

oft in keimfreier Erde, die Wuchsstoffwirkung günstig, im praktischen Feldversuch mit den natürlichen Gefahren dagegen ungünstig sein. Auffallende Fehlstellen in wuchsstoffbehandelten Saaten trotz unverminderter Keimprozent im üblichen Keimversuch wurden in eigenen Versuchen, besonders nach Behandlung mit α -Naphthyllessigsäure, beobachtet. Aus diesen Gründen ist es auch gerade hier doppelt falsch, aus einer Ertragssteigerung je Einzelpflanze auf eine solche je Bodenfläche zu schließen.

Wird die Entwicklungsverzögerung auch später nicht aufgehoben und ist sie so bedeutend, daß die Reife um Wochen verschoben wird, so können Bewertungsunterschiede der Wuchsstoffwirkung dadurch zustande kommen, daß der eine Versuchsansteller behandelte und unbehandelte Pflanzen gleichzeitig zur üblichen Zeit erntet und dann an den unreifen Wuchsstoffparzellen negative Ergebnisse findet, während ein anderer die wuchsstoffbehandelten Pflanzen später im richtigen Reifezustand erntet und dann vielleicht Ertragssteigerungen erhält. Dieser Bewertungsunterschied geht eigentlich auf eine verschiedene Fragestellung zurück und ist, wenn er auch einige Widersprüche im Schrifttum verursacht zu haben scheint, nicht von weiterem Interesse.

Anders ist das aber, wenn die Entwicklungsverzögerung dazu führt, daß unter Umständen die volle Reife überhaupt nicht mehr erreicht wird. Dann ist der Erfolg der Wuchsstoffbehandlung ganz von den die Reifezeit beeinflussenden Vegetationsbedingungen abhängig. Die verschiedenartigen Versuchsergebnisse sind dann von sinnvollster Bedeutung. Es hat sich bereits in mehreren Fällen gezeigt, daß die günstige Wirkung von Wuchsstoffsaatbehandlung ausbleibt oder sogar in das Gegenteil umschlägt, wenn die Vegetationsbedingungen des betreffenden Jahres oder der betreffenden Gegend ein Hinausschieben der Ernte nicht zulassen. Zum Beispiel bei Spätkartoffeln, Rübenarten, Mais und anderem ist eine Verzögerung der Ernte um mehrere Wochen dann nicht möglich, das heißt, die Reife wird dann überhaupt nicht mehr erreicht, wenn das Jahr oder die Lage eine kühle oder kurze Vegetationsperiode bedingen. Dann schlägt oft dieselbe Wuchsstoffbehandlung fehl, die unter klimatisch günstigeren Bedingungen sichere Erfolge brachte. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse bei wuchsstoffbehandelten Zuckerrüben aufgetretene Mißerfolge darauf zurückzuführen sind, daß die vorhergegangenen Versuche längere oder wärmere Vegetationszeiten zur Verfügung hatten, während bei den ersten Großversuchen der Praxis dann ein kühler Sommer Mißerfolge brachte. Auch beobachtete ich, daß Frühkartoffeln günstiger auf eine Wuchsstoffbehandlung des Pflanzgutes rea-

gierten als eine spätere Sorte, die mit noch grünem Kraut geerntet werden mußte.

In anderer Weise wirken die Umweltbedingungen über die Wurzel auf den Erfolg der Wuchsstoffbehandlung ein. Hier spielt naturgemäß die Feuchtigkeit die entscheidende Rolle. Ist der Boden stets reichlich mit Wasser versorgt, sei es als Folge der Witterung oder der Bodenverhältnisse, so ist die verhältnismäßig starke Wurzelentwicklung nicht unbedingt ein Vorteil für die Stoffproduktion. Bei Trockenheit dagegen kommt der ganze Vorteil einer kräftigen Bewurzelung zur Auswirkung, und die wuchsstoffbehandelten Saaten sind den unbehandelten wesentlich überlegen. Diese Beziehung konnte ich zum Beispiel an Mais und Tomaten deutlich beobachten. Die bessere Trockenresistenz der Wuchsstoffpflanzen wird manchmal noch verstärkt durch die obengenannte Erscheinung des gedrungeneren Wachstums. Natürlich spielen auch die Nährstoffverhältnisse bei der Wurzelwirkung mit, und es ist zu erwarten, daß in einem nährstoffarmen Boden die Wurzelentwicklung besonders wertvoll ist. Darüber müssen aber noch Versuche ausgeführt werden.

Nehmen wir alle besprochenen Abhängigkeiten der Wuchsstoffwirkung von Außenfaktoren zusammen, so ergibt sich die Folgerung, daß die Wuchsstoffbehandlung des Saatgutes bei den meisten Pflanzen dann die besten Erfolge verspricht, wenn heiße, trockene Vegetationsbedingungen von genügender Dauer zu erwarten sind. Voraussichtlich sind daher nicht alle Anbaugelände Deutschlands (bzw. Europas, bzw. der Erde) gleich geeignet für eine Anwendung dieses Verfahrens. Aber wenn dieses überhaupt praktische Bedeutung gewinnt, so am ehesten unter den beschriebenen Standortbedingungen und immer in einer gewissen Abhängigkeit von den wechselnden Witterungsverhältnissen.

Entsprechende Schlußfolgerungen gelten wohl auch für andere Wuchsstoffanwendungsarten mit ähnlichen Wirkungen, zum Beispiel für das bei Gemüsepflanzen empfohlene Wurzeltauchverfahren, das vor allem eine kräftige Wurzelbildung hervorruft.

Mißerfolge, wie sie bisher noch häufig sind, werden sich zum Teil vermeiden lassen, wenn die Abhängigkeit der Wuchsstoffwirkung von allen variablen Umweltfaktoren systematisch aufgeklärt wird. Heute ist die Saatgut-Wuchsstoffbehandlung für die Praxis wohl noch nicht reif, doch sind bei manchen Pflanzenarten die Versuche bisher so günstig verlaufen, daß ein Weiterarbeiten an der Vervollkommnung des Verfahrens auf breiter Basis durchaus zweckvoll und aussichtsreich erscheint.

Der Schmalfilm (16 mm), ein wichtiges Hilfsmittel für die phytopathologische Forschung

Von Friedrich Pichler.

Biologische Reichsanstalt, Zweigstelle Wien.

(Mit 2 Abbildungen.)

Die Ergebnisse von Versuchen können in manchen Fällen nicht durch Gewichtsbestimmungen, Messungen oder Zählungen, sondern nur durch Schätzungen festgestellt werden. Da ihre Aufarbeitung oft erst in einer späteren Zeit erfolgen kann, ist es für den Ver-

suchsansteller sehr wertvoll, wenn er sich durch ein Bild an das betreffende Ergebnis erinnern kann. Der große Wert des photographischen Bildes für die wissenschaftliche Forschung und Versuchstätigkeit ist daher allgemein anerkannt, da es mit Hilfe der

Photographie möglich ist, Augenblickstadien für immer festzuhalten.

Das Kleinbildformat (sog. Leicaformat 24×36 mm) hat infolge der Kleinheit und Handlichkeit des Aufnahmeapparates die wissenschaftliche Aufnahmetechnik wesentlich erleichtert und viele Aufnahmen, die früher nicht oder nur sehr schwer möglich waren, erst durchführbar gemacht.

Die Kleinheit des Formates und die damit verbundene Billigkeit der Aufnahmen gestatten es aber ganz

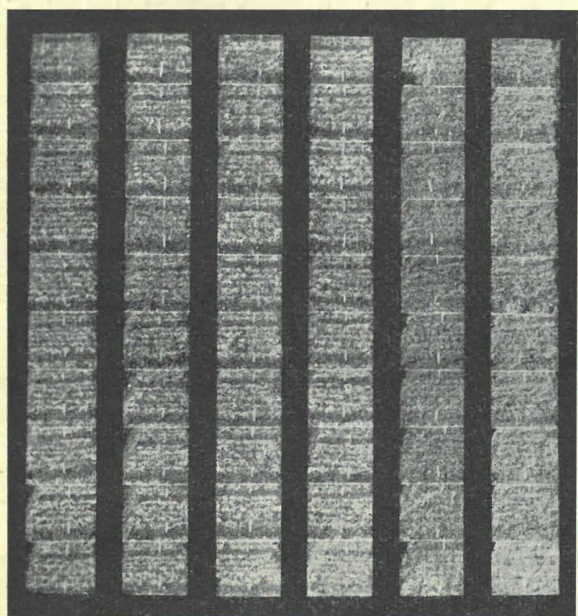


Abb. 1. Filmstreifen, zwischen Glasplatten montiert.

besonders, Serienaufnahmen mit bedeutend geringeren Kosten auszuführen. Nun fordert oft die wissenschaftliche Forschung eine sehr große Zahl von Aufnahmen (mehrere hundert bis einige tausend). In diesen Fällen würde sogar das Kleinbildformat zu teuer kommen, abgesehen davon, daß dieses Material auch schon viel Platz beanspruchen würde. Hier kommt uns der Schmalfilm (16 mm) zu Hilfe. Auf 1 m Schmalfilm können 131 Aufnahmen gemacht werden. Wenngleich das einzelne Bild nur eine Größe von $10,41 \times 7,47$ mm hat, so gestattet die heutige Güte der Optik und des Filmmaterials, wenn notwendig, Vergrößerungen auf dem Papier bis zu 18×24 cm (3). Meistens wird jedoch eine Betrachtung mit einer Lupe (Betrachtungslupe) oder durch Projektion genügen.

Auf den Wert des laufenden Bildes soll hier nicht eingegangen werden (2). Kükenthal und Staudermann haben auf die Anwendung in der Phytopathologie, die Entwicklung von Pflanzenkrankheiten im Laufbild festzuhalten, hingewiesen (1). Hier soll nur von der Anwendung des Schmalfilms für Einzelaufnahmen berichtet werden.

Für diesen Zweck wird eine Schmalfilm-Kinokamera mit Einrichtung für Einzelbilder, womöglich sowohl für Moment- als auch für Zeitaufnahmen, benötigt. Die meisten der im Handel befindlichen Apparate sind mit einer solchen Einrichtung ausgestattet. Vorteilhaft ist es, wenn die Kamera auch verschiedene Ganggeschwindigkeiten (8—64 Bilder/Sek.) hat, da dann die Belichtung des Films sowohl durch Verstellung der Blende als auch durch Regulierung der

Geschwindigkeit geändert werden kann. Der Sucher muß das Bild im richtigen Ausmaß wiedergeben und daher mit Parallaxausgleich für Nahaufnahmen ausgerüstet sein. Die Optik soll auswechselbar sein, da oft kurz- und langbrennweitige Objektive erforderlich sind.

Es ist sehr schwer, für die vielen verschiedenen Aufnahmemöglichkeiten der biologischen Versuchstätigkeit eine allgemein gültige Anweisung zu geben. Selbstverständlich muß in jedem einzelnen Falle die Technik erst der Aufnahmemöglichkeit angepaßt werden. Daher sollen hier nur als ein Beispiel die Erfahrungen, die bei den Aufnahmen vom Schneeschimmelbefall auf Winterroggen während mehrerer Jahre gewonnen wurden, mitgeteilt werden. An Hand dieser Mitteilungen wird es nicht schwer sein, in einem anderen Falle die Technik entsprechend abzuändern.

Schon bei der Anlegung der Versuche ist auf die künftigen Aufnahmen Rücksicht zu nehmen. Bei Feldversuchen soll die Größe jeder einzelnen Parzelle so gewählt werden, daß sie im Kamerabild womöglich das ganze Bildformat vollkommen ausfüllt, da Teilaufnahmen aus einer größeren Parzelle zu falschen Bildern führen können. Die notwendige Größe der Parzelle kann auf folgende Weise leicht berechnet werden: Besitzen wir ein Objektiv z. B. von 1,7 cm Brennweite, und sollen wir in einer Entfernung von 170 cm aufnehmen — ungefähr die günstigste Entfernung für Aufnahmen aus freier Hand auf den Boden —, so ist der Abbildungsmaßstab = $\frac{\text{Gegenstandsweite}}{\text{Brennweite}}$

= $\frac{170}{1,7} = 100$, d. h., wir müssen unser Bildformat ($1,04 \times 0,75$) mit 100 multiplizieren, um die Parzellengröße ($1 \times 0,75$ m) zu erhalten, die das Bildformat ausfüllt.

Die einzelnen Parzellen, die in Reihen hintereinander angelegt werden, sollen durch einen mindestens 20 bis 30 cm breiten, un bebauten Streifen, in dessen

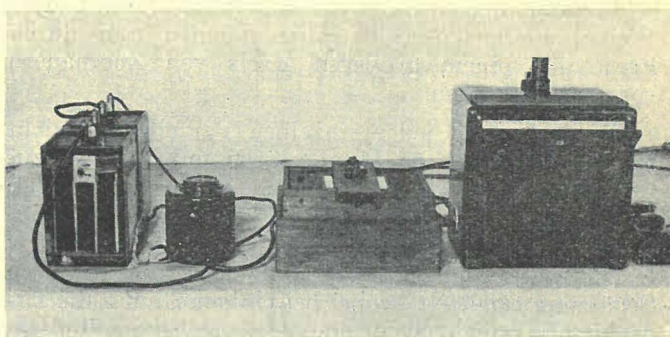


Abb. 2. Von links nach rechts: Akkumulatör, Spannungsregler, Gerät mit der Photozelle, Galvanometer.

Mitte vorteilhaft eine hellfarbig gestrichene Etikette (z. B. mit der betreffenden Parzellennummer) gesteckt wird, voneinander getrennt sein. Dadurch wird die obere und untere Abgrenzung der Parzelle in dem kleinen Sucherbild deutlicher erkennbar. Die Parzellenreihen müssen durch einen mindestens 30 cm breiten Weg voneinander geschieden sein.

Als Aufnahmematerial wird entweder Schwarzweißfilm oder Farbfilm, der vom Befall des Schneeschimmels besonders schöne Bilder liefert, verwendet.

Da alle Aufnahmen in möglichst kurzer Zeit gemacht werden sollen, wird am besten mit Hilfe eines Bruststativs aufgenommen, das bei der meist gebräuchlichen Belichtungszeit von $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{20}$ Sek. genügende Standfestigkeit gibt. Alle Aufnahmen sind mit gleicher Blende und Belichtungszeit durchzuführen. Die beste Aufnahmezeit ist zwischen 11 und 13 Uhr bei möglichst klarem Himmel. Nach je 10 Aufnahmen werden 2, nach jeder Versuchsserie 5 Leeraufnahmen durch Abdecken des Objektivs gemacht, was für die spätere Montage des Films auf Glasplatten notwendig ist.

Der entwickelte Film wird in Streifen mit je 10 Bildern so zerschnitten, daß am Anfang und am Ende je ein Leerbild ist. Jeder Streifen wird in entsprechenden Papiersäckchen mit den notwendigen Notizen aufbewahrt. Besser ist es jedoch, die Streifen zwischen Glasplatten zu montieren, da dadurch die Bilder in größerer Zahl mit einem gewöhnlichen Projektionsapparat gezeigt werden können. Für diesen Zweck nimmt man Glasplatten von dem Diaformat $8,5 \times 10$ cm, auf welchem 7 Streifen (insgesamt also 70 Bilder) Platz haben. Von jedem Streifen wird das obere und untere Leerbild so beschnitten, daß die Gesamtlänge des Streifens 85 mm beträgt (10 Bilder haben eine Länge von 76,5 mm). Die Schicht von jedem Leerbild wird mit einem Skalpell sauber abgeschabt und mit wenig (!) Filmkitt bestrichen. Der Filmstreifen wird nun oben und unten auf die vorher gut gereinigte Glasplatte (von links beginnend) geklebt. Der nächste Streifen wird hierauf derart befestigt, daß sein linker Rand den rechten des vorhergehenden überdeckt. Dabei ist genau zu beachten, daß die einzelnen Perforationen genau übereinander zu liegen kommen. Da die Durchlochung bei der Projektion stören würden, werden sie mit einem 3 mm breiten, schwarzen Klebestreifen überklebt. Diese Streifen werden aber länger als 85 mm geschnitten, damit sie über den oberen und unteren Glasrand umgebogen und auf der Rückseite der Glasplatte befestigt werden können. Ist die ganze Platte mit Filmstreifen bedeckt, wird eine zweite als Deckglas benutzt und beide zusammen, wie üblich, eingefafßt. Die auf diese Weise montierten Bildstreifen können nun durch Projektion einem größeren Kreis von Zuschauern vorgeführt werden.

Die Aufnahme jeder einzelnen Parzelle hat nicht nur den Vorteil, die Befallsstärke im Bilde festzuhalten, sondern gestattet es auch, vorausgesetzt, daß bei der Aufnahme die angeführten Bedingungen eingehalten wurden, nachträglich den Befall objektiv feststellen zu können. Der Befall wird nämlich durch Schätzung ermittelt, wobei bei einiger Übung die Ergebnisse ziemlich genau sind (4). Selbstverständlich wäre eine vollkommen objektive Erfassung des Befalles erwünscht. Dies ist nun auf dem Umwege des Einzelbildes auch möglich. Beim Schneeschimmelfall haben wir nämlich den günstigen Fall, daß die befallenen Pflanzen hell, die gesunden dunkel gefärbt sind. Das Filmbild wird daher dem Befall entsprechend mehr oder weniger Licht durchlassen. Decken wir jedes Bild so ab, daß der frei bleibende

Ausschnitt genau nur das Bild einer Parzelle enthält (selbstverständlich muß der Ausschnitt immer gleich groß bleiben), und durchleuchten wir das Bild mit einer konstant bleibenden Lichtquelle, so kann das durchgelassene Licht mit Hilfe einer Photozelle und eines Galvanometers gemessen werden. Die verschiedenen Ausschläge des Galvanometers bei den einzelnen Parzellen entsprechen den verschiedenen Befallsstärken, die leicht in eine Relation gebracht werden können.

Für diesen Zweck der Messung des Befalls mittels einer Photozelle wurde folgender Apparat gebaut: Ein 22 cm langes, 19 cm breites und 11 cm hohes Kistchen aus schwarz gebeiztem Holz bekam in der oberen Deckfläche einen Ausschnitt von ungefähr 2×2 cm, der mit einer Opalglasscheibe ausgefüllt wurde. Diese wurde mit schwarzen Klebestreifen so weit abgedeckt, daß ein Ausschnitt genau entsprechend der Parzellengröße auf dem Bilde frei blieb. Unter der Opalglasscheibe befindet sich im Innern des Kistchens eine Niedervoltlampe von 4 V 1 A. Der Strom zur Speisung der Lichtquelle wird einem Akkumulator von großer Kapazität (75 Amp.-Stunden) entnommen bei Anwendung eines Spannungsreglers, um große Konstanz der Lichtstärke zu erreichen. Die Photozelle (Okularphotozelle von Dr. Lange) ist in einem schmalen Brettchen eingelassen, das mittels Scharnieren wie ein Deckel auf- und zugeklappt werden kann. Im zugeklappten Zustand befindet sich die Photozelle genau über dem Ausschnitt bzw. über dem Parzellenbild. Mittels einer Lupe wird nun das zu messende Parzellenbild genau auf den Ausschnitt eingestellt, der Deckel mit der Zelle zugeklappt und der entstehende Photostrom mit einem empfindlichen Galvanometer (z. B. Multiflex-Galvanometer von Dr. Lange) gemessen.

Sind die Aufnahmen vorschriftsmäßig gemacht worden und hat der Stand der Pflanzen durch Fraß, Mäuselöcher, Maulwurfshügel o. dgl. nicht gelitten, so entsprechen die verschiedenen Ausschläge des Galvanometers den Befallsunterschieden. Wird nun der Ausschlag einer vollkommen befallenen Parzelle gleich 100, der einer gesunden gleich 0 gesetzt, so erhält man die Befallsprozente. Die auf diese Weise gewonnenen Werte stimmen mit den durch Schätzung gefundenen gut überein.

Diese Methode der Messung mit Hilfe des photographischen Bildes und der Photozelle kann natürlich in allen jenen Fällen mit Vorteil angewendet werden, bei denen sich Verschiedenheiten des Befalles, des Wachstums oder anderer Natur in Helligkeitsunterschieden des Photobildes ausdrücken.

- (1) Kükenthal u. Staudermann, Versuche, die Entwicklung von Pflanzenkrankheiten im Film festzuhalten (Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, 13. Jg., 1938, S. 171).
- (2) Pichler, Fr., Der Amateurfilm als Lehrbehelf beim landwirtschaftlichen Unterricht und Vortrag (Fort-schritte d. Landwirtschaft, 8. Jg., 1933, S. 174).
- (3) Pichler, Fr., Vom Vergrößern (Der Kino-Amateur, 7. Jg., 1934, S. 174).
- (4) Pichler, Fr., Prüfung von Beizmitteln gegen Schneeschimmel (*Fusarium*) im Feldversuch (Nachrichtenbl. f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, 20. Jg., 1940, S. 53).