers	18
3.3.2.2. Ermittlung der Durchschnittstemperatur während der Blattbefeuchtungsdauer	18
3.3.3. Feststellung der Möglichkeiten der Primärfektion nach Mills im Jahre 1956	18
3.3.4. Einsatz der Bekämpfungsmittel aufgrund der erfolgten Infektion ..	21
4. Künftige Entwicklungsmöglichkeiten des Schorfwarndienstes	21
Literatur	22

Anschriften der Verfasser:

Dr. F. Schnelle, Offenbach/M., Deutscher Wetterdienst, Zentralamt, Abt. Agrarmeteorologie.
 W. Breuer, Bad Kissingen, Landratsamt, Kreisfachberater für Obst- und Gartenbau.

Zusammenfassung

Die meteorologischen Instrumente bzw. Geräte und die phänologischen Beobachtungen, die als Hilfsmittel beim Schorfwarndienst erforderlich sind, werden behandelt.

Als neues Gerät wird der Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber vorgeschlagen, mit dem noch nachträglich festgestellt werden kann, wann Regen oder Tau eingesetzt haben, die zu einer Benetzung der Blätter der Obstbäume führten, und wie lange die Benetzung anhielt. Arbeitsweise, Art der Registrierungen und Auswertungen werden beschrieben. Dieses Gerät ist auch zur Feststellung lokalklimatisch bedingter Unterschiede verschiedener Stationen geeignet.

Die meteorologischen Hilfsinstrumente und -geräte wurden 1956 im praktischen Einsatz bei der Durchführung eines Schorfwarndienstes erprobt. Der Einsatz der verschiedenen Hilfsmittel gab sichere Hinweise zur Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit. Damit sind für den Pflanzenschutz weitere Voraussetzungen geschaffen, um den Schorfwarndienst genauer durchzuführen und den Obstbau rentabler zu gestalten.

1. Bedingungen für einen erfolgreichen Schorfwarndienst

1.1. Allgemeine Bedingungen

Seit einigen Jahren bemüht man sich in verschiedenen Obstbaugebieten um die Einrichtung von Schorfwarndiensten, damit sich die Obstbauer gegen die gefährlichste aller Apfelbaumkrankheiten schützen und die notwendigen Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Apfelschorf (*Venturia inaequalis* = *Fusicladium dendriticum*) rechtzeitig durchführen können. Im Zusammenhang mit dieser Frage wurde bereits wiederholt auf das Vorbild in Holland und Belgien hingewiesen (1, 2, 3). Besonders in Holland ist ein solcher Warndienst gut eingespielt und hat alle Landesteile erfaßt (4). Auch in Belgien (5) werden seit mehreren Jahren eingehende Versuche dieser Art durchgeführt, die dort zu praktischen Erfolgen geführt haben.

Nach den Erfahrungen in Holland ist die wichtigste Vorbedingung für das Gelingen eines Schorfwarndienstes die enge Zusammenarbeit zwischen Pflanzenschutz und Wetterdienst. Von beiden Organisationen sind wesentliche Vorarbeiten zu leisten, bis die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Warndienst erfüllt sind. Wiederholt wurde in allgemeineren und spezielleren Behandlungen der Warndienstfrage im Pflanzenschutz (3, 6, 7, 8, 9, 10) auf die Notwendigkeit hingewiesen, von der vielfach angewandten „blinden“ Bekämpfungsmethode, bei der die zu schützenden Kulturpflanzen vorsorglich in regelmäßigen Zeitabständen mit einem Belag eines Pflanzenschutzmittels überzogen werden, abzugehen und eine mehr „gezielte“ Bekämpfung des Schädling anzustreben. Durch die Verminderung der Zahl der Bekämpfungsmaßnahmen und die Beschränkung auf die tatsächlichen Fälle, wo die Bekämpfungsmittel besonders wirksam sind, können erhebliche Mittel im Pflanzenschutz eingespart und die Erfolge gesteigert werden. Es kommt dann natürlich darauf an, den Schädling in dem Stadium zu treffen, in dem er am empfindlichsten ist. Dies ist aber nur möglich, wenn sowohl die genaue Lebensweise des betreffenden Schäd-

lings als auch die Bedingungen, unter denen ein Befall der Kulturpflanzen erfolgt, genau bekannt sind.

1.2. Lebensweise des Schorfpilzes und Bedingungen für den Befall der Kulturpflanzen

1.2.1. Drei wichtige Stadien des Schorfpilzes

Beim Schorfpilz sind hinsichtlich eines Warndienstes nach Liebster (3) besonders folgende drei Stadien zu beachten. 1. Die allmähliche Reife der Perithezien, d. h. der Sporenlager auf überwinterten Blättern, die im Innern in besonderen Schläuchen (Asci) die Ascosporen bilden, wird verhältnismäßig wenig von der Umwelt beeinflusst. 2. Im Frühjahr werden die reifen Ascosporen aus den Fruchtkörpern herausgeschleudert, wenn nach einem durchdringenden Regen die Schläuche, die je 8 Sporen enthalten, platzen. Diese sehr kleinen Ascosporen (Wintersporen) schweben entsprechend den mikroklimatischen Bedingungen mehr oder weniger lange Zeit in der Luft und werden durch die Luftströmungen weit verbreitet, wobei sie auch auf bereits grüne Teile des Apfelbaumes gelangen. 3. Auf dem Apfelbaum erfolgt schließlich die Keimung der Wintersporen, wenn hierfür die notwendigen Vorbedingungen hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit vorhanden sind. Die Blätter müssen feucht sein bei ausreichender Temperatur. Je höher die Temperatur ist, um so schneller erfolgt die Keimung, d. h. um so kürzer ist die Zeit, während der die Blätter feucht bleiben müssen. Je niedriger die Temperatur ist, um so langsamer keimen die Sporen und um so längere Zeit müssen die Blätter feucht bleiben, bevor sie wieder abtrocknen dürfen. Der Keim des Schorfpilzes dringt dann in das Blatt ein, bildet hier unter der Kutikula ein Mycel, aus dem nach etwa 8 bis 18 Tagen, je nach Witterung, Sporenträger mit Konidien (Sommer sporen) an die Blattoberfläche herauskommen.

1.2.2. Bedingungen der Sporenkeimung nach Mills

Die Bedingungen, bei denen die Sporen nach dem Anwehen auf den Blättern der Apfelbäume keimen, sind sehr genau von Mills (11) untersucht worden. In einer besonderen Tabelle (Seite 18) hat er die Zahl der Stunden Feuchtigkeit auf den Blättern angegeben, die bei verschiedenen Temperaturen notwendig sind, um einen leichten, mittleren oder schweren Schorfbefall hervorzurufen. Bei den Sommersporen (Konidien) beträgt die Zeit der Blattfeuchte, die zur Sporenkeimung erforderlich ist, nur etwa $\frac{2}{3}$ der Zeit, die die Ascosporen benötigen.

Bei der Ermittlung der Gesamtzeit der Blattfeuchte sind vorübergehende Unterbrechungen durch Abtrocknung zu berücksichtigen. Die einzelnen Zeiten der Blattbenetzung vom Regenbeginn bis zum Abtrocknen der Blätter werden addiert. Dabei ist aber darauf zu achten, daß die Unterbrechungen nicht länger als 3 bis 4 Stunden dauern, die beim Zusammenrechnen der Benetzungsstunden nicht mitgezählt werden. Andernfalls muß bei längeren Benetzungspausen wieder von neuem mit der Zählung der Benetzungsstunden begonnen werden.

Wenn also in der kritischen Zeit genau beobachtet wird, wie lange die Blätter der Apfelbäume nach einem Regen feucht bleiben, bevor sie wieder unter der Einwirkung von Sonne, Wärme und Wind abtrocknen, und wenn die durchschnittliche Temperatur in dieser Zeit

festgestellt wird, läßt sich mit Hilfe der von Mills aufgestellten Tabelle angeben, ob in dem betreffenden Falle die Sporen bereits gekeimt sind und ob nun eine Infektion der Blätter bzw. Früchte erfolgt.

1.3. Bedingungen für einen idealen Schorfwarndienst

Um eine solche Infektion zu verhindern, müßte eine Spritzung zur Bekämpfung des Apfelschorfes jedesmal kurz vor Beginn eines Regens bzw. vor mehreren aufeinander folgenden Regenfällen, die zu einer ausreichend langen Benetzung der Blattoberflächen führen, erfolgen.

Ein idealer Schorfwarndienst würde sich also einrichten lassen, wenn vom Wetterdienst einige Tage im voraus mit Sicherheit genaue Vorhersagen über den Beginn von Regenperioden, die sicher zur Infektion führen, gegeben werden könnten. Dann würde genügend Zeit zur Verbreitung der Warnungen und zur rechtzeitigen Durchführung der Bekämpfungsmaßnahmen zur Verfügung stehen. So genaue Wettervorhersagen auf einige Tage, wie sie hier benötigt werden, sind aber nur in manchen Fällen möglich und bei kurzfristigen Vorhersagen reicht die Zeit für die vor Regenbeginn durchzuführenden Bekämpfungsmaßnahmen nicht aus.

1.4. Praktisch erfüllbare Bedingungen für einen Schorfwarndienst

Da der beschriebene ideale Weg in der Praxis nur selten anwendbar sein wird, wird eine zweite Möglichkeit des Schorfwarndienstes vorgeschlagen (3, 9), die für den Obstbau mehr Erfolg verspricht.

In diesem Falle wartet man, bis der Regen, der zur Infektion führt, eingetreten ist. Der Obstbauer spritzt dann entweder schon gegen Ende des Regens oder kurz danach. Diese Methode hat den Vorteil, daß nicht jeder Regen unbedingt die Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen zur Folge haben muß. Vielmehr kann man zunächst abwarten und mit Hilfe der von Mills (11) aufgestellten Tabelle (Seite 18) feststellen, ob die Benetzungszeit der Blätter auch tatsächlich zur Keimung der Schorfsporen und zur Infektion ausgereicht hat.

Voraussetzung für den Erfolg bei dieser Bekämpfung nach dem Regen ist die Verwendung von Präparaten (Quecksilberpräparate), die den Pilz noch töten können,

wenn er gerade schon in das Blatt eingedrungen ist. Natürlich müssen dann die Obstbaubetriebe technisch so gut eingerichtet sein, daß sie in kurzer Zeit die Bekämpfungsmaßnahmen durchführen können.

Die Entwicklung drängt dahin, immer mehr diesen zweiten Weg eines Schorfwarndienstes auszubauen. Dabei wird, worauf Liebster (3) und Neumann (10) besonders hinweisen, notwendigerweise dieser Schorfwarndienst immer mehr in den einzelnen Obstbaubetrieb verlegt werden müssen; denn man muß bei dieser nachträglichen Bekämpfung sehr schnell arbeiten und Zeitverluste durch umständliche Nachrichtenübermittlung vermeiden.

Dem einzelnen Obstbauer muß daher die Möglichkeit gegeben werden, mit einfachen Hilfsmitteln selbst in seiner Obstanlage festzustellen, ob nach einem Regen die Vorbedingungen für eine Schorfinfektion erfüllt sind und ob er mit der Bekämpfung beginnen soll. Diese Feststellungen könnten in einer Obstbaugemeinde auch von einem Baumwart durchgeführt werden.

2. Meteorologische Instrumente bzw. Geräte und phänologische Beobachtungen als Hilfsmittel beim Schorfwarndienst

2.1. Ermittlung der Blattbefeuchtungsdauer

2.1.1. Der Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber. Ein neues meteorologisches Instrument als Hilfsmittel beim Schorfwarndienst

2.1.1.1. Zweck des Instruments

Eine große Schwierigkeit bereitet in der Praxis immer wieder die nachträgliche Feststellung, ob und gegebenenfalls wann nachts ein Regen eingesetzt hat, der zu einer Benetzung der Blätter führte, und wie lange diese Benetzung anhält.

Es ist deshalb ein Gerät erforderlich, das sowohl den Beginn eines Regens als auch die Dauer der Befeuchtung der Blätter aufschreibt, so daß beides später jederzeit bequem abgelesen werden kann.

2.1.1.2. Beschreibung des Instruments

Ein solcher „Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber“ liegt im ersten Entwicklungsstadium vor und hat sich in der Erprobung bewährt (Abb. 1); er wurde auf Anregung von ORR Dipl. Ing. Woelfle, dem Leiter des

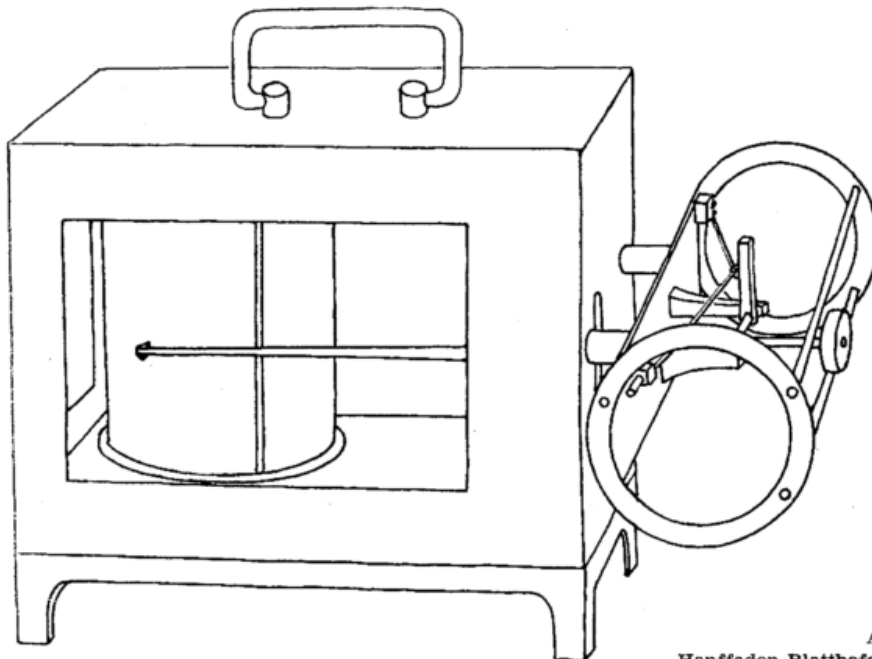


Abb. 1.
Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber

Instrumentenamt Süd (München) des Deutschen Wetterdienstes, gebaut. Die Meßeinrichtung dieses Gerätes ist denkbar einfach. Es wird ein normaler Hygrograph der Firma Fuess benutzt, bei dem das Haarbündel, das sonst zur Feststellung der relativen Luftfeuchtigkeit diente, durch einen Hanffaden von etwa 1 mm Dicke ersetzt ist. Das Gerät wird frei aufgestellt, so daß der horizontal liegende Hanffaden bei Beginn eines Regens von den herabfallenden Regentropfen getroffen wird. Das Gegengewicht, das den Faden in der Mitte straff hält, ist in der Weise eingerichtet, daß es oben und unten an je einer Querstange des Schutzgestells anschlägt. Der Hanffaden ist so straff gespannt, daß der durch Zusammenziehen und Dehnung des Fadens bewirkte Ausschlag zwischen den beiden Anschlägen des Gegengewichtes liegt.

2.1.1.3. Arbeitsweise des Instruments

Wenn einige Regentropfen den Hanffaden getroffen und angefeuchtet haben, zieht sich dieser zusammen. Diese Bewegung wird durch den gleichen Mechanismus wie bei jedem Hygrographen auf die Schreibfeder übertragen, die auf dem Papierstreifen, der auf der Registriertrommel aufliegt, einen entsprechenden Ausschlag aufzeichnet (vergleiche Abb. 5 bis 7). Wenn der Hanffaden nach Beendigung des Regens wieder austrocknet, dehnt sich dieser erneut aus und die Schreibfeder zeichnet auf den Papierstreifen einen Ausschlag in umgekehrter Richtung auf. Da das Uhrwerk die Trommel inzwischen weitergedreht hat, läßt sich auf dem mit einer Zeiteinteilung versehenen Papierstreifen leicht feststellen, wie lange Zeit der Hanffaden feucht war.

2.1.1.4. Das Instrument als Anzeiger der Blattbefeuchtungsdauer

2.1.1.4.1. Feststellung des Beginns der Befeuchtungsdauer

Der erste wesentliche Wert dieses Gerätes liegt darin, daß nachträglich der Beginn eines Regens und damit auch der Beginn der Befeuchtungsdauer der Blätter genau festgestellt werden kann, wenn eine Augenbeobachtung in dieser Zeit (z. B. nachts) nicht möglich war.

2.1.1.4.2. Feststellung des Endes der Blattbefeuchtungsdauer

Entscheidend ist weiterhin bei diesem Gerät, daß der Hanffaden nach Beendigung des Regens nicht sofort austrocknet, sondern daß er noch einige Zeit feucht bleibt. Je nach den Witterungsverhältnissen dauert es noch längere oder kürzere Zeit, bis der Faden wieder so weit austrocknet, daß er sich merklich ausdehnt und auf dem Papier ein erneuter rückläufiger Ausschlag registriert wird.

Es hat sich nun gezeigt, daß das stärkere Austrocknen des Hanffadens erst dann einsetzt, wenn auch ungefähr die Blätter in der Baumkrone, die durch den Regen befeuchtet wurden, wieder abtrocknen.

Wenn nach Beendigung des Regens sehr bald die Sonne scheint und außerdem Wind herrscht, werden sowohl die Blätter der Bäume als auch der Hanffaden des Meßgerätes in kurzer Zeit wieder trocken werden. Bleibt aber nach dem Regen der Himmel bedeckt und herrscht nur geringe Luftbewegung, dann bleiben die Blätter und der Hanffaden noch längere Zeit feucht.

Die zeitliche Übereinstimmung des Abtrocknens der Blätter und des Hanffadens ist nur annähernd. Nach vergleichenden Augenbeobachtungen ist die Übereinstimmung ausreichend, um aus der Registrierung des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers ein ungefähres Zeitmaß für die tatsächliche Dauer der Befeuchtung der Blätter auf den Apfelbäumen zu gewinnen. Bei solchen Vergleichen ist zu berücksichtigen, daß es sehr schwer ist, einen genauen Zeitpunkt dafür anzugeben, wann

eine Blattoberfläche endgültig abgetrocknet ist, besonders wenn die Abtrocknung bei trübem Wetter sehr langsam vor sich geht. Außerdem trocknen die äußeren Blätter einer Baumkrone schneller ab als die Blätter im Inneren der Krone. Bei Wind ist der zeitliche Unterschied des Abtrocknens der äußeren und inneren Blätter an einem Baum natürlich geringer als bei Windstille. Trotz dieser Schwierigkeiten einer genaueren und einheitlichen Festlegung des Zeitpunktes der Blattabtrocknung ist nach den bisherigen Beobachtungen festzustellen, daß die Registrierungen des „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“ für die praktische Beurteilung und Abschätzung der gesamten Befeuchtungsdauer brauchbare Vergleichswerte geben. Es ist auch zu berücksichtigen, daß beim Beginn des Regens zunächst die äußeren Blätter einer Baumkrone benetzt werden und etwas später erst die inneren. Da das Abtrocknen der Blätter in der gleichen Reihenfolge vor sich geht, ist dieser zeitliche Unterschied ohne besonderen Einfluß auf die Berechnung der Länge der Benetzungszeit.

2.1.1.4.3. Abschätzung der Befeuchtungsdauer mit Hilfe des Instruments für kleinere und größere Gebiete

Hinsichtlich der Geschwindigkeit des Abtrocknens der Blätter an den Apfelbäumen ergeben sich in der Praxis in jedem Obstgarten örtlich eng begrenzte Unterschiede, die lokalklimatisch bedingt sind und die jeder erfahrene Obstbauer kennt. Ein wesentlicher Wert des neuen Gerätes besteht darin, daß die Beobachtungen stets am gleichen Aufstellungsort durchgeführt werden und daß damit diese an verschiedenen Tagen gewonnenen Aufzeichnungen ohne weiteres untereinander vergleichbar sind.

Wenn ein solches Gerät zum praktischen Einsatz bei einem Obstbauer oder bei einer beratenden Stelle (Kreisfachberater für Obst- und Gartenbau, Pflanzenschutz) kommt, und die hier gewonnenen Meßergebnisse als Unterlage für Schorfwarnungen benutzt werden, müssen von diesen Stellen zunächst Erfahrungen darüber gesammelt werden, wie weit die an einem Beobachtungsort gewonnenen Werte verallgemeinert und auch auf andere Obstbaulagen und -bezirke bezogen werden können. Es handelt sich am Ende sowieso um eine allgemeine Abschätzung, welcher Zeitpunkt für die endgültige Abtrocknung der Blätter in einer enger begrenzten Lage eines Obstbaubetriebes oder in einem kleineren bzw. größeren Bezirk angenommen werden soll.

2.1.2. Die Registrierungen des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers

2.1.2.1. Durch Regen verursachte Registrierungen

2.1.2.1.1. Vergleich mit Registrierungen des Regenbildschreibers von Kopp

2.1.2.1.1.1. Der Regenbildschreiber

Die Aufzeichnungen, die dieser „Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber“ liefert, werden im folgenden in einigen Beispielen gezeigt. In der Wiedergabe (Abb. 5 bis 7) sind nur die Linien der Zeiteinteilung (von 2 zu 2 Stunden) mit angegeben. Oberhalb der Registrierkurve ist noch zum Vergleich die Andauer der tatsächlichen Niederschläge eingezeichnet. Diese genauen Beobachtungswerte über Dauer und Stärke der einzelnen Niederschläge wurden mit dem in den letzten Jahren von Kopp (12) entwickelten Regenbildschreiber (Abb. 2, 3) gewonnen. Es wurde ein von der Firma Wilhelm Lambrecht, Göttingen, hergestelltes Gerät benutzt. Bei diesem fallen die Regentropfen durch einen schmalen Schlitz auf eine horizontal liegende dünne Pappscheibe von etwa 44 cm Durchmesser, die sich dreht (eine Umdrehung in 12 Stunden) und auf der Oberfläche so



Abb. 2

Abb. 2
Regenbildschreiber von Kopp in betriebsfertigem Zustand

Abb. 3
Einzelteile des Regenbildschreibers von Kopp
links
hinten: Schutzdeckel mit Spalt
vorn: Trägerscheibe mit Registrierpapier
rechts
Uhr
mitte: durchsichtige Abdeckplatte mit Spalt

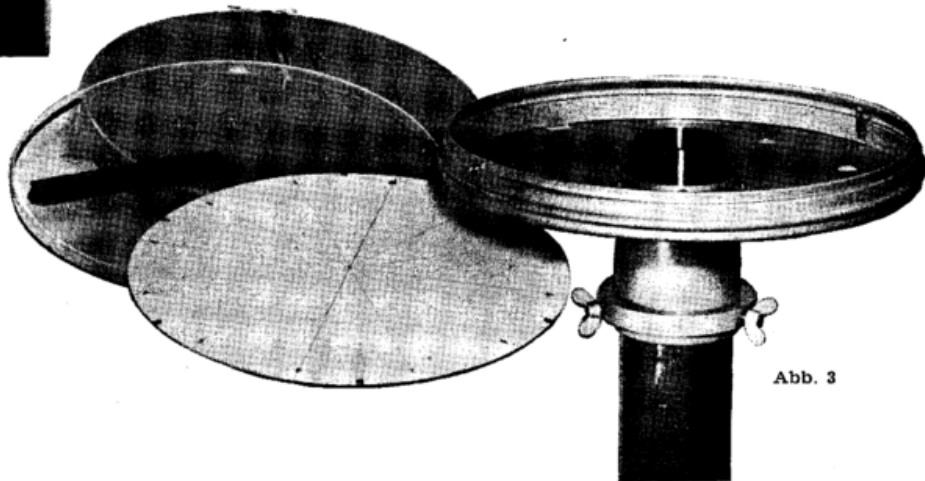
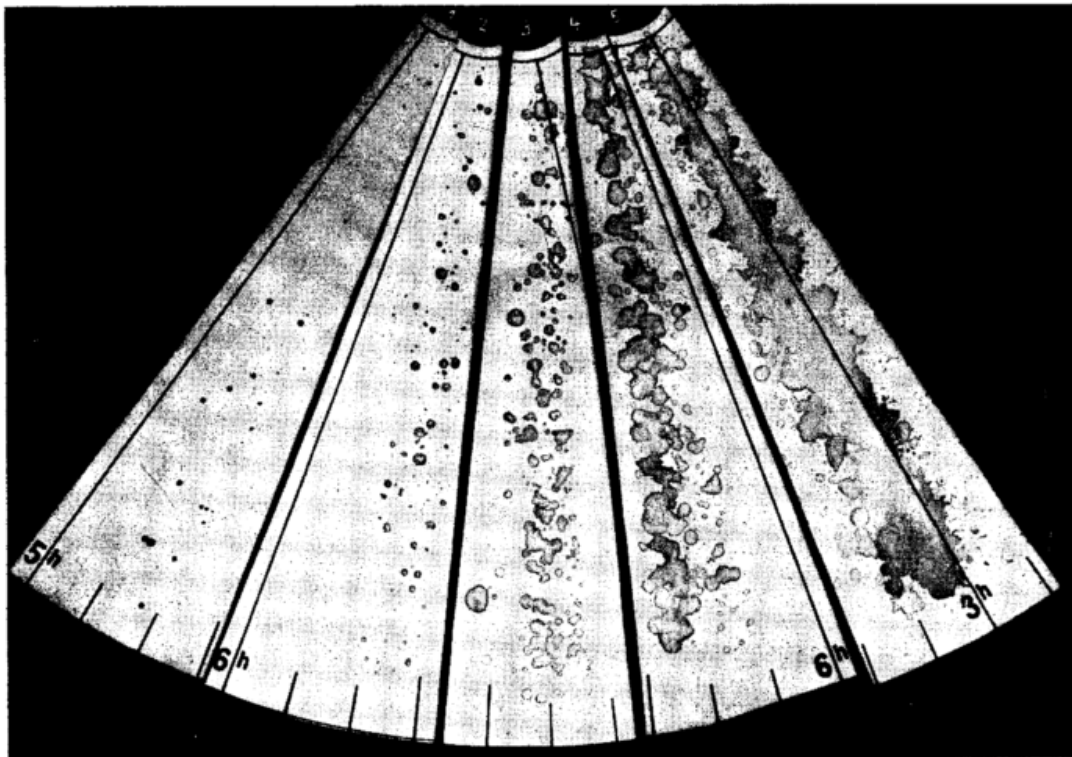


Abb. 3

Abb. 4



imprägniert ist, daß jeder Tropfen durch eine intensive Rotfärbung sichtbar wird. Je nach Größe und Dichte der Tropfen erscheinen auf der Pappscheibe kleinere oder größere Flecken, die mehr oder weniger weit auseinander liegen. Der äußere Rand der Scheibe zeigt eine Zeitmarkierung von 10 zu 10 Minuten, so daß sich der Zeitpunkt des Regenbeginns bis auf 2 Minuten genau ablesen läßt. Die Abbildung 4 gibt einige Beispiele

dieser Registrierungen. Mit diesem Gerät kann also sowohl die genaue zeitliche Verteilung der einzelnen Regenfälle festgestellt als auch die Intensität eines jeden kürzeren Regenabschnittes geschätzt werden.

2.1.2.1.1.2. Feststellung der Dauer der Regenfälle mit dem Regenbildschreiber

Die mit dem Regenbildschreiber festgestellte Dauer der Regenfälle ist in den Abbildungen 5, 6 und 7 mit den Beispielen des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers aus der dort eingezeichneten Zeiteinteilung zu ersehen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß bei dieser Darstellung, die einer Registrierung der Befeuchtungsdauer mit Wochenumlauf entnommen ist, die Abstände der eingezeichneten Zweistunden-Linien verhältnismäßig eng zusammenliegen. Die Feinheiten der Niederschlagsverteilung, die sonst den Registrierungen des Regenbildschreibers entnommen werden können, werden also hier nicht genügend sichtbar. Für den vorliegenden Zweck genügt aber diese Darstellung.

2.1.2.1.1.3. Ungefähre Feststellung der Intensität der Regenfälle mit dem Regenbildschreiber

Mit der verschiedenen Höhe der in den Abbildungen 5 bis 7 eingezeichneten Säulen, die die Regenfälle kennzeichnen, wird eine Bewertung der Regenintensität gegeben. Für diesen Zweck wurde hier eine fünfstufige Einteilung gewählt (vergleiche Abbildung 4), wobei von der kleinsten zur höchsten Säule aufsteigend bedeutet:

- 1. Stufe (niedrigste Säule) = einzelne, sehr wenige Tropfen
- 2. " = mehrere einzelne Tropfen
- 3. " = einige Tropfen bereits zusammenlaufend
- 4. " = viele Tropfen zusammenlaufend
- 5. " (höchste Säule) = alle Tropfen zusammenlaufend

Diese Abstufung zeigt, daß mit dem Regenbildschreiber vor allem die schwachen Niederschläge genauer unterschieden werden können. Bisherige Vergleiche mit beobachteten Regenfällen (etwa 200 Regenabschnitte verschiedener Länge und Stärke in 10 Wochen von Mitte Juli bis Mitte September 1956 wurden mit dem Regenschreiber an der Wetterstation Bad Kissingen*) festgestellt und untersucht) haben folgendes ergeben: Der 1. Stufe der Bewertungsskala des Regenbildschreibers entspricht im Mittel von 54 untersuchten Fällen eine Regenintensität von 0.0 mm in der Stunde. Es handelt sich hier um einen sehr schwachen, mit dem normalen Regenmesser nicht meßbaren Niederschlag. Der 2. Stufe entspricht im Durchschnitt eine Regenintensität von 0.3 mm je Stunde und der 3. Stufe eine Intensität von 0.7 mm je Stunde. Die weiteren Stufen sollen hier unberücksichtigt bleiben, da es zunächst nur darauf ankommt, ein Bild von den schwachen Niederschlägen zu bekommen. Bei einem solchen Vergleich ist natürlich zu berücksichtigen, daß bei jeder Stufe sowohl größere als auch kleinere Tropfen vorhanden sein können, daß also keine enge Beziehung zwischen den hier geschätzten Stufen und der Regenmenge zu erwarten ist. Es handelt sich nur um annähernde Schätzungen, die im Zusammenhang mit den hier durchgeführten Untersuchungen ein ungefähres Bild von der Stärke der beobachteten Niederschläge geben sollen. Bei genaueren Auswertungen von umfangreichem Registriermaterial des Regenbildschreibers, die berufenen Stellen vorbehalten bleibt, wird man wesentlich mehr herauslesen und zu einer feine-

* Der verständnisvollen und stets hilfsbereiten Unterstützung bei diesen Untersuchungen durch die Angehörigen der Wetterstation Bad Kissingen, die Herren E. Schädlich und K. Kiesel, sei auch an dieser Stelle verbindlichst gedankt.

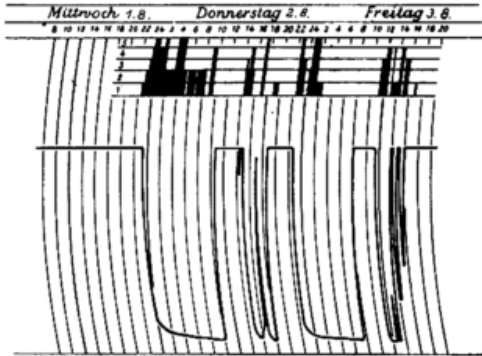


Abb. 5

Registrierung mit dem Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber vom 1. bis 3. 8. 1955
oben: (nachträglich eingezeichnet) Niederschlagsdauer und Niederschlagsintensität (5 Stufen) gemessen mit dem Regenbildschreiber von Kopp
unten: Andauer der Blattbefeuchtung bei Obstbäumen, entstanden durch Regen

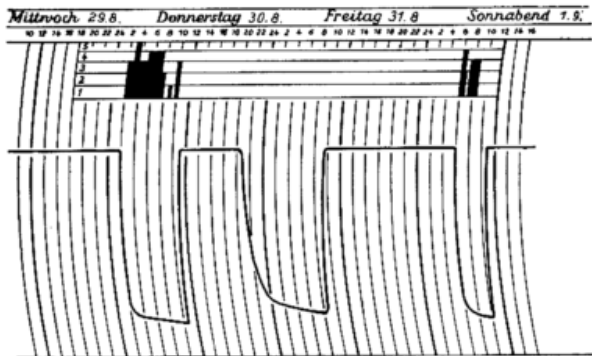


Abb. 6

Registrierung mit dem Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber vom 29. 8. bis 1. 9. 1955
oben: (nachträglich eingezeichnet) Niederschlagsdauer und Niederschlagsintensität (5 Stufen) gemessen mit dem Regenbildschreiber von Kopp
unten: Andauer der Blattbefeuchtung durch Regen

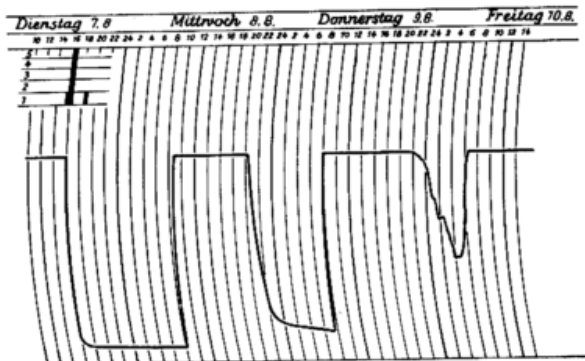


Abb. 7

Registrierung mit dem Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber vom 7. bis 10. 8. 1955
oben: (nachträglich eingezeichnet) Niederschlagsdauer und Niederschlagsintensität (5 Stufen) gemessen mit dem Regenbildschreiber von Kopp
unten: Andauer der Blattbefeuchtung bei Obstbäumen, entstanden durch Regen Tau hohe Luftfeuchte

ren Stufeneinteilung kommen können. Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchung ist nur eine erste grobe Einteilung notwendig, um eine ungefähre Vorstellung davon zu gewinnen, durch welche Niederschlagsmenge bzw. -intensität der Hanffaden des „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“ soweit benetzt wird, daß der Zeiger einen Ausschlag gibt.

2.1.2.1.2. Registrierungen, die durch Regen am Tage und nachts verursacht sind

Das erste Beispiel in Abb. 5 zeigt eine Registrierung des „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“ vom 1. bis 3. August mit den typischen plötzlich einsetzenden Ausschlägen bei Regenbeginn, die in kürzester Frist fast den ganzen Raum des maximal möglichen Ausschlages beschreiben. Die aufgezeichnete Registrierlinie läuft in diesen Fällen praktisch parallel zu den Zeitlinien. Es handelt sich hier um wiederholte Niederschläge nachts und am Tage, die eine verschieden lange Benetzungszeit zur Folge haben. Der am 1. August gegen 23 Uhr einsetzende Niederschlag löst eine Benetzungsdauer von etwa 11 Stunden (23.30 bis 10.30) aus. Die nächste Nacht vom 2. zum 3. August bringt wieder nach einem um 22.35 einsetzenden kräftigen Regen eine zur gleichen Zeit beginnende Benetzungszeit von etwa 9¹/₂ Stunden. Während der ersten Nacht (1. bis 2. 8.) hielt der Niederschlag bis gegen 9.35 Uhr morgens an, so daß die Benetzung während dieser ganzen Zeit immer wieder erfolgte. In der zweiten Nacht (2. bis 3. 8.) hörte der Regen um 2.30 Uhr auf. Die Benetzung hielt aber noch weiterhin 5¹/₂ Stunden bis zum Vormittag um 8 Uhr an. Anders ist die Auswirkung der am Tage gefallenen Niederschläge. Die registrierten Benetzungszeiten fanden nach jedem Teilniederschlag bald wieder ein Ende. Sie dauerten nur etwa 2 oder in den letzten Fällen am 3. August nur je ¹/₂ Stunde. Zum Teil setzte der neue Regen schon wieder ein, bevor die vorhergehende Benetzungszeit beendet war.

Da die Zwischenräume zwischen den einzelnen Benetzungszeiten in den Mittags- und Nachmittagsstunden nur gering sind, werden diese Zeiten nach der Regel von Mills bei der Auswertung zusammengezählt. Die anderen größeren Zwischenräume jeweils am Vormittag und späten Nachmittag betragen etwa 3¹/₂ bis 4 Stunden; sie liegen also gerade an der von Mills mit 3 bis 4 Stunden angegebenen Grenze, bei der die bereits gekeimten Sporen in der Trockenzeit wieder zugrundegehen.

Die Abbildung 6 zeigt den Wert eines „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“ für die Praxis besonders deutlich. In der Nacht vom 29. zum 30. August setzte ein stärkerer Regen erst um 2 Uhr früh ein. Die Registrierung gibt eine Benetzungsdauer von 9 Stunden (2 bis 11 Uhr) an. In der Nacht vom 31. August zum 1. September begann der Regen erst gegen Morgen um 6 Uhr. Die Benetzungszeit dauerte hier nur etwa 5 Stunden von 6 bis fast 11 Uhr. In beiden Fällen hätte man zwar am Morgen feststellen können, daß die Blätter der Bäume benetzt waren, aber man konnte nicht wissen, ob der Regen, der die Benetzung ausgelöst hatte, bereits vor Mitternacht oder kurz nach Mitternacht bzw. erst in den frühen Morgenstunden gefallen war. Über den tatsächlichen Beginn und damit über die Dauer der Benetzungszeit gibt der „Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber“ genaue Auskunft. Die Registrierung in der Nacht vom 30. zum 31. 8. wird erst im nächsten Abschnitt besprochen.

2.1.2.2. Durch Tau und Nebel verursachte Registrierungen

Dieses neue Gerät zeigt aber in den Registrierungen nicht nur nach tatsächlichen Regenfällen Ausschläge, sondern auch in anderen Fällen, wie aus den Beispielen in Abb. 6 und 7 zu ersehen ist. Am 7. August

(Abb. 7) fiel nachmittags um 16 Uhr ein kräftiger Niederschlag, worauf sofort der typische, der 16-Uhr-Linie parallel laufende Ausschlag den Beginn der Benetzungszeit anzeigte, die dann ohne Unterbrechung bis zum nächsten Morgen um etwa 8.40 Uhr anhielt. Am Abend des gleichen Tages (8. August) zeigte die Registrierung wiederum den Beginn einer Benetzungszeit an, aber dieses Mal ohne daß Regentropfen gefallen waren und den Hanffaden benetzt hatten. Die jetzt aufgezeichnete Registrierlinie zeigt ein anderes Bild als sonst nach Regenfällen. Sie verläuft nicht mehr parallel den Zeitlinien, sondern fällt nur allmählich ab, bis sie etwa nach zwei Stunden am unteren Ende des Registrierstreifens angekommen ist. Am Ende der registrierten Benetzungszeit läuft die Linie wie sonst auch üblich nicht ganz parallel zu den Zeitlinien, sondern im Verlauf von etwa ¹/₂ bis 1 Stunde wieder zur Ausgangsstellung zurück. Einen entsprechenden Verlauf zeigt die Registrierung in der Nacht vom 30. zum 31. August.

Die Ursache für das abweichende Verhalten der Registrierkurve am Abend des 8. bzw. 30. August ist nach gleichzeitigen Augenbeobachtungen Taubildung. An diesen und auch an verschiedenen anderen Tagen konnte festgestellt werden, daß diese Art der Registrierung bei Taubildung oder auch bei Nebel, vor allem bei nährendem und treibendem Nebel, erfolgt, wenn also hierdurch gleichzeitig die Pflanzenteile naß werden. Der „Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber“ spricht also bei jeder Art der Benetzung der Blätter an, wobei an der Art der Registrierung leicht festzustellen ist, ob die Ursache Regen oder Tau bzw. Nebel war. Es ist allerdings nicht ohne weiteres feststellbar, ob der erste Beginn des Ausschlags (wie am 8. August abends) auch schon mit der ersten Taubildung zusammenfällt. Mit Sicherheit läßt sich durch Tastproben mit den Fingern erst einige Zeit später Taubildung feststellen, wenn der Ausschlag schon einige Zeit erfolgt ist. Nach vergleichenden Beobachtungen mit einem Hygrographen beginnt der Hanffaden schon bei sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit von etwa 95% und mehr anzusprechen.

Wenn die Feder von der oberen Begrenzungslinie ausgehend etwa ¹/₃ des gesamten, in den Abbildungen 5 bis 7 sichtbaren, Spielraumes nach unten ausgeschlagen war, zeigte der Hygrograph bereits 100%. Der volle Ausschlag wird etwas später erreicht, wenn auch das Innere des Fadens vollständig mit Feuchtigkeit gesättigt ist.

Die genaue Feststellung, wie weit der Ausschlag erfolgt ist, wenn in unmittelbarer Faden- oder Blattnähe 100% relative Feuchtigkeit der umgebenden Luft und damit die Voraussetzung zur Taubildung erreicht sind, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es ist anzunehmen, daß die erste Taubildung schon einsetzt, bevor das Vorhandensein von Feuchtigkeit an Pflanzenteilen durch Abtasten feststellbar wird und bevor kleine Tautropfen sichtbar werden. Nach den Untersuchungen von Lehmann und Schanderl (13) bilden sich zunächst Mikrotautropfen, wobei kleine Unebenheiten, Auswüchse, Haare usw. an der Pflanzenoberfläche die ersten Ansatzpunkte bilden. Diese ersten Mikrotautropfen wachsen dann allmählich und schließen sich zu größeren Tropfen zusammen, bis diese sichtbar werden. Es ist daher anzunehmen, daß die Mikrotaubildung schon bald nach dem Augenblick einsetzt, wenn der Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber mit den in den Abbildungen 6 und 7 dargestellten charakteristischen Ausschlägen wie am 8. und 30. August beginnt.

Dafür spricht ferner folgende Überlegung. Wie an den Unebenheiten der Pflanzenteile wird auch gleichzeitig an den Unebenheiten der Oberfläche des Hanf-

fadens die erste Mikrotaubildung einsetzen. Die hier sich bildenden kleinsten Mengen an flüssigem Wasser werden allmählich in das Innere des Fadens eindringen und bei weiterem langsamen Nachschub von neu entstandenem Tauwasser den Faden immer mehr zum Zusammenziehen veranlassen. Dieser Prozeß geht sehr langsam vor sich, so daß sich der Gesamtausschlag der Schreibfeder, der nach einem Regen manchmal nur wenige Minuten beträgt, über einige Stunden hinziehen kann.

Es ist anzunehmen, daß die erste Bildung von Mikrotautröpfchen auch für die Schorfsporen eine nicht geringe Bedeutung hat. Die auf den Blättern angewehten Sporen bilden kleine Unebenheiten und werden somit auch zu Ansatzpunkten für die Bildung der ersten Mikrotautröpfchen. Sehr schnell werden diese Mikroorganismen, deren Durchmesser bei den Wintersporen nur etwa 10μ ($= \frac{1}{100}$ mm) beträgt, von einer feinen Wasserhaut umgeben, so daß für diese einzelnen Sporen schon von diesem Augenblick an die Bedingungen herrschen wie sonst erst nach einer totalen Benetzung eines Blattes.

Das gleiche, was zur Taubildung gesagt wurde, gilt entsprechend auch für die Verhältnisse bei der Nebelbildung, wobei feinste Wassertröpfchen, die bereits in der Luft schweben, sowohl an die Blätter als auch an den Hanffaden gelangen, so daß in beiden Fällen eine feinste Benetzung erfolgt, die schon bald zum Beginn eines Ausschlages der Registrierkurve ausreicht.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde bei Registrierungen, die durch Tau bzw. Nebel entstanden sind, und die die in den Abbildungen gezeigte Größe des Ausschlages aufweisen, erst dann die Zeit abgelesen und als Anfangstermin für die Blattbenetzung benutzt, wenn die Feder etwa $\frac{1}{3}$ des verfügbaren Spielraumes nach unten ausgeschlagen war.

In der gleichen Weise wurde auch bei der Auswertung aller anderen Registrierungen verfahren, trotzdem bei Anschlägen infolge von Regenfällen fast auf der ganzen Länge kein zeitlicher Unterschied besteht. In Zukunft werden die zum Einsatz kommenden Geräte so eingestellt, daß der Ausschlag an der oberen Begrenzungslinie beginnt, wenn gleichzeitig nach vorliegenden Vergleichsbeobachtungen die Blätter infolge Taubildung feucht werden. Es wird dann die Befeuchtungsdauer stets an der oberen Begrenzungslinie abgelesen.

2.1.2.3. Durch hohe Luftfeuchtigkeit verursachte Registrierungen

Die Abbildung 7 zeigte aus der Nacht vom 9. zum 10. August noch eine weitere Art der Registrierkurven, wie sie gelegentlich festzustellen ist. Der Ausschlag geht hier nur annähernd bis zur Hälfte des Möglichen. Manchmal ist der Ausschlag auch noch kleiner. Außerdem verläuft der erste abwärts gehende Ausschlag nicht wie sonst gleichmäßig in einer glatten Linie, sondern mehrfach stockend mit kleinen rückläufigen Bewegungen. Dieser charakteristische Kurvenverlauf entsteht nicht bei Regen oder Taubildung, sondern nur bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit. Erst wenn eine derartige Kurve noch über die Hälfte des in den Abbildungen gezeigten Ausschlages hinausgeht, ist auch gleichzeitig auf den Blättern eine Benetzung zu erwarten. Im allgemeinen bleibt diese Art der Ausschläge im oberen Drittel, so daß sie hier unberücksichtigt bleiben können. Eingehendere Untersuchungen müssen diese Fragen weiter klären.

Für die vorliegenden Zwecke genügt es, die Gesamtzeit der Befeuchtung zu erfassen und an der Form des Beginns der Registrierkurve zu erkennen, ob die Auflösung der Registrierung durch Regen oder durch Tau bzw. Nebel erfolgt ist.

Diese Bedingungen werden schon jetzt durch die vorliegende Form des hier beschriebenen Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers erfüllt, dessen Wirkungsweise noch eingehender untersucht werden wird und der im Verlaufe der weiteren Erprobung Verbesserungen erfahren wird.

2.1.3. Verbesserungsvorschläge für den Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber

Auf einen gewissen Mangel ist hier noch hinzuweisen, der sich abstellen lassen wird. In manchen Fällen konnte festgestellt werden, daß bereits einige Zeit geringer Niederschlag gefallen war, bevor der typische plötzliche Ausschlag der Registrierung erfolgte. Hierbei handelte es sich aber stets nur um recht schwache Regenfälle von geringerer Tropfendichte. Nach der oben benutzten Abschätzungsskala waren es nur Regenfälle der 1. Stufe und in einigen Fällen auch der 2. Stufe. Sobald die 3. Stufe erreicht wurde, sprach das Gerät regelmäßig sogleich an, in vielen Fällen auch schon bei der 2. Stufe. Im Falle eines schwachen Niederschlages mit sehr geringer Tropfendichte (Stufe 1) sind auch auf die Blätter nur vereinzelt Tropfen gefallen, so daß noch nicht von einer regelrechten Befeuchtung der Blattoberfläche gesprochen werden kann. Bei einer etwas größeren Tropfendichte (Stufe 2), wobei aber die Regenmenge immer noch in der Nähe der unteren Meßgrenze (mittlere Regenintensität $= 0.3$ mm/Stunde, bei kürzerer Dauer $= 0.0$ mm, daher mit dem normalen Regenmesser nicht meßbar) bleibt, fallen schon einige Tropfen mehr auf die Blätter, so daß bei längerem Anhalten eines so schwachen Regens die Blätter doch allmählich etwas mehr benetzt werden. Dem kann aber ohne weiteres entgegengehalten werden, daß bei so schwachen Niederschlägen an einer Baumkrone zwar schon die äußeren Blätter mehr oder weniger benetzt werden, daß aber die inneren Blätter noch trocken bleiben. Wenn kein stärkerer Regen folgt, werden die äußeren Blätter an der Baumkrone auch bald wieder abtrocknen, so daß sich aus dieser vorübergehenden teilweisen Befeuchtung der Blätter keine weiteren Folgerungen für die Schorfbekämpfung ergeben. Meistens dauern die einzelnen Regenabschnitte der gleichen Stärkestufe im Durchschnitt etwa $\frac{1}{2}$ Stunde und weniger, selten 1 Stunde und mehr. Nach einem einzelnen schwachen Regen von nicht zu langer Dauer ist also keine anhaltende Befeuchtung zu erwarten. Wenn sich aber ein stärkerer Regen anschließt, wird nach den vorliegenden Erfahrungen sicher von Stufe 3 an das Gerät sofort einen Ausschlag geben. In diesem Stadium werden aber auch sehr bald die Blätter innerhalb der Baumkrone befeuchtet, was von den Praktikern des Pflanzenschutzes und Obstbaues als eigentlicher Zeitpunkt einer allgemeinen Befeuchtung im Sinne der anzuwendenden Regeln bei der Schorfwarnung angesehen wird. Es ist deshalb noch fraglich, ob das „Nicht-Ansprechen“ des Gerätes auf sehr schwache Niederschläge als wesentlicher Mangel bei der Beurteilung der Notwendigkeit der Schorfwarnungen anzusehen ist, da die Außenblätter auch wieder zuerst abtrocknen. Bei den Versuchen im Jahre 1956 vom 28. 4. bis 30. 6. wurden nur zwei kurze Regenschauer, die aber auch für den Warndienst keine Bedeutung hatten, von dem Gerät nicht erfaßt. In den Fällen, in denen der Regenbildschreiber Registrierungen nach der Stufe 2 zeigte, waren bei dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber nur zum Teil Ausschläge zu erkennen, die einen Hinweis auf die schwachen Regenfälle gaben.

Es ist auch zu bedenken, daß viele der beobachteten Regenfälle der Stufe 2 im Laufe des Tages eingetreten sind. Während der Tagesstunden trocknen aber die Blätter und der Hanffaden viel schneller ab, so daß die ersten auf den Faden gefallenen vereinzelt Tropfen

schon wieder abgetrocknet waren, bevor die nächsten darauf fielen, und daß somit die Feuchtigkeit niemals ausreichte, um den Hanffaden zu veranlassen, sich stärker zusammenzuziehen.

Da es sich bei der 2. Stufe des Regentropfenschreibers um einen Übergang handelt, wo schon manchmal bis zu einem gewissen Grade von einer Befeuchtung gesprochen werden kann, ist es notwendig, bei der Weiterentwicklung des Blatt-Befeuchtungsdauer-Schreibers dafür zu sorgen, daß auch die schwächeren Niederschläge der Stufe 2, vor allem wenn sie längere Zeit anhalten, mit erfaßt werden. Schwächere Niederschläge von kürzerer Dauer oder in Verbindung mit darauf folgenden stärkeren Niederschlägen sind hierbei von geringerer Bedeutung. Wo besonderer Wert darauf gelegt werden muß, auch den Beginn sehr schwacher Regenfälle regelmäßig zu erfassen, ist es zweckmäßig, neben dem „Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber“ noch einen „Regenbildschreiber“ aufzustellen, der ein sehr genaues Bild von der Feinverteilung der Regenfälle liefert. Im allgemeinen wird aber nach den bisherigen Erfahrungen die Praxis ohne die zusätzliche Verwendung eines Regenbildschreibers auskommen.

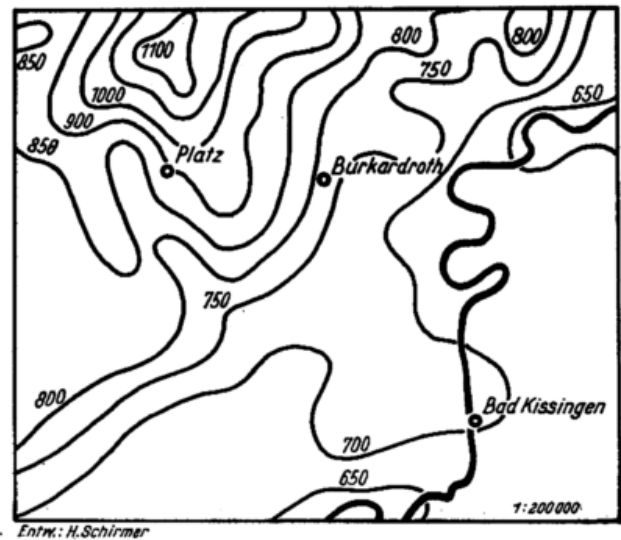
Weiterhin ist zu untersuchen, wie groß der Ausschlag ist, wenn durch Tau bzw. Nebel eine wirksame Befeuchtung der Blätter eingetreten ist. Ferner sind Untersuchungen mit Fäden verschiedener Stärke und Qualität durchzuführen, um festzustellen, ob die Registrierungen verbessert werden können.

Schließlich sind Untersuchungen mit anderen neu zu entwickelnden Geräten durchzuführen, wobei sich völlig neue Wege der Meßtechnik anbieten. Hierbei ist man dann allerdings bei manchen Methoden gezwungen, elektrischen Strom zu benutzen. Das hier beschriebene neue Gerät des „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“ hat aber den Vorteil, daß es denkbar einfach ist, vor allem keinen elektrischen Strom benötigt und daher an jedem beliebigen Ort ohne weiteres aufgestellt und in Betrieb gesetzt werden kann. Wesentlich ist auch die Tatsache, daß dieses Gerät verhältnismäßig unempfindlich ist und deshalb ohne Bedenken in ungeübte Hände gegeben werden kann. Dies scheint besonders deshalb notwendig zu sein, weil der Schwerpunkt des Schorfwarndienstes weniger bei zentralen Dienststellen des Pflanzenschutzes sondern mehr beim Einzelbetrieb oder in einzelnen Obstbaugemeinden liegen wird.

Mit der Entwicklung dieses neuen „Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers“, der im Einsatz schon im großen Maße den praktischen Ansprüchen genügt, ist ein wichtiger Teil der Forderungen, die hinsichtlich eines Schorfwarndienstes vom Obstbau (3) und vom Pflanzenschutz (9, 10) erhoben werden, im Prinzip erfüllt. Nunmehr müssen mit diesem neuen Gerät weitere Erfahrungen gesammelt werden, woraus sich wahrscheinlich weitere Vorschläge für Verbesserungen und Neukonstruktionen ergeben werden.

2.1.4 Erfassung lokalklimatischer Unterschiede mit dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber

Um festzustellen, ob mit dem Blatt-Befeuchtungsdauer-Schreiber örtliche, groß- oder kleinklimatisch bedingte Unterschiede erfaßt werden, wurden während des Sommerhalbjahres 1955 drei Geräte in der Umgebung von Bad Kissingen in verschiedenen Lagen aufgestellt (Abb. 8). Das erste Geräte stand am Grunde des tief eingeschnittenen Saaletales in etwa 200 m Seehöhe, dicht unterhalb von Bad Kissingen in der Nähe des Elektrizitätswerkes auf einer Wiese, die seitlich von zwei Armen der vorbeifließenden Fränkischen Saale begrenzt wird, neben einer von der Klimaabteilung der Zentralstelle des Deutschen Wetterdienstes eingerichteten und betreuten lokalen Meßstelle. Es han-



Entw.: H. Schirmer

Abb. 8

Messungen mit dem Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber an verschiedenen Stationen
Lage der 3 Stationen: Bad Kissingen, Burkardroth und Platz mit Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber und Linien gleicher mittlerer Jahresniederschlagssummen im Gebiet zwischen Fränkischer Saale und Südteil der Rhön (nach H. Schirmer)

delt sich hier um eine feuchte und mehr oder weniger windgeschützte Lage. Das zweite Gerät fand seine Aufstellung in etwa 350 m Höhe auf einem Hügel unmittelbar nördlich von Burkardroth in der Nähe der dortigen neuen Schule. Diese Lage ist repräsentativ für die südöstlichen Vorhöhen der Rhön. Nach Nordwesten zu steigen in etwa 5 km Entfernung die südlichen Ausläufer der Hochrhön, die Kette der „Schwarzen Berge“, mehrfach bis über 800 m Höhe an. Der südliche Eckpfeiler dieses Höhenzuges ist die „Platzer Kuppe“, an deren südlichem Fuße oberhalb des Dorfes Platz das dritte Gerät bei der dortigen amtlichen Klimastation in 540 m Höhe aufgestellt wurde.

Den Betreuern dieser Geräte, bei 1 in Bad Kissingen den Angehörigen der Abteilungen Klima und Agrarmeteorologie, bei 2 in Burkardroth Herrn Berufsschullehrer B a u c k e und bei 3 in Platz, dem Beobachter der Klimastation, Herrn Lehrer i. R. Bl ü m e l, sowie Herrn Berka von der Abteilung Agrarmeteorologie, dem die Einrichtung und Überwachung aller Stationen oblag, sei auch an dieser Stelle für ihre Hilfe bestens gedankt.

Parallelregistrierungen von 20 Wochen des Sommerhalbjahres 1955, von Mitte Mai bis Anfang Oktober, wurden ausgewertet und verglichen. Die Tabelle 1 enthält für jede der drei Stationen die Summe der Stunden, in denen während der Gesamtzeit nach den Angaben der Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber die Blätter infolge Regen, Tau oder Nebel befeuchtet waren.

Danach zeigte das im Saaletal bei Kissingen aufgestellte Gerät die größte Zahl von Blattbefeuchtungstunden. Wenn diese Zahl gleich 100 gesetzt wird, betragen die entsprechenden Werte für Burkardroth etwa 73% und für Platz 46%. Noch günstiger werden die Werte für Burkardroth und besonders für Platz, wenn nur die Stunden der Blattbefeuchtung berechnet werden, die nicht durch Regen verursacht sind. Die Andauer der durch Tau und Nebel bewirkten Blattbefeuchtung beträgt dann in Burkardroth etwa 51% und in Platz nur 8% der im Saaletal bei Bad Kissingen festgestellten Zeit der Befeuchtung. Veranschaulicht werden diese Unterschiede auch durch die Abbildung 9, in der die Registrierungen der drei Stationen von einer typischen Woche (vom 29. August bis 4. Sep-

Tab. 1

Andauer der Blattbefeuchtung infolge Regen, Tau und Nebel in Stunden, gemessen mit dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber in Stunden und in % der Station Bad Kissingen. (Zeitraum: 9. 5. bis 3. 10. 1955 ohne die Zeit vom 22. bis 29. 8.) und mittlere Jahresniederschlagssumme

Beobachtungsstation	Bad Kissingen Saaletal	Burkardroth	Platz
Seehöhe	198 m	330 m	540 m
	Stunden (%)	Stunden (%)	Stunden (%)
Gesamtzahl aller Stunden der Blattbefeuchtung	1403 (100)	1030 (73)	650 (46)
Zahl der Stunden der Blattbefeuchtung, die nicht durch Regen verursacht sind	733 (100)	372 (51)	58 (8)
die durch Regen verursacht sind	670 (100)	658 (98)	592 (88)
Mittlere Jahresniederschlagssumme	711 mm	770 bis 790 mm	880 bis 900 mm

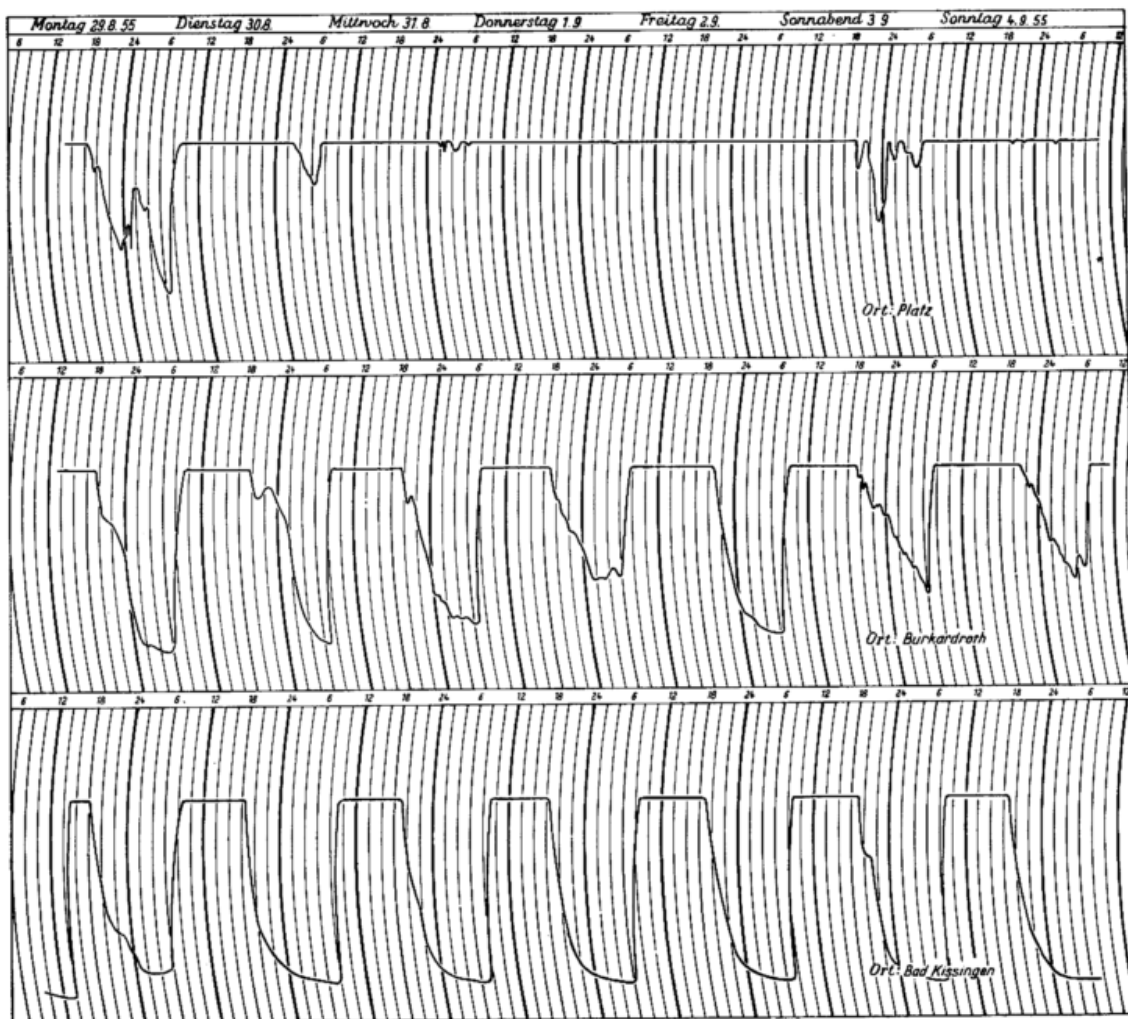


Abb. 9

Registrierungen mit dem Hanffaden-Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber vom 29. 8. bis 4. 9. 1955 in verschiedenen Lagen
oben: Platz (540 m, Südrand der Rhön)
Mitte: Burkardroth (330 m, Vorhöhen der Rhön)
unten: Bad Kissingen (198 m, Tal der Fränkischen Saale)

tember 1956) gegenübergestellt sind. Die Ursache für die geringeren Unterschiede bei Berechnung der Gesamtzahl aller Blattbefeuchtungsstunden liegt vor allem darin, daß es in Burkardroth und Platz häufiger und auch intensiver regnet als in Bad Kissingen.

In der Tabelle 1 sind auch die mittleren Jahresniederschlagssummen angegeben, die der Karte von Schirmer (14) (Vergleiche den Kartenausschnitt in Abb. 8) entnommen wurden. Danach sind von diesen drei Stationen die Niederschläge in Kissingen mit 711 mm am

niedrigsten und in Platz mit etwa 880 bis 900 mm am höchsten. Wie die Einzelauswertung zeigte, ist sowohl die Intensität als auch die Zahl der Niederschläge in Bad Kissingen geringer als in Burkardroth und Platz. Die Zahl der Stunden der Blattbefeuchtung, die durch Regen verursacht sind, müßte deshalb auch in Burkardroth und Platz größer sein als in Bad Kissingen. Dem wirkt aber die schnellere Abtrocknung in den höheren Lagen in Burkardroth und Platz entgegen, so daß praktisch kein größerer Unterschied der durch Regen verursachten Stunden der Blattbefeuchtung bei diesen drei Orten besteht. Bemerkenswert ist hier der Unterschied zwischen Burkardroth und Platz. Trotzdem in Platz erfahrungsgemäß die Zahl der Niederschläge ungefähr die gleiche ist wie in Burkardroth — die Niederschlagsmengen sind meistens größer —, ist die durch Regen verursachte Zahl der Blattbefeuchtungsstunden in Platz deutlich geringer als in Burkardroth. Hier zeigt sich wieder die Möglichkeit der schnelleren Abtrocknung der Blätter in Platz infolge der dortigen freieren und windreicheren Lage.

Diese Ergebnisse zeigen, daß mit dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber auch lokale Unterschiede gut erfaßt werden. Damit ist diese wesentliche Bedingung, die an die Verwendbarkeit des neuen Gerätes geknüpft werden muß, weitgehend erfüllt.

2.2. Ermittlung der Lufttemperatur.

Um zuverlässige Werte der Lufttemperatur zu erhalten, die zur Bestimmung der Infektionszeiten dienen können, sind bestimmte Bedingungen bei der Aufstellung der Temperaturmeßgeräte einzuhalten. Wenn eine amtliche Wetterstation in der Nähe ist, stehen stets einwandfrei gemessene Temperaturwerte zur Verfügung. Die Thermometer, mit denen die augenblickliche oder die höchste bzw. die tiefste Lufttemperatur festgestellt wird, sind in einer besonderen für diesen Zweck gebauten Hütte untergebracht, um sie vor Strahlungseinfluß zu schützen. Vielfach steht in einer solchen Hütte auch ein Thermograph (meistens verbunden mit einem Hygrographen), dessen Registrierkurven für jede gewünschte Zeit die betreffenden Temperaturwerte entnommen werden können. Diese Thermometerhütte besteht aus einem weißgestrichenen Holzkasten, dessen vier Seiten durch doppelte Jalousien gebildet werden, die der Luft freien Durchzug gestatten. Dieser Kasten steht auf einem vierbeinigen Gestell, das so weit in die Erde eingegraben ist, daß sich die Gefäße (Meßkörper) der Thermometer in der Hütte 2 m über dem Erdboden befinden. Um die Tür der Thermometerhütte, die sich auf der Nordseite befindet, öffnen und die Thermometer in dieser Höhe ablesen zu können, verwendet man einen dreistufigen Tritt. Es sind also eine ganze Reihe von Bedingungen einzuhalten, wenn man einwandfrei gemessene Temperaturwerte erhalten will.

Nur wenige Stellen, die für die Durchführung eines Schorfwarndienstes Werte der Lufttemperatur benötigen, werden in der glücklichen Lage sein, sich in unmittelbarer Nachbarschaft einer amtlichen Wetterstation zu befinden. Wenn aber amtlich gemessene Temperaturwerte nicht zur Verfügung stehen, der ist gezwungen, sich selbständig geeignete Werte der Lufttemperatur zu beschaffen.

Einwandfreie sowie allgemein gültige und vergleichbare Werte würde man in jedem Falle erhalten, wenn man an dem gewünschten Ort wie bei einer amtlichen Wetterstation ebenfalls eine Thermometerhütte nach den betreffenden Vorschriften des Deutschen Wetterdienstes*) aufstellen würde. In vielen Fällen wird aber

*) Anleitung für die Beobachter an den Wetterbeobachtungsstellen des Deutschen Wetterdienstes. 6. Auflage. Bad Kissingen 1951

diese Anschaffung und Art der Aufstellung den verschiedenen interessierten Stellen wie Kreisfachberatungsstellen für Obstbau, Gemeinden und vor allem einzelnen Obstbaugebieten zu kostspielig und umständlich sein. Diese Stellen werden nach einem Ausweg suchen, um trotzdem zu den benötigten Temperaturwerten zu kommen. Nach den bisherigen Erfahrungen werden dabei oft primitive und vor allem völlig unsachgemäß aufgestellte Thermometer benutzt, so daß die so gewonnenen Temperaturwerte zu falschen Schlußfolgerungen führen. Dies kann aber durch andere zweckmäßigere Aufstellungsweisen vermieden werden, wobei es darauf ankommt, den interessierten Stellen mit einfacheren Mitteln die Gewinnung einigermaßen brauchbarer und allgemein vergleichbarer Werte zu ermöglichen. Eine durchaus empfehlenswerte Art der einfacheren Thermometeraufstellung ist folgende:

Vom Deutschen Wetterdienst wurde eine vereinfachte Klimahütte entwickelt, die kleiner und billiger als die im Wetterdienst verwendete normale Hütte ist, die aber trotzdem noch für viele praktische Zwecke recht brauchbare Werte liefert. Zwar muß man sich bei dieser vereinfachten Aufstellung mit einer Genauigkeit von etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ begnügen — bei den amtlichen Stationen wird eine Genauigkeit der Ablesung von $\frac{1}{10}^{\circ}$ verlangt — aber bei richtiger Aufstellung lassen sich die in der vereinfachten Hütte gewonnenen Werte der Lufttemperatur ohne weiteres mit den an einer Wetterstation festgestellten vergleichen. Damit ist die Voraussetzung gegeben, daß alle interessierten Stellen gleichwertiges Beobachtungsmaterial benutzen, somit nach den gleichen Methoden und Regeln arbeiten können und dadurch erst Aussicht auf erfolgreiche Durchführung des Schorfwarndienstes haben.

Die vereinfachte Thermometerhütte ist in der Abbildung 10 dargestellt. Diese besteht aus einem kleineren

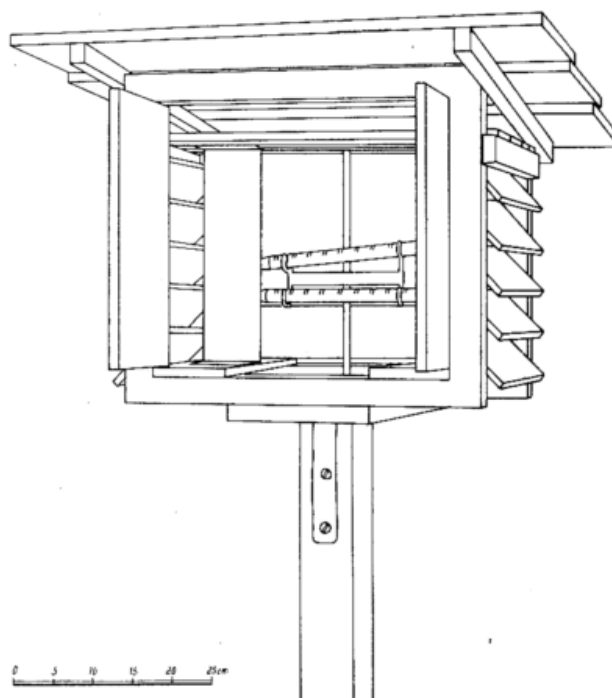


Abb. 10
Vereinfachte Thermometerhütte (Erläuterung im Text)

weißgestrichenen Holzkasten, der auf der vorderen, stets nach Norden gerichteten Seite offen ist. Die beiden Seitenwände werden durch einfache Jalousien gebildet. An der Rückwand befinden sich zwei versetzte Bretter. Der Boden der Hütte besteht aus drei gegen-

einander versetzten Brettern, um der Luft die Möglichkeit zum Durchtritt zu geben, wobei aber verhindert werden muß, daß der erhitzte Erdboden mittels Strahlung die Temperatur in der Hütte verändern kann. Um diesen Strahlungsfehler vom Boden her zu vermeiden, müssen die Thermometer in der Hütte unbedingt durch einen vollständigen Hüttenboden abgeschirmt werden. Um im Sommer in frühen Morgen- bzw. späten Abendstunden die direkte Sonnenstrahlung abzuschirmen, sind die Seitenwände nach vorwärts durch verlängerte Wände (einfache Bretter) vergrößert worden. Um auch den weiteren Strahlungsfehler, der durch das Hereinfluten der diffusen Strahlung am Tage von der offenen Seite her entsteht, zu verhindern oder doch wenigstens auf ein möglichst geringes Ausmaß herabzudrücken, ist noch vor die Meßkörper der in der Hütte horizontal angebrachten Extremthermometer ein etwa 7 cm breiter Blechstreifen angebracht, der an der Decke und am Boden befestigt ist und der auf der Rückseite (Innenseite) schwarz gefärbt ist.

Die Hütte wird so auf einen Pfahl gestellt, daß sich ihre Grundfläche etwas unter Augenhöhe befindet. Der Beobachter kann dann vor der Hütte stehend die Thermometer bequem in Augenhöhe ablesen. Dabei soll aber für den Hüttenboden eine gewisse Mindesthöhe von 160 cm nicht unterschritten werden. Im Bedarfsfall ist sonst vor dem Pfahl eine einfache Stufe anzubringen, die dem Beobachter ein bequemes und sicheres Ablesen ermöglicht. Diese Stufe darf jedoch den Pfahl nicht berühren, damit Erschütterungen ausgeschlossen sind. An der senkrechten Eisenstange in der Hütte ist der Thermometerhalter so befestigt, daß seine Mitte etwa in Augenhöhe über dem Erdboden liegt. Das Maximumthermometer liegt oben, etwas schräg mit der Thermometerkugel nach unten, das Minimumthermometer unten, genau waagrecht. Notwendigenfalls kann diese kleine Thermometerhütte auch zur Aufnahme eines Thermohygrographen der Bauart Lambrecht benutzt werden. Die Ausmaße des Innenraumes der Hütte sind danach eingerichtet. Genauere Angaben zum Bezug oder zum Selbstbauen der vereinfachten Hütte erteilt der Deutsche Wetterdienst — Instrumentenamt München.

Für die Aufstellung der vereinfachten kleinen Thermometerhütte gelten die gleichen Grundsätze wie bei der Aufstellung der großen Hütte einer normalen Klimastation. (Vergleiche Anleitung für die Beobachter. Fußnote Seite 12). Am besten ist es, wenn bei der Einrichtung einer solchen privaten Meßstelle ein Meteorologe von einer benachbarten Dienststelle des Wetterdienstes mit zu Rate gezogen wird, damit von vornherein die Gewinnung brauchbarer und mit der amtlichen Nachbarstation vergleichbarer Werte sichergestellt ist. Die Hütte darf vor allem nicht unter Bäumen oder in unmittelbarer Nähe von Gebäuden aufgestellt werden. Die beste Aufstellung ist die in einem nicht zu eng mit Bäumen und Strauchwerk bewachsenen Hausgarten. Der Hof selbst ist gewöhnlich ungeeignet.

Diese vereinfachte Thermometerhütte wurde besonders für die Zwecke der Praxis entwickelt. Der Preis beträgt weniger als ein Viertel der großen Hütte. Sie nimmt am Aufstellungsort nicht viel Platz in Anspruch (nur ein Pfahl und keine Treppe), sie ist offen, so daß die Thermometer jederzeit beim Vorbeigehen kontrolliert werden können, ohne jedesmal die Hütte öffnen zu müssen. Wo ein Six-Thermometer, das Maximum- und Minimumthermometer in einem Meßinstrument vereinigt, vorhanden ist und für behelfsmäßige Temperaturbeobachtungen in einem Obstbaubetrieb benutzt werden soll, kann auch folgende besondere Aufstellung einfacherer Art Verwendung finden. Wie die Abbildung 11 zeigt, wird das senkrecht hängende Sixthermometer (Skala möglichst aus Glas) an einem Holzbrett von et-

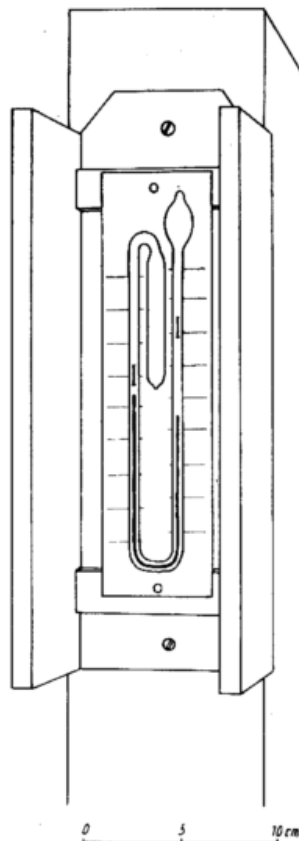


Abb. 11

Einfacher Schutz für Six-Thermometer (Erläuterung im Text)

wa 9 cm Breite auf zwei schmalen Querleisten so befestigt, daß zwischen Thermometer und Holzbrett ein Zwischenraum von etwa $\frac{1}{2}$ cm bleibt. Als Schutz gegen die direkte Sonnenstrahlung werden auf beiden Seiten an dem Holzbrett senkrecht zu diesem kleinere Schutzbretter angebracht. Diese weiß angestrichene Schutzeinrichtung wird an einem Pfahl in Augenhöhe so befestigt, daß die Öffnung nach Norden gerichtet ist. Es handelt sich hierbei nur um eine sehr behelfsmäßige Thermometeraufstellung. Wenn irgend möglich, ist die oben beschriebene kleine Thermometerhütte vorzuziehen. Zu beachten ist ferner noch, daß normale Extremthermometer zuverlässigere Meßergebnisse liefern als Sixthermometer.

Auf jeden Fall ist es notwendig, auf die Ermittlung der Temperatur als notwendige Unterlage zur Bestimmung der Infektionszeiten besondere Sorgfalt zu verwenden. Hierzu gehört auch die Festlegung und genaue Einhaltung eines Beobachtungstermins. Um den Anschluß der vereinfachten Temperaturmessungen an die Beobachtungen der amtlichen Stationen zu gewährleisten, müssen die Extremthermometer abends, nicht vor Sonnenuntergang abgelesen und neu eingestellt werden. Am besten wäre es, wenn die Ablesung gegen 21 Uhr erfolgen könnte, da dieser Zeitpunkt annähernd mit dem amtlichen Beobachtungstermin übereinstimmt. Die Abweichungen bleiben noch in geringen Grenzen, wenn die Neueinstellung etwa zur Zeit des Sonnenuntergangs erfolgen kann. Bei einer Morgenablesung, die zwar manchmal betrieblich leichter durchzuführen ist, wird ein Vergleich mit den Messungen der amtlichen Stationen oft erschwert.

2.3. Phänologische Beobachtungen an Obstbäumen

Gleichzeitig mit den Blattfeuchte- und Lufttemperaturmessungen müssen auch phänologische Beobachtun-

gen an den Obstbäumen durchgeführt werden, die von den Schorfsporen befallen wurden. Beobachtet werden die einzelnen Entwicklungsstufen der Blatt- und Blütenknospen bei Apfel und Birne. Diese Beobachtungen dienen zur Feststellung, ob einerseits überhaupt Befall stattfinden kann und andererseits, ob nach einer bereits erfolgten Bekämpfung erneut Vegetationsorgane ausgetrieben sind und befallen werden können. Im Rahmen eines örtlichen Schorfwarndienstes werden die phänologischen Feststellungen an der gleichen Stelle wie die übrigen instrumentellen Untersuchungen von denselben Beobachtern durchgeführt. Wenn sich allerdings der Schorfwarndienst über ein größeres Gebiet erstrecken soll, müssen laufend Meldungen über den Stand der Pflanzenentwicklung aus allen Obstbaubezirken vorliegen. Bei der Beschaffung dieser phänologischen Nachrichten kann der phänologische Schnellmeldedienst des Deutschen Wetterdienstes Hilfe leisten, der aufgrund laufender phänologischer Meldungen einen ständigen Überblick über die Pflanzenentwicklung hat. Wo ein besonderes Interesse des Pflanzenschutzes vorliegt, kann mit dessen Unterstützung das Beobachtungsnetz der Schnellmelder verdichtet werden.

3. Durchführung eines Schorfwarndienstes und praktische Erprobung der meteorologischen Hilfsinstrumente und -geräte

3.1. Das Untersuchungsprogramm für den Schorfwarndienst

Im Frühjahr und Sommer 1956 wurde in unmittelbarer Nachbarschaft von Bad Kissingen ein örtlicher Schorfwarndienst praktisch durchgeführt, wobei die Hilfsinstrumente bzw. -geräte zum Einsatz und zur Erprobung kamen.*) Bei dieser praktischen Durchführung des Schorfwarndienstes handelte es sich um zwei Arbeitsabschnitte. Zunächst wurde am Ausgang des Winters und zu Anfang des Frühjahrs die Entwicklung der Perithezien überwacht. Nach Feststellung der Reife der Perithezien setzten die Untersuchungen zur Feststellung der Infektionsmöglichkeit ein.

Die Perithezien-Entwicklung wurde an Apfelbaumblättern festgestellt, die im Herbst von verschiedenen Apfelsorten gesammelt und während des Winters in natürlicher Lagerung unter einem dünnen Maschendraht auseinandergebreitet auf dem Erdboden in verschiedenen Lagen aufbewahrt wurden. Erst bei Bedarf wurden die frischen Blätter diesen natürlichen Aufbewahrungsstellen und ergänzend auch noch verschiedenen anderen Obstgärten bzw. Obstanlagen entnommen. Der Stand der Perithezienentwicklung wurde dann unter dem Mikroskop durch Untersuchungen von Zupfpräparaten festgestellt.

Zum Zwecke der Ermittlung der Infektionsmöglichkeit kamen in einer Obstanlage bei Kissingen mehrere Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber zum Einsatz. Ein Gerät wurde in 1,50 m Höhe auf einem Holzpfehl außerhalb der Baumkronen aufgestellt, ein zweites in einer Baumkrone und ein drittes einige Zeit am Erdboden. Außerdem wurden regelmäßig Augenbeobachtungen über die Blattbefeuchtung, besonders auch bei Nebel, im Vergleich zu den Ausschlägen der Geräte durchgeführt. Am gleichen Ort kam auch eine Sporenfalle zum Einsatz. Die notwendigen Angaben über die Temperaturverhältnisse zur Beurteilung der Infektionsmöglichkeit lieferte die benachbarte Wetterstation Bad Kissingen.

*) Herrn Landrat Hofmann, Bad Kissingen, sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt für seine verständnisvolle Unterstützung bei diesen Versuchen.

3.2. Überwachung der Perithezienentwicklung

3.2.1. Perithezien-Untersuchung

Wie im einleitenden Abschnitt 1.2. erwähnt, ist die Beobachtung der Perithezien besonders wichtig vor und bis zur Ausschleuderung der Wintersporen (Asco-Sporen). Die einzelnen Stadien der Perithezien-Entwicklung sind in Abb. 12 schematisch dargestellt.

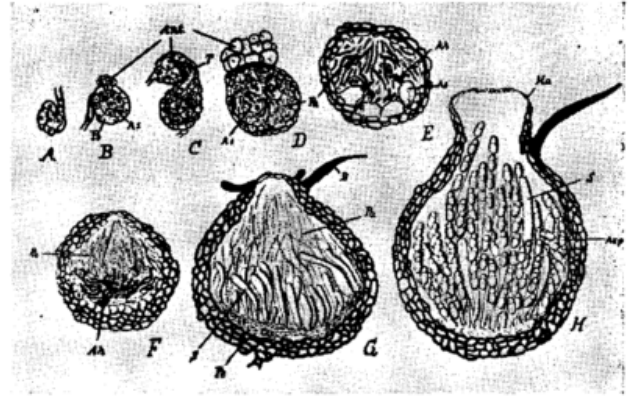


Abb. 12
Perithezienentwicklung in schematischer Darstellung
(nach Wiesmann) (Erläuterung im Text)

Das erste spiralartige Einrollen des Pilzfadens ist mit Stadium A bezeichnet. Dann folgen die ersten Ansätze zu einer Perithezienwand (Pe). Die Ausbildung der weiblichen (As, T) und der männlichen (Ant) Geschlechtsorgane sowie die Anfänge für die später sporenbildenden Schläuche (Ah) sind in den Stadien B, C, D, E gezeigt. Für den Schorfwarndienst sind die weiteren Entwicklungsstadien F, G, H besonders wichtig. Bei Stadium F besteht der Fruchtkörper-Inhalt im wesentlichen aus Füllfäden, den sogenannten Paraphysen (Pa), die im Stadium G von den hineinwachsenden Sporenschläuchen (S) verdrängt werden. Der Perithezienhals (Ha) mit Borsten (B) beginnt mit seiner Entwicklung.

Ein reifes Perithezium zeigt die Darstellung H. Es ist mit Sporenschläuchen (S) gefüllt, und die Paraphysen sind verschwunden. Im Endstadium der Reife sind die Schläuche mit je 8 ungleich-zweizelligen, eichelähnlichen Sporen besetzt (Asp).

Die Entwicklung der Perithezien ist je nach Witterungsverlauf der Winter- und Frühjahrsmonate unterschiedlich. Lange Frostperioden, wie z. B. Februar 1956, verzögern die Entwicklung. Die erste Ausstoßung der Asco-Sporen wurde in der Umgebung von Bad Kissingen während der verschiedenen Jahre im März oder April beobachtet.

Die Perithezien-Untersuchung sollte gebietsweise zur Vorbereitung der Schorfwarnung durchgeführt werden. Am einfachsten ist die Perithezien-Reife durch Untersuchungen von Zupf-Präparaten der vorjährigen Blätter unter dem Mikroskop festzustellen. Hierzu nimmt man jeweils einige Blätter, die evtl. unter einem dünnen Drahtgeflecht, möglichst nicht zu dicht aufeinander geschichtet, im Freien gelagert werden. Es würde ein unrichtiges Bild der Perithezien-Reife ergeben, wenn die Blätter erst einige Tage im Untersuchungsraum liegen würden.

Sind die aus dem Freien genommenen Blätter trocken, so werden dieselben zunächst gut mit Wasser angefeuchtet. Nach der guten Durchfeuchtung kann die Untersuchung beginnen. An der Lichtseite des Blattes

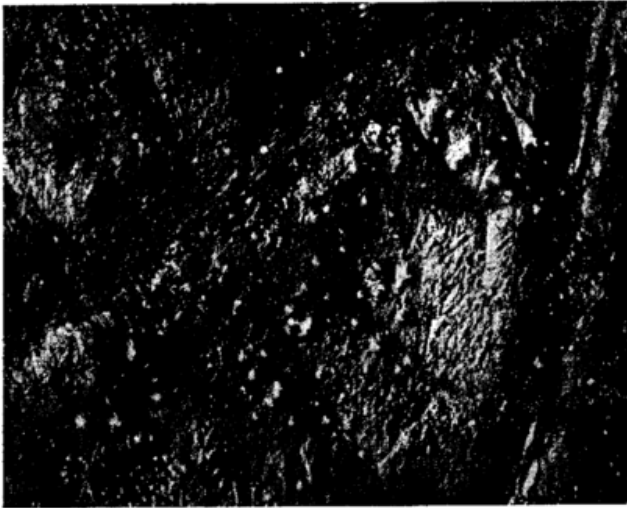


Abb. 13
Lupebild (Vergrößerung 10X) einer Peritheziengruppe
auf überwintertem Apfelblatt (Winterrambour)
Photo D a n n i n g e r

sieht man kleine dunkle Erhöhungen herausragen (Abbildung 13); das sind die Perithezien-Fruchtkörper.

Bei etwas Übung können dieselben mit bloßem Auge erkannt werden, andernfalls nimmt man eine Lupe. Sind die Blattstellen mit starkem Perithezienbefall festgestellt, so werden ca. 2 Blattstücke von ungefähr 2 bis 3 mm × 2 mm herausgeschnitten und auf einen Objektträger gelegt. Die Blatteilchen werden mit einem Tropfen Wasser benetzt und, wenn nichts anderes vorhanden, mit 2 Stopfnadeln zerzupft. Die letztere Arbeit muß sorgfältig durchgeführt werden, damit auch einige Perithezien geöffnet werden und so der Entwicklungszustand gut festzustellen ist. Über das Zupfpräparat wird ein großes Deckglas gelegt. Die Untersuchung unter dem Mikroskop beginnt zuerst mit einer etwa 100fachen Vergrößerung. Wenn eine aufgerissene Perithezie gefunden ist, stellt man das Bild in die Mitte des Blickfeldes und nimmt dann eine etwa 400fache oder noch stärkere Vergrößerung.

Die Abb. 14a zeigt das Ergebnis einer solchen Untersuchung. Es wurde ein Zupfpräparat hergestellt, und eine vergrößerte Stelle dieses aufgerissenen Frucht-



Abb. 14

Entwicklung der Perithezien 1956
Zupfpräparate (Vergrößerung etwa 400X)
Zeichnung W. B r e u e r

- a. 16. 4. Aufgerissenes, noch nicht reifes Perithezium
S = Schläuche, teilweise mit Wintersporen (Asco-Sporen)
- b. 18. 4. Aufgerissenes, reifes Perithezium. Asp = Ascosporen
- c. 25. 6. Offenes, leeres Perithezium.
S = leere Schläuche, B = Borsten

körpers wurde in einer Skizze festgehalten. Aus dem aufgerissenen Perithezium ragen die z. T. leeren Schläuche (S) heraus. Einzelne Schläuche (Asci) sind mit Wintersporen (Asco-Sporen) gefüllt. Jeder Schlauch enthält 8 Sporen.

Mit Hilfe solcher mikroskopischer Untersuchungen kann der genaue Stand der Perithezien-Entwicklung festgestellt werden. Bei jeder Untersuchung werden selbstverständlich Proben von mehreren Blättern genommen.

Wird mit diesen Untersuchungen im Februar begonnen, so kann die Entwicklung der Perithezien gut bis zum Zeitpunkt des Beginns der Asco-Sporen-Ausstoßung verfolgt werden. In der Abb. 14b ist ein reifes Perithezium gezeigt, das bei der Herstellung des Zupfpräparates aufgerissen wurde. Bei dieser Untersuchung am 18. 4. 1956 konnten auch ruckartige Ausstoßungen von Asco-Sporen aus den Schläuchen (Asci) beobachtet werden.

Am Ende der Entwicklung wurde während der Untersuchung am 25. 6. 1956 die in Abb. 14c dargestellte Perithezie gefunden. Hierbei sind deutlich die zusammengeschrumpften Schläuche (S) und die starken Borsten (B) zu sehen.

Zuerst genügt also eine Untersuchung in jeder Woche. Bei längeren Frostperioden kann die Untersuchung ausfallen. Von der Bildung der Schläuche (Asci) an ist eine kurzfristige Untersuchung angebracht. In manchen Jahren kann es auch geschehen, daß die Asco-Sporen fliegen, ehe die ersten Blättchen entwickelt sind. Bei einer Warnung muß neben der Feststellung der Perithezienreife also auch die phänologische Entwicklung soweit vorgeschritten sein, daß eine Infektion der Blätter möglich ist.

3.2.2. Die Entwicklung der Perithezien im Jahre 1956

Es soll hier kurz auf die letzte, entscheidende Entwicklung der Perithezien ab Anfang April 1956 eingegangen werden.

Am 4. April hatte die Untersuchung folgendes Ergebnis: An Rambourblättern aus Tal-Lagen wurden vereinzelt Perithezien mit Schläuchen (Asci) und ganz vereinzelt Asco-Sporen gefunden. Bei Blättern von anderen Sorten wurden Perithezien gefunden, die kurz vor und bei der Bildung von Schläuchen waren. Folgende Sortenunterschiede wurden festgestellt:

- Ontario (Blätter) noch vor Bildung der Asci
- Goldparmäne bei Bildung der Asci
- Rhein, Winterrambour ganz vereinzelt Asco-Sporen.

Am 10. April wurden Blätter des Rhein. Winterrambours aus verschiedenen Lagen untersucht (Tal, Südhang und halbschattige Tallage). Die Perithezien von Blättern aus der halbschattigen Tallage waren in der Entwicklung am weitesten vorgeschritten. Bei den Perithezien waren hier etwa die Hälfte der Asci mit Asco-Sporen besetzt. Allgemein konnten bei Blättern aus anderen Lagen nur vereinzelt Asci mit Asco-Sporen beobachtet werden.

Am 16. April zeigte die Perithezien-Reife folgenden Stand:

Ontario erst ganz vereinzelt Asci mit Asco-Sporen
Goldrenette von Blenheim Asci erst vereinzelt mit
Asco-Sporen, noch nicht ein Drittel

Goldpirmäne Asci etwa zur Hälfte mit Asco-Sporen
gefüllt

Rhein. Winterrambour allgemein schon fast voll
besetzt mit Asco-Sporen.

An Blättern des Rhein. Winterrambours, die von einem Südwesthang stammten, konnten im Durchschnitt Perithezien festgestellt werden, bei denen die Asci kaum zu 50% mit Asco-Sporen besetzt waren.

Der 18. April wurde als Zeitpunkt für die Möglichkeit des Beginns des Sporenausstoßes festgestellt. (Siehe Abb. 14b). Es konnten auch ruckartige Ausschleuderungen der Asco-Sporen beobachtet werden. Bei den Blättern von Rhein. Winterrambour, Kaiser Wilhelm und Goldpirmäne erfolgte die gleiche Beurteilung. Dagegen war bei Landsberger Renette und Ontario die Perithezien-Entwicklung noch nicht so weit fortgeschritten.

Allgemein kann bei den hier durchgeführten Untersuchungen festgestellt werden, daß die Perithezien-Entwicklung bis zum 16. April an Rhein, Winterrambour-Blättern am weitesten vorgeschritten war, während bei den Untersuchungen am 18. 4. nur noch wenig Unterschiede zwischen Rhein. Winterrambour, Kaiser Wilhelm und Goldpirmäne bestanden. Es ist zu vermuten, daß daran sehr wahrscheinlich die stärkeren Niederschläge während dieser Zeit schuld waren.

Nachdem bei der Perithezien-Untersuchung am 18. 4. gefunden worden war, daß die Asco-Sporen bei der nächsten Befuchtung ausgeschleudert werden könnten, wurden weitere Untersuchungen erst wieder am 5. 6. 1956 durchgeführt. Hierbei konnte festgestellt werden, daß im Durchschnitt ein halb bis zwei Drittel der Asci von Asco-Sporen leer bzw. teilweise leer waren. Am 13. 6. wurden im Durchschnitt wenig andere Verhältnisse angetroffen. (Etwa $\frac{2}{3}$ der Asci leer.)

Am 25. 6. waren schon viele leere Perithezien vorhanden (siehe Abb. 14c). In mehreren Perithezien waren noch einzelne Asco-Sporen. Am 2. 7. waren die Perithezien zur Hauptsache leer. Es wurden überhaupt nur noch ganz vereinzelt Asco-Sporen gefunden. Am 7. 7. wurden keine Perithezien mit Asco-Sporen mehr gefunden.

3.2.3. Lokalklimatische Unterschiede und die Perithezien-Reife

Am 10. und 16. 4. 1956 wurden Blätter der gleichen Sorte (Rhein. Winterrambour) aus verschiedenen Lagen genommen. Hierbei zeigte sich einmal ein Unterschied zwischen der halbschattigen Tallage und den anderen Lagen und zum anderen zwischen den allgemeinen Lagen und einem bewindeten Südwesthang.

Am 10. 4. waren in der halbschattigen Tallage bei den Perithezien die Asci schon zur Hälfte mit Asco-Sporen gefüllt, während sich bei den Blättern der gleichen Sorte, die aus anderen Lagen genommen wurden,

nur erst vereinzelt Asco-Sporen zeigten. — Am 16. 4. waren bei Blättern aus den allgemeinen Lagen die Asci fast vollbesetzt mit Asco-Sporen, während die Blätter, die vom Südwesthang genommen wurden, Perithezien mit Asci zeigten, die im Durchschnitt erst bis zu 50% mit Asco-Sporen besetzt waren.

Die kleineren Lagenunterschiede machen sich in der Perithezien-Untersuchung also nicht oder sehr selten bemerkbar. Lediglich bei den Blättern aus der halbschattigen Tallage (breites Tal) und bei den Blättern von dem bewindeten Südwesthang zeigten sich gut erkennbare Unterschiede gegenüber den anderen Lagen.

In der halbschattigen Tallage war also die Perithezien-Entwicklung weiter vorgeschritten, während an dem bewindeten Südwesthang die Perithezien-Entwicklung gegenüber den sonstigen Lagen zurückgeblieben war.

3.3. Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit

3.3.1. Erfassung des Wintersporenfluges (Asco-Sporen)

Die eine Voraussetzung für die Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit ist die genaue Beobachtung des Winter-Sporenfluges. Der Asco-Sporenflug kann auf verschiedene Weise erfaßt werden. Einmal werden mit Vaseline bestrichene Objektträger im Abstand von einigen Millimetern (3—5 mm) über Blätter gelegt, andere Objektträger wurden in die Baumkronen gehängt. Für die annähernd richtige Erfassung des Sporenfluges müssen mehrere Objektträger in der Baumkrone hängen und am Boden in geringem Abstand über den Blättern liegen. Bei dieser Methode ist besonders das Absuchen der Objektträger sehr zeitraubend, und außerdem müßten zur genaueren Erfassung des Sporenfluges die Objektträger öfter gewechselt werden. Vor allem bei der Aufhängung der Objektträger in Baumkronen wird eine ganz genaue Erfassung des Sporenfluges auf diese Weise also kaum möglich sein. Deshalb ist man seit einigen Jahren an manchen Stellen dazu übergegangen, Sporenfallen herzustellen. Eine einfache Falle mit Saugpumpe wurde z. B. von Friedrich (15) hergestellt. Für höhere Ansprüche dienen die automatischen Sporenfallen. Von der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz wurde unter Verwendung der bisher in anderen Ländern gemachten Erfahrungen (Baumeister (16)) und (Böckle (17)) ein Apparat konstruiert, der eine unterbrochene Kontrolle des Sporenfluges ermöglicht (techn. Ausführung Fa. Friedrich Steinmetz, Apparatebau, München, Ringelsteinstraße 12).

3.3.1. 1. Die verwendete Sporenfalle

Die von der Bayer. Landesanstalt zur Verfügung gestellte Sporenfalle besteht aus einem Ilo-Motor mit angebautem Turbinengebläse, einem Saugschlauch und der eigentlichen Falle. Die Falle ist mit einem Uhrwerk versehen. Auf diesem ist eine Scheibe (Abb. 15) angebracht, die sich dreht und die eingelegten Objektträger vor die Ansaugöffnung befördert. Ein Objektträger von 7,6 cm Länge wird in 4 Stunden an der Düsenöffnung, die sich im Deckel befindet, vorbeigeschoben. Sechs Objektträger können auf die Scheibe geklemmt werden, so daß 24 Stunden hindurch der Sporenflug erfaßt werden kann. Die Uhr und die Scheibe befinden sich in einer Unterdruckkammer, an deren Rückseite der Ansaugschlauch einmündet.

3.3.1. 2. Vorschläge zur Verbesserung der Sporenfalle

Sollen in Zukunft genauere Untersuchungen durchgeführt werden, so wäre eine Sporenfalle angebracht, die in mehreren Höhen die Sporen ansaugt, z. B. dicht über dem Erdboden (über den ausgelegten Blättern), in 1,20 und 2 m Höhe. Dann könnte auch kontrolliert wer-

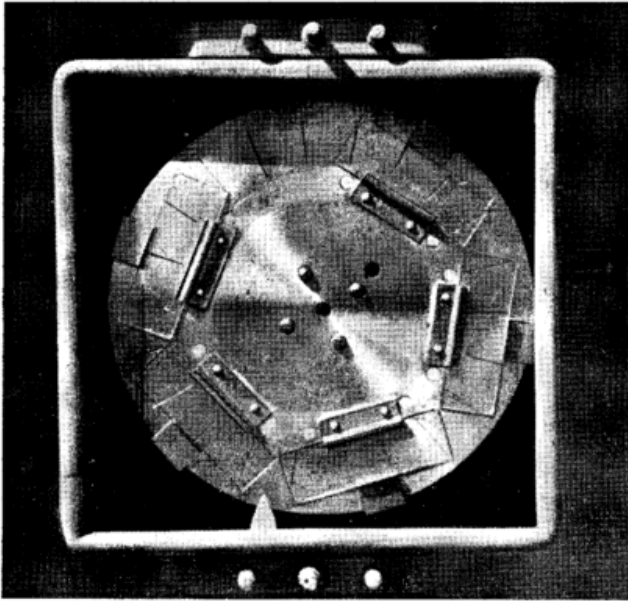


Abb. 15

Sporenfalle der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz
Unterdruckkammer der Sporenfalle geöffnet
Photo Dr. Neumann

den, unter welchen besonderen Verhältnissen z. B. Asco-Sporen ausgestoßen, aber nicht in die Baumkrone befördert werden. Der Motor ist stark genug, um gleichzeitig 3 Sporenfallen anzusaugen. Die Fallen sollten allerdings handlicher und leichter sein. Weiter müßte eine einfache Vorrichtung vorhanden sein, die eine standsichere Aufstellung am Boden gewährleistet; aber auch eine gute und einfache Aufhängevorrichtung wäre notwendig. In der Abb. 16 ist das Modell einer verbesserten Sporenfalle von W. Breuer*) gezeigt, die den erwähnten Ansprüchen näherkommt. Diese Sporenfalle kann am Boden auf einem kleinen Gestell angebracht und auch an einem Pfahl oder Ast aufgehängt werden. Ihre Größe beträgt ca. 28 cm im Durchmesser. Die Auflage für die Objektträger kann in einem geschlossenen Raum bestückt werden, und mit einem Griff läßt sich diese ausgeschnittene Scheibe mit den Objektträgern wieder in die Sporenfalle einsetzen, so daß auch bei schlechter Witterung ein schneller Wechsel der Objektträger möglich ist.

3.3.2. Bestimmung der Primärinfektion für Apfelschorf nach Mills

Die andere Voraussetzung für die Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit ist die Bestimmung der Primärinfektion. Wenn die auf das Blatt gewehten

*) Skizzen zur Erstellung dieser Falle können von W. Breuer, Bad Kissingen, angefordert werden.

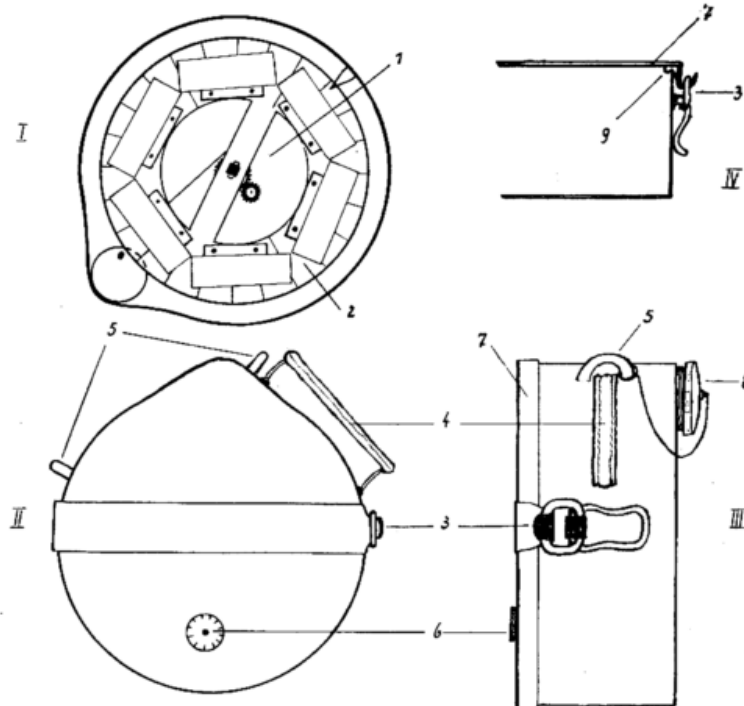


Abb. 16

- Modell einer verbesserten Sporenfalle von Breuer
- I. Innenansicht der Sporenfalle
 1. Uhr
 2. Abnehmbare Auflage mit 6 Objektträgern und mit Stundeneinteilung
 - II. Außenansicht der Sporenfalle (Vorderseite)
 3. Verbesserter Verschluss (ein am Deckel befestigtes Stahlfederband endet in einem Klappverschluss)
 4. Tragvorrichtung
 5. Ösen zum Aufhängen der Falle
 6. Düse zur Luftansaugung
 - III. Seitenansicht der Sporenfalle
 - 3 bis 6 wie unter II
 7. Abnehmbarer Deckel auf der Vorderseite
 8. Stützen zur Befestigung des Ansaugschlauches (kann mit einem Schutzdeckel verschlossen werden)
 - IV. Verschluss der Sporenfalle (Gehäuse der Falle im Querschnitt)
 3. wie unter II
 7. wie unter III
 9. Gummidichtung

Wintersporen (Asco-Sporen) keimen und die Keimschläuche in das Blatt eindringen sollen, wenn also eine Infektion erfolgen soll, müssen — wie bereits im Abschnitt 1.2.1. erwähnt — folgende Bedingungen erfüllt sein: erstens eine gewisse Zeit der Blattbefeuchtung und zweitens eine bestimmte Mitteltemperatur. Die Länge der Blattbefeuchtungszeit, die für eine Infektion notwendig ist, richtet sich nach der Lufttemperatur. Je höher die Temperatur ist, um so kürzer kann die Zeit der Blattbefeuchtung sein, je niedriger die Temperatur ist, um so länger muß die Blattbefeuchtung anhalten. Diese Zusammenhänge sind von Mills (11) eingehend erforscht und in folgender Übersicht (Tabelle 2), die von Neumann (18) bearbeitet wurde, wiedergegeben.

Tab. 2

Tabelle zur Bestimmung der Primärinfektion für Apfelschorf nach W. D. Mills
(Bearbeitung: Dr. Paul Neumann)

C°	Infektion			Inkubationszeit Tage	
	leicht Stunden der Blattnässe	mäßig	schwer		
0—5	über 30	über 40	über 60	} von Mills keine genaue Zeit angegeben	
5,6	30	40	60		
6,1	25	34	51		
6,7	22	30	45		
7,2	20	27	41		
7,8	19	25	38	} von Mills keine genaue Zeit angegeben	
8,3	17	23	35		
8,9	15	20	30		17
9,4	14 ^{1/2}	20	30		17
10,0	14	19	29		16
10,6	13	18	27		16
11,1	12	18	26		15
11,6	12	17	25		15
12,2	11 ^{1/2}	16	24		14
12,8	11	16	24		14
13,3	11	15	22	13	
13,9	10	14	22	13	
14,4	10	14	21	12	
15,0	10	13	21	12	
15,6	9 ^{1/2}	13	20	11	
16,1	9	13	20	10	
16,7	9	12	19	10	
17,2	9	12	18	9	
17,8	9	12	18	9	
18,3	9	12	18	8	
18,9	9	12	18	} von Mills keine genaue Zeit angegeben	
19,4	9	12	18		
20,0	9	12	18		
20,6	9	12	18		
21,1	9	12	18		
21,7	9	12	18		
22,2	9	12	18		
22,9	9	12	18		
24,4	9 ^{1/2}	12	19		
25,0	11	14	21		
25,6	13	17	26		

Diese Tabelle dient zur Bestimmung der Primärinfektion durch Wintersporen (Asco-Sporen) des Apfelschorfes. Die sekundären und weiteren Infektionen durch die Sommersporen (Konidien) erfolgen in etwa $\frac{2}{3}$ der Zeiten, die für die Infektion durch die Wintersporen angegeben sind.

3.3.2.1. Aufstellung des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers

Nachdem am 18. 4. 1956 festgestellt worden war, daß eine Sporenausstoßung bei den nächsten Niederschlägen möglich sein würde, wurde die Beobachtung der Blattfeuchtezeit vorgenommen. Zur Messung der Blattfeuchtezeit wurde das betreffende Gerät aufgestellt. Zu diesem Zweck wurde auf einem Holzpfahl (von etwa 10 cm Durchmesser) ein Brett in der Größe des Gerätes waagrecht befestigt. An den Seiten wurden Leisten angebracht, damit das Gerät beim Anstoßen nicht herabfallen kann. Der Pfahl ragte etwa 1,50 m über den Erdboden heraus und befand sich soweit im Boden, daß ein fester Stand des Gerätes gewährleistet war. Die Vergleichsaufstellungen in der Baumkrone und am Boden ergaben keine brauchbaren Ergebnisse. Auch darf das Gerät nicht zu nah an einer hohen Baumkrone stehen, damit der Niederschlag nicht abgehalten werden kann.

Nur die genügend freie Aufstellung des Blattbefeuchtungsdauer-Schreibers in etwa 1,50 m Höhe lieferte brauchbare Werte zur richtigen Beurteilung der Befeuchtungsdauer der Blätter in den Baumkronen.

3.3.2.2. Ermittlung der Durchschnittstemperatur während der Blattbefeuchtungsdauer

Gleichzeitig mit der Beobachtung der Blattbefeuchtungsdauer wurde auch die notwendige Durchschnittstemperatur für diese Zeit ermittelt. Die notwendigen Angaben über die Temperaturverhältnisse lieferte die benachbarte Wetterstation Bad Kissingen, wo die Beobachtungen in ähnlicher lokalklimatischer Lage wie in dem Obstgelände erfolgen. Wo dieser günstige Umstand, daß sich eine amtliche meteorologische Beobachtungsstelle in unmittelbarer Nähe befindet, nicht gegeben ist, muß die Überwachung der Lufttemperatur zusammen mit den anderen Beobachtungen im gleichen Gelände durchgeführt werden. Wie dabei auch mit einfacheren Mitteln noch genügend brauchbare Beobachtungswerte der Lufttemperatur gewonnen werden können, ist im Abschnitt 2.2. näher beschrieben.

3.3.3. Feststellung der Möglichkeiten der Primärinfektion nach Mills im Jahre 1956

Bei der Feststellung der Möglichkeiten der Primärinfektion während des Ascosporenfluges, also bei der Feststellung der Bedingungen für das Keimen der Wintersporen und das Eindringen der Keimschläuche in das Blatt, wurde die Blattfeuchtedauer mit dem Blattbefeuchtungsdauer-Schreiber ermittelt. Die notwendigen Angaben über die Temperaturverhältnisse während dieser Zeit wurden von der in der Nähe und in gleicher Höhe liegenden Wetterstation Bad Kissingen bereitgestellt. Es standen Thermographen-Registrierungen zur Verfügung.

Die graphische Darstellung in der Abbildung 17 gibt eine Übersicht über die täglichen Beobachtungen der Dauer der Blattfeuchte und des Niederschlags in der Zeit vom 28. April bis 30. Juni 1956. Für jeden Tag sind von oben (0 Uhr) nach unten (24 Uhr) in senkrechten Bändern (schräg, schraffiert) die Zeitabschnitte dargestellt, in denen eine Befeuchtung der Blätter festgestellt wurde. In diese Bänder ist die Andauer der einzelnen Niederschläge (schwarz) eingezeichnet. Ergänzend hierzu bringt der untere Teil der Abbildung die Niederschlagsmenge (Kreuzschraffur) der betreffenden Tage. Die am oberen Rand angebrachten spitzen Dreiecke kennzeichnen die Tage, an denen die Bedingungen für eine Infektionsmöglichkeit ausreichten.

Aus der Darstellung ist zu ersehen, an welchen Tagen die Blattfeuchte durch Niederschlag ausgelöst wur-

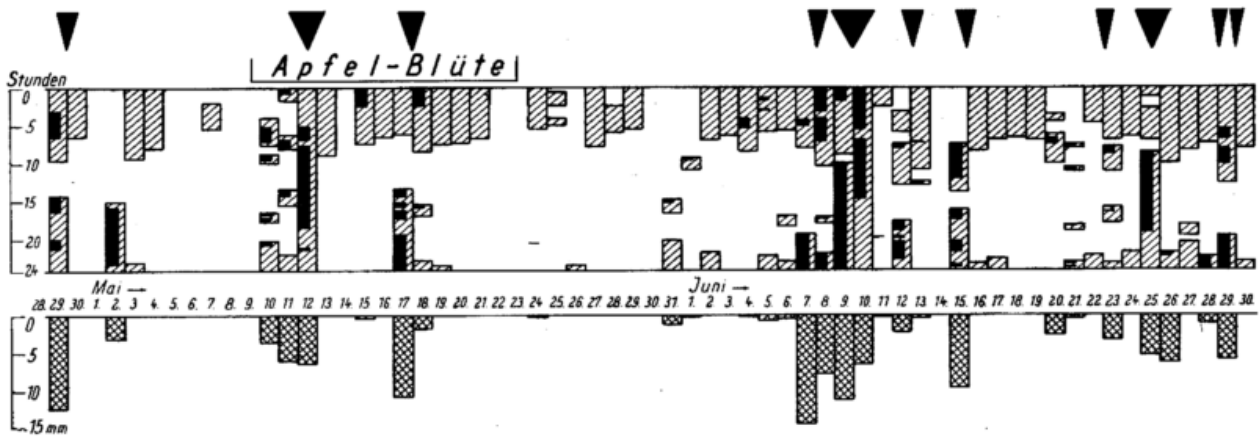


Abb. 17
 Infektionsmöglichkeiten während des Asco-Sporenfluges
 vom 28. 4. bis 30. 6. 1956
 oben: Tage mit ausreichenden Bedingungen für eine
 Infektionsmöglichkeit (Dreieck)
 Mitte: Dauer der Blattfeuchte (Schrägschraffur) und des
 Niederschlags (schwarze Bänder)
 unten: Tägliche Niederschlagsmenge
 (gemessen 0 bis 24 Uhr) (Kreuzschraffur)

de und an welchen die Blattfeuchte auch ohne Niederschlag eintrat. So waren an verschiedenen Tagen z. B. am 17., 18. und 19. Juni, die Blätter bis zu 9 Stunden und mehr feucht, ohne daß es geregnet hatte. Am 10. Juni regnete es in der Nacht und am Tage bis etwa 15 Uhr und die Blätter waren den ganzen Tag und die folgende Nacht über bis 4 Uhr morgens feucht. Am 10. Mai regnete es etwa 6 Stunden zu verschiedenen Tageszeiten, aber die Blätter trockneten jedesmal schnell ab, und es kam nicht zu einer Infektionsmöglichkeit.

Aus dieser Darstellung ist auch deutlich ersichtlich, daß die Niederschlagssummen und die Niederschlagsdauer allein noch keinerlei Hinweise auf die Dauer der Blattfeuchte geben können. Diese muß in jedem Fall beobachtet bzw. mit einem Gerät gemessen werden.

Die Fälle, in denen Infektionsmöglichkeiten während der Zeit vom Beginn bis Ende des Asco-Sporenausstoßes gegeben waren, sind nochmals in Tab. 3 mit genaueren Angaben der Blattbefeuchtungsdauer und der mittleren Lufttemperatur während dieser Zeit zusammengestellt.

Die Berechnung der mittleren Lufttemperatur während der Dauer der Blattfeuchte, die nach Mills mit zur Feststellung der Inkubationszeit dient, erfolgt im praktischen Betrieb, wenn also keine genaueren Temperaturmessungen einer benachbarten meteorologischen Station zur Verfügung stehen, zweckmäßigerweise nach folgenden erprobten Faustregeln, wobei nur die Höchst-(Maximum) und Tiefst-(Minimum)-Werte des betreffenden Tages und die augenblickliche Temperatur etwa zum Ende der Blattfeuchte benötigt werden.

1. Die Dauer der Blattfeuchte erstreckt sich über eine Nacht.

a) Die Blattfeuchte beginnt etwa am Mittag oder frühen Nachmittag und dauert bis zum nächsten Morgen.

Berechnung:

$$\frac{\text{Maximum} + \text{Minimum} + \text{Endtemperatur}}{3}$$

b) Die Blattfeuchte beginnt am späten Abend oder in der Nacht und dauert bis zum nächsten Morgen.

Berechnung:

$$\frac{\text{Minimum} + \text{Endtemperatur}}{2}$$

Tab. 3
 Schorfuntersuchung 1956, Bad Kissingen
 Feststellung der Infektionsmöglichkeiten

Datum	Blattfeuchte		Lufttemperatur während der Blattfeuchtezeit			A-B	
	von	bis	Stunden	Minuten	A Mittel berechnet aus Ex- tremwer- ten u. End- ablesung		B Mittel berechnet aus stünd- lichen Ab- lesungen
29. 4.	14	24 Uhr					
30. 4.	0	6.30	16	30	9.0°C	8.7°C	+0.3°C
11. 5.	22	24					
12. 5.	0	24	35		7.2	7.6	-0.4
13. 5.	0	9					
17. 5.	13	24					
18. 5.	0	8.30	19	30	10.4	12.0	-1.6
7. 6.	19	24					
8. 6.	0	10.30	15	30	10.6	11.5	-0.9
8. 6.	22	24					
9. 6.	0	9					
9. 6.	10.30	24	52		10.6	10.6	±0.0
10. 6.	0	24					
11. 6.	0	3.30					
12. 6.	19	24					
13. 6.	0	11					
13. 6.	12.30	12.50	16	20	15.7	14.9	+0.8
15. 6.	7.30	13.30					
15. 6.	16.15	24	22		10.6	9.1	+1.5
16. 6.	0	8.15					
22. 6.	21.30	24					
23. 6.	0	7	12	30	12.2	11.0	+1.2
23. 6.	8	11					
24. 6.	22	24					
25. 6.	0	0.40					
25. 6.	2.30	7.10	32	15	11.1	11.0	+0.1
25. 6.	9.15	24					
26. 6.	0	10.10					
28. 6.	22	24					
29. 6.	0	12.30	14	30	11.9°C	11.5°C	+0.4

2. Die Dauer der Blattfeuchte erstreckt sich über zwei Nächte.

- a) Die Blattfeuchte beginnt etwa am Mittag oder frühen Nachmittag und dauert bis zum Morgen des zweiten Tages.

Berechnung:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Maximum (1. Tag) + Minimum (1. Nacht)} \\ + \text{Maximum (2. Tag) + Minimum (2. Nacht)} \\ + \text{Endtemperatur} \end{array}}{5}$$

- b) Die Blattfeuchte beginnt am späten Abend oder in der Nacht und dauert bis zum Morgen des zweiten Tages.

Berechnung:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Minimum (1. Nacht) + Maximum (2. Tag)} \\ + \text{Minimum (2. Nacht) + Endtemperatur} \end{array}}{4}$$

Ferner ist bei der Berechnung der Mitteltemperatur während der Blattfeuchte folgendes zu beachten:

Wenn die Blattfeuchte noch länger dauert, wird vor der Endtemperatur ein weiteres Maximum und gegebenenfalls auch ein Minimum hinzugenommen. Wenn die Ablesung der Endtemperatur mit dem Maximum (oder Minimum) zeitlich ganz oder annähernd zusammenfällt, wird dieser Wert nicht doppelt, sondern nur einfach genommen.

Beginnt die Blattfeuchte am Vormittag (etwa zwischen 6 und 10 Uhr), dann wird bei der Berechnung mit einem Wert begonnen, der als Mittel des vorangehenden Minimums und des folgenden Maximums berechnet wird.

Z. B. bei 1a Berechnung:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Minimum + Maximum} \\ 2 \\ + \text{Maximum + Minimum + Endtemperatur} \end{array}}{4}$$

Beginnt die Blattfeuchte am späten Nachmittag oder gegen Abend (etwa zwischen 17 und 22 Uhr), dann wird bei der Berechnung mit einem weiteren Wert begonnen, der als Mittel des vorangehenden Maximum und des folgenden Minimum berechnet wird.

Z. B. bei 1b Berechnung:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Maximum + Minimum} \\ 2 \\ + \text{Minimum + Endtemperatur} \end{array}}{3}$$

Wenn die Blattfeuchte kurzfristig unterbrochen wird — nicht länger als 4 Stunden —, wird wie angegeben verfahren. Es werden also die in der Gesamtzeit liegenden Maxima und Minima für die Berechnung benutzt, wenn auch einer oder mehrere dieser Werte gerade in einem Zeitraum der Unterbrechung der Blattfeuchte liegen.

In den letzten Spalten der Tabelle 3 sind die nach obigem Schema nur aus den Extremwerten sowie dem Endwert und die aus stündlichen Werten (Registrierungen) berechneten Temperaturmittel miteinander verglichen. In den hier berechneten Beispielen betragen die Abweichungen 0 bis etwa 1½° C. In über zwei Drittel der Fälle sind die Abweichungen kleiner als 1.0° C. Diese Genauigkeit ist für den vorliegenden Zweck noch ausreichend.

Die Benutzung der normalen Tagesmittelwerte, die aus den drei Terminwerten einer Klimastation berechnet werden, ist unzweckmäßig, da hierbei die Abwei-

chungen von dem tatsächlichen Mittel der Befeuchtungsperiode noch größer ist. Wo Wert auf größte Genauigkeit gelegt werden muß, sind Temperaturregistrierungen erforderlich. Für praktische Zwecke wird im allgemeinen die Benutzung von Extremthermometern ausreichen, womit der Vorteil verbunden ist, daß diese nur einmal am Tage nachgelesen werden müssen.

Die Ablesung und Neueinstellung der Extremthermometer erfolgt — wie bereits im Abschnitt 2.2. angegeben — gegen Abend nicht vor Sonnenuntergang in der Zeit bis 21 Uhr. Die einzige Ablesung der Thermometer, die außerhalb der normalen Zeit notwendig ist, ist also die gegen Ende der Blattbefeuchtungsdauer. Das ist aber sowieso die Zeit, in der der interessierte Obstbauer die Verhältnisse in seinen Obstanlagen aufmerksam überwacht, so daß er dann auch in der Nähe seiner Thermometer ist.

Von den in Tabelle 3 aufgeführten verschiedenen Infektionsmöglichkeiten sollen hier nur die ersten drei näher besprochen werden.

Nach dem 18. April, dem Zeitpunkt für die Möglichkeit des Beginns des Sporenausstoßes (vergl. Abschnitt 3.2.2.), waren zum erstenmal in der Zeit vom 29. bis 30. April die Bedingungen für eine Infektion erfüllt. Wenn es hierbei zu einer Infektion gekommen wäre, hätte etwa am 16. Mai ein Schorfbefall festgestellt werden müssen, da nach Mills bei der ermittelten Durchschnittstemperatur die Inkubationszeit 17 Tage beträgt. Tatsächlich erfolgte aber noch keine Infektion. Es erhebt sich die Frage, ob doch noch nicht alle Voraussetzungen hierfür erfüllt waren. So besteht die Möglichkeit, daß die ausgestoßenen Sporen infolge besonderer kleinklimatischer Bedingungen in den unteren Luftschichten in Bodennähe blieben und nicht durch aufwirbelnde Luftströme in die Höhe der Baumkronen und damit auf die Blätter der Obstbäume befördert wurden. Diese Möglichkeit wird auch von Neumann (9) angedeutet. Ebenfalls bei den Versuchen in Gorsem in Belgien (5) wurde festgestellt, daß gelegentlich die Infektionen ausblieben, obgleich sie nach den bisherigen Kenntnissen zu erwarten waren. Um in Zukunft derartige Fälle besser klären zu können, wird es nötig sein, entsprechend dem im Abschnitt 3.3.1.2. gemachten Vorschlag drei Sporenfallen in verschiedenen Höhen, dicht über dem Boden, in der Höhe der Baumkronen und in mittlerer Höhe, aufzustellen und gleichzeitig die Luft anzusaugen.

Bei der zweiten Infektionsmöglichkeit vom 11. bis 13. Mai wurde eine Durchschnittstemperatur von nur 7.6° ermittelt. Nach Mills (Abschnitt 3.3.2.) ist bei dieser niedrigen Durchschnittstemperatur keine genaue Inkubationszeit angegeben. Für eine Durchschnittstemperatur, die 1.3° höher liegt, beträgt die Inkubationszeit 17 Tage. Es ist also anzunehmen, daß die Inkubationszeit bei 7.6° Durchschnittstemperatur etwas über 17 Tage liegt. Demnach hätte der erste Schorfbefall etwa Ende Mai oder Anfang Juni auftreten müssen. Tatsächlich wurde auch der erste Schorfbefall Anfang Juni, zwischen dem 2. und 4. Juni, festgestellt.

Bei der dritten Infektionsmöglichkeit vom 17. bis 18. Mai wurde eine Durchschnittstemperatur von 12.0° (stündliche Ablesung) ermittelt. Nach Mills ist hierbei mit einer Inkubationszeit von 14 bis 15 Tagen zu rechnen. Der Schorfbefall müßte danach am 1. oder 2. Juni in Erscheinung treten, was nach der Beobachtung auch am 2. Juni der Fall war.

Für diesen erstmals am 2. Juni beobachteten Schorfbefall konnte also sowohl die zweite als auch die dritte Infektionsmöglichkeit der entscheidende Anlaß gewesen sein; denn infolge der unterschiedlichen Durchschnitts-

temperaturen während der zweiten und dritten Infektionsmöglichkeit ist auch eine verschiedene Inkubationszeit gegeben, die in beiden Fällen Anfang Juni endet. In diesem besonderen Fall läßt sich nicht klären, welche Infektionszeit entscheidend gewesen ist. Es ist anzunehmen, daß in beiden Fällen eine Infektion erfolgt ist. Die von Mills aufgestellten Regeln werden also durch die Beobachtung der Schorfinfektion in diesem Falle bestätigt.

Bis zum Ende des Asco-Sporenausstoßes, das nach den Beobachtungen (Abschnitt 3.2.2.) in den letzten Tagen des Juni lag, folgten in kürzeren Abständen noch mehrere Infektionsmöglichkeiten, die zu weiteren Befallswellen geführt haben, auf die hier aber nicht mehr näher eingegangen werden soll.

Durch die laufende Überwachung der Temperatur und der Blattbefeuchtungsdauer ist ein brauchbares Mittel gegeben, um mit ziemlicher Sicherheit die Infektionsmöglichkeiten festzustellen. Die verhältnismäßig einfachen Beobachtungsmethoden haben sich im ersten praktischen Einsatz während des Frühjahrs und Frühsummers 1956 schon so bewährt, daß die weitere Arbeit in dieser eingeschlagenen Richtung Erfolg verspricht.

3.3.4. Einsatz der Bekämpfungsmittel aufgrund der erfolgten Infektion

Nachdem die Feststellung der Infektionsmöglichkeit gesichert ist, ergibt sich die Frage, welche Maßnahmen und wie häufig diese vom Pflanzenschutz durchgeführt werden.

Eine wirksame Bekämpfung nach erfolgter Infektion kann nach den heutigen Erkenntnissen nur durch Pflanzenschutzmittel mit kurativer Wirkung durchgeführt werden. Hierfür stehen bisher Quecksilberpräparate zur Verfügung. Da aber die Entwicklung der Spritzmittel ständig fortschreitet, ist zu erwarten, daß mit der Zeit außer den Quecksilberpräparaten auch noch andere Mittel kurativer Wirkung bereit gestellt werden. Auch Williams und Soenen (5) geben Hinweise dafür, daß es Präparate geben wird, die noch vier und vielleicht fünf Tage nach den Sporenflügen mit Erfolg angewandt werden können.

Die Anwendung solcher Bekämpfungsmittel erfolgt nach Abschluß einer Blattbefeuchtungsdauer von ausreichender Länge. Um sicher zu gehen, müßten die Bekämpfungsmaßnahmen regelmäßig nach einer jeden festgestellten Infektionsmöglichkeit durchgeführt werden. Wenn diese kritischen Witterungsperioden in kürzeren Abständen aufeinander folgen, wird man nicht jedesmal eine Bekämpfung anwenden, sondern man wird z. B. mit einer Spritzung zwei oder drei kurz aufeinander folgende Infektionsmöglichkeiten erfassen. Bei der Frage, wie häufig solche Spritzungen anzuwenden sind, spielen noch andere Faktoren, z. B. betrieblicher Art, mit. Neuerdings wurde auch aus Amerika bekannt, daß bereits während des Regens die Schorfspritzung durchgeführt wurde. Der rechtzeitige und zweckmäßige Einsatz der Bekämpfungsmittel muß von den zuständigen Pflanzenschutzstellen bestimmt und durchgeführt werden.

4. Künftige Entwicklungsmöglichkeiten des Schorfwarndienstes

Mit den vorangegangenen Untersuchungen wurde gezeigt, welche Hilfsmittel vorhanden und wie diese anzuwenden sind, um sichere Hinweise zur Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit zu erhalten. Damit sind für den Pflanzenschutz und den Obstbau wesentliche Voraussetzungen geschaffen, um in Zukunft von der noch vielfach angewandten „blinden“ Bekämpfungs-

methode immer mehr zu einer „gezielten“ Bekämpfung des Schädlings überzugehen.

Wenn es gelingt, die beiden Voraussetzungen für die Feststellung der Schorfinfektionsmöglichkeit, nämlich die genaue Bestimmung sowohl des Wintersporenfluges als auch der Primärinfektion, weitgehend zu erfüllen, wird man dem Ziel, die Schorfbekämpfung möglichst rentabel zu gestalten, sehr nahe kommen. Wenn auch in der fraglichen Zeit der Wintersporenflug allein oder auch die Primärinfektionsmöglichkeit allein noch verhältnismäßig häufig eintreten, so wird es doch viel seltener der Fall sein, daß beide Möglichkeiten zum gleichen Termin eintreten. Wenn es gelingt, diese seltenen Fälle einwandfrei festzustellen, wird die „gezielte“ Bekämpfung des Schädlings möglich sein.

Die hier angewandte Methodik gibt auch die Möglichkeit, die u. a. von Liebster (3) und Neumann (9) erhobene Forderung zu erfüllen, nämlich den Schorfwarndienst mehr zu dezentralisieren und da, wo es angebracht ist, in die einzelnen Obstbaubetriebe zu verlegen. Durch die beschriebenen und erprobten Instrumente und Geräte ist das geforderte Ziel, die Voraussetzungen für eine leichte Bestimmung der Infektionsmöglichkeit an jedem beliebigen Ort zu schaffen, in erreichbare Nähe gerückt.

Zwar wird die Durchführung der ersten vorbereitenden Arbeit für den Schorfwarndienst, die mikroskopische Überwachung der Perithezienreife, stets auf wenige Stellen beschränkt bleiben müssen, die dafür ausgerüstet sind. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint die Perithezienreife in größeren Gebieten einheitlicher zu verlaufen, so daß hier eine stärkere Dezentralisation nicht erforderlich ist.

Aber die Infektionsmöglichkeiten durch die Asco-Sporen können örtlich größere Unterschiede zeigen. Besonders in Mittel- und Süddeutschland sind infolge des häufigen Wechsels zwischen Berg- und Tallagen die klimatischen Unterschiede so groß, daß die Feststellung der Infektionsmöglichkeiten nicht über große Gebiete hin von einer Stelle aus erfolgen kann.

Eine Übersicht über die klimatischen Verschiedenheiten in Deutschland gibt die von Schnelle (19) an anderer Stelle veröffentlichte phänologische Mittelwertskarte der Apfelblüte. Diese Karte läßt die verhältnismäßig großen Unterschiede der Pflanzenentwicklung zur Zeit des Wintersporen-Ausstoßes erkennen. Die größten zeitlichen Unterschiede im Aufblühtermin zwischen den frühesten und spätesten Lagen betragen etwa 35 bis 40 Tage. Entsprechend große Unterschiede treten auch bei der Blattentfaltung auf. Somit ist die Möglichkeit der Erstinfektion je nach Lage sehr unterschiedlich.

Die großen Entwicklungsunterschiede zeigen, daß auch dann, wenn Niederschläge von gleicher Dauer an verschiedenen Orten fallen, wegen der möglichen Temperaturunterschiede und wegen der Unterschiede in der phänologischen Entwicklung nicht immer gleichzeitig Infektion zu erwarten ist. Wegen dieser großen Temperaturdifferenzierung sind daher bei der hier beschriebenen Art der Schorfbekämpfung ordentliche Temperaturmessungen neben der Feststellung der Blattfeuchte erforderlich, worauf mehrfach hingewiesen wurde.

Die Entwicklung der Perithezien zeigt dagegen, wie bereits erwähnt, nicht so große zeitliche Unterschiede.

Der Schorfwarndienst muß die verschiedenen hier behandelten Fragen berücksichtigen, wenn der Obstbau in Zukunft rentabler werden soll. In den vorliegenden Untersuchungen wurden einige neue Wege gewiesen, um diesem Ziele näher zu kommen.

Literatur

- (1) Schnelle, F. u. Seemann, J.: Klimatologisch-ökologische Verhältnisse im Obst- und Gemüsebau der Niederlande und Belgiens. Land- u. Hauswirtschaftl. Auswertungs- u. Informationsdienst H. 27 (1953)
- (2) Schnelle, F. u. Seemann, J.: Schorfwarndienst in Holland. Der Hessische Obstbau 7, 169 (1952)
- (3) Liebster, G.: Sind die Voraussetzungen zur Einrichtung eines Schorfwarndienstes erfüllt? Höfchen-Briefe „Bayer“ Pflanzenschutz-Nachrichten 6, 133 (1953)
- (4) Het Schurftonderzoek in 1953 en 1954. Meded. directeur van de tuinbouw 18, 129—151, 297—324 (1955)
- (5) Williams, C. u. Soenen, A.: Schorfbekämpfung auf neuen Wegen. Höfchen-Briefe 8, 115—151 (1955)
- (6) Richter, H.: Bedeutung und Probleme des Pflanzen- und Vorratsschutzes. Umschau 51, 577 (1951)
- (7) Unruh, M.: Warndienst im Pflanzenschutz. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz 60, 449 (1953)
- (8) Schrödter, H.: Zur meteorologischen Problematik eines Warndienstes im Pflanzenschutz. Dt. Landwirtschaft 6, 236 (1955)
- (9) Neumann, P.: Durch Pflanzenschutzwarndienst zu „gezielter“ Schädlings- und Krankheitsbekämpfung. Prakt. Ratgeber Obst- u. Gartenbau H. 4 (1956)
- (10) Neumann, P.: Probleme und Erfahrungen im Obstschorfwarndienst. Pflanzenschutz 8, 76 (1956)
- (11) Mills, W. D. and La Plante, A. A.: Diseases and insects in the orchard. Cornell Ext. Bull. 711, 21 (1951)
- (12) Kopp, W.: Der Regenbildschreiber. Meteor. Rdsch. 7, 102 (1954)
- (13) Lehmann, P. u. Schanderl, H.: Tau und Reif. Wiss. Abh. RfW 9, Nr. 4 (1942)
- (14) Schirmer, H.: Mittlere Jahressummen des Niederschlags (mm) für das Gebiet der Bundesrepublik. Bad Kissingen 1955
- (15) Friedrich, G.: Einfache Kontrolle des Fusikladiumsporenfluges. Gartenbauwiss. 11, 457 (1938)
- (16) Baumeister, G.: Sporenfang-Methoden. Pflanzenschutz 6, 27 (1954)
- (17) Bömecke, H.: Automatische Sporenfalle. Mitt. Obstbauversuchsring Jork 8, 163 (1953)
- (18) Neumann, P.: Schorf-Uhr zur Bestimmung der Primärinfektion für Apfelschorf nach W. D. Mills. Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau- und Pflanzenschutz München
- (19) Schnelle, F.: Pflanzen-Phänologie. Leipzig 1955

