

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Die Anwendung radioaktiver Strahlungsquellen zur berührungslosen Massenbestimmung von Pflanzenbeständen und Einzelpflanzen am natürlichen Standort *

Von K. UNGER

Mit 8 Abbildungen

Soll die Leistung von Stämmen und Sorten durch die Produktion der Pflanzen an Masse pro Zeiteinheit bestimmt werden, so steht bisher dieser Prüfung der Leistungsfähigkeit nur eine Gewichtsbestimmung in der Entwicklung der Pflanzen am natürlichen Standort zur Verfügung. Eine solche Gewichtsbestimmung ist bisher nur durch das Abernten der Pflanzen möglich gewesen. Soll eine Beurteilung der Wachstumszunahme während des Wachstums erfolgen, so müssen aus einem größeren Pflanzenbestand Stichproben entnommen werden, die repräsentativ für den gesamten Pflanzenbestand sind. Dieser Stichprobenumfang muß immer größer werden, je kürzer die Zeiteinheit ist, in der eine Massenzunahme bestimmt werden soll. Will man z. B. eine Änderung des Gewichtes eines Pflanzenbestandes in Abständen von Tag zu Tag feststellen, so ließ sich z. B. durch Versuche in Quedlinburg bei Erbsen abschätzen, daß täglich mehrere hundert Quadratmeter abgeerntet werden müssen, wenn der Stichprobenfehler so klein gehalten werden soll, damit eine gesicherte Gewichtszunahme von Tag zu Tag außerhalb der Fehlergrenze feststellbar ist. Die Abschätzung der Größe einer solchen Fläche ist unter der Voraussetzung geschehen, daß die Bodenunterschiede des Gesamtversuches vernachlässigbar klein sind. Diese Voraussetzung ist aber bei der zu erwartenden Größe der Versuchsfläche kaum gegeben, so daß eine fortlaufende Kontrolle der Massengewichtszunahme in sehr kurzen Zeitabständen mit Hilfe einer Stichprobenentnahme nicht möglich ist.

Es ist aber möglich, die Masse eines Pflanzenbestandes oder von Einzelpflanzen festzustellen, ohne sie abzuernten. Zu diesem Zweck wird der Pflanzenbestand von ionisierender Strahlung durchstrahlt, und die Schwächung der Strahlung im Pflanzenbestand wird als Maß der Pflanzenmasse benutzt, da die Absorption des durchstrahlten Mediums von der Dichte der Materie und den einzelnen Gewichtsanteilen der Komponenten der durchstrahlten Materie abhängig ist. Die theoretischen Voraussetzungen der Absorption der verschiedenen radioaktiven Strahlungen im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten in der Fertigungstechnik und Werkstoffkunde sind bereits eingehend bearbeitet worden. In den Büchern von HART und KARSTENS sowie von BRODA und SCHÖN-

FELD sind die Literaturangaben unter dem Gesichtspunkt der Anwendungsmöglichkeiten in der Technik zusammengetragen worden. Man hat gefunden, daß in gewissen Bereichen der Absorberdicke häufig die Exponentialgleichung $I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot d}$ gilt. Dabei ist I_0 die Anfangsintensität der Strahlung, I die Intensität nach dem Durchgang durch den Absorber, α eine für die Strahlung charakteristische, durch die Energie der Strahlung bestimmte Größe, der sog. Absorptionskoeffizient, und d das Flächengewicht des Absorbers. d kann auch durch $\rho \cdot z$ ausgedrückt werden, wobei ρ die Dichte der Materie und z die Schichtdicke ist. Da man für die durchstrahlte Materie den Absorptionskoeffizienten in guter Annäherung als konstant annehmen kann, hängt die Absorption nur noch von dem Flächengewicht des durchstrahlten Mediums bzw. bei konstanter Schichtdicke z von der Dichte der durchstrahlten Materie ab. Die verschiedenen radioaktiven Strahler, welche bei den Absorptionsmessungen benutzt werden, haben auf Grund der unterschiedlichen Strahlenarten ein unterschiedliches Durchdringungsvermögen. Während z. B. die α -Strahlung von einem Blatt Schreibpapier schon völlig absorbiert wird, dringt die β -Strahlung bereits durch größere Flächengewichte und die γ -Strahlung besitzt von diesen 3 Strahlungsarten das größte Durchdringungsvermögen. Die verschiedenen radioaktiven Strahlungsquellen senden dabei noch Strahlen mit verschiedener Härte aus. Die Strahlenenergie soll zu den Absorptionsmessungen so ausgewählt werden, daß die Intensität der Strahlung zwar durch das Meßgut merklich verringert wird, aber diese Schwächung nicht bis zu Werten geht, die sich nicht mehr einwandfrei messen lassen. Für jeden Strahler gibt es eine Absorptionsdicke, bei der die Meßgenauigkeit einen optimalen Wert hat. In Abb. 1 sind einige Meßbereiche verschiedener radioaktiver Strahler bei Absorptionsmessungen angegeben, die für Durchstrahlungsversuche, auch bei biologischen Objekten, verwendet werden können. Bei Flächengewichten bis $0,5 \text{ g/cm}^2$ läßt sich ^{90}Sr sehr gut verwenden, während ab 15 g/cm^2 die γ -Quelle ^{137}Cs und bei höheren Flächengewichten ^{60}Co verwendet werden kann. Bei der Auswahl der radioaktiven Isotope wird man Präparate mit einer möglichst langen Halbwertszeit bevorzugen, damit die Strahlungsintensität sich während der Versuchszeit nur wenig ändert. Solche langlebigen radioaktiven Isotope

* Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 43.

wie ^{90}Sr mit einer Halbwertszeit von 19,9 Jahren, ^{60}Co mit einer Halbwertszeit von 5,27 Jahren und ^{137}Cs mit einer Halbwertszeit von 33 Jahren sind für Durchstrahlungsversuche besonders gut geeignet.

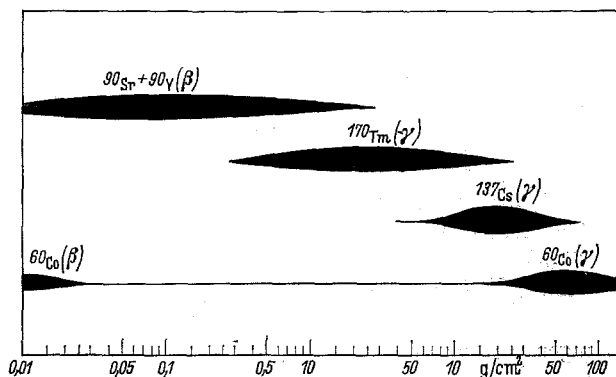


Abb. 1. Meßbereiche verschiedener radioaktiver Strahler bei Absorptionsmessungen.

Schlecht geeignet ist daher ^{170}Tm wegen seiner Halbwertszeit von nur 129 Tagen. Die angeführten langlebigen Isotope standen bei den Versuchen in Quedlinburg von sehr geringen Intensitäten bis zu mehreren hundert mC zur Verfügung. Bei der Auswahl der Stärke der Strahlungsquelle für die Massenbestimmung sind zwei entgegengesetzte Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Einerseits wird die Meßgenauigkeit um so größer, je stärker die Strahlungsquelle ist. Andererseits darf bei der Bestimmung der Pflanzenmasse die Strahlungsquelle nur eine solche Strahlungsmenge aussenden, die dem natürlichen Wachstumsverlauf nicht schädlich ist. Es kann davon abgesehen werden, daß eine eventuelle Beeinflussung der Erbanlagen erfolgt. Durch besondere Versuche wurde überprüft, bei welcher Dosis eine erkennbare Schädigung der Pflanzen eintritt. Bei den Versuchen wurden dann stets nur solche Strahlungsmengen in Anwendung gebracht, welche diese Schädigung nicht hervorrufen.

Seit dem Jahre 1956 wurden in Quedlinburg Versuche aufgenommen, um die Anwendung der Durchstrahlungsmethode mit Hilfe von radioaktiven Strahlungsquellen für die Bestimmung der Masse und der Massenänderung von biologischen Objekten nutzbar zu machen. Als erste Meßanlage dieses Versuchsprogramms wurde ein Strahlungsfeld zur Bestimmung der γ -Absorption in 12 Pflanzenbeständen angelegt. Die Methodik dieses Versuches sowie die Schilderung der allgemeinen Bedeutung dieses Verfahrens für Massenbestimmungen an biologischen Objekten wurde von UNGER 1958 veröffentlicht. Bei der weiteren Entwicklung dieses Verfahrens wurden neben der Entwicklung einer Meßbrücke zur Bestimmung des Massengewichtes von Pflanzenbeständen auch Verfahren zur Bestimmung der Dichte von Einzelpflanzen ausgearbeitet, die sich in jahrelangen Versuchen gut bewährt haben und nachfolgend beschrieben werden sollen. Auf Grund von Informationen, die RUNDFELDT in Quedlinburg 1957 und 1958 sammeln konnte, wurden von GLUBRECHT, NIEMANN und RUNDFELDT gleichartige Versuche zur Bestimmung der Dichte mit γ -Strahlen an biologischen Objekten eingeleitet.

Die Anlage des Durchstrahlungsfeldes in Quedlinburg im Jahre 1957 ist in Abb. 2 wiedergegeben. In

den Sektoren waren verschiedene Erbsensorten ausgelegt und in der Mitte des Kreises befindet sich an einem Stativ eine ^{60}Co -Quelle. An dem Stativ kann diese Quelle in verschiedenen Höhen mit einem Drahtseilzug eingestellt werden. Normalerweise lag die Strahlungsquelle 1 m tief in einer Röhre unter der Erdoberfläche und wurde nur zu den Messungen in die entsprechende Höhe gebracht. In Abständen von 5 cm Höhenunterschied wurde dann der Pflanzenbestand durchstrahlt und mit einem Szintillationszähler, der einen γ -empfindlichen Szintillationskristall besaß, wurde die γ -Strahlung gemessen. In der erwähnten Arbeit (UNGER (1958)) ist die Schaltung dieser Meßanlage angegeben. Aus der Differenz zwischen der Impulsrate ohne Pflanzenbestand in der gleichen Entfernung von der Strahlungsquelle und dem Durchstrahlungswert in der Meßhöhe des Bestandes konnte die Absorptionsrate bestimmt werden. Diese Meßanlage kommt nur für sehr große Pflanzenbestände in Frage und hat den nicht unerheblichen Nachteil, daß nur ein sehr schmaler Durchstrahlungssektor in jedem Pflanzenbestand vorhanden ist. Eine Verbesserung der Meßgenauigkeit läßt sich durch eine fortlaufende Durchstrahlung der Pflanzenmasse in verschiedenen Höhen mit Hilfe einer Meßbrücke gewinnen. Diese Meßbrücke fährt auf einem Schienenzug über einen Pflanzenbestand, und parallel dazu wird mit Hilfe eines Integrationsverfahrens der Wert der Durchstrahlungsintensität registriert. In Abb. 3 ist die Meßbrücke mit der Strahlenkanone und einem Szintillationszähler als Detektor zu erkennen. Die Meßbrücke steht in ihrer Ausgangsstellung, und der stark gebündelte γ -Strahl durchstrahlt nach dem



Abb. 2. Durchstrahlungsfeld in Quedlinburg im Jahre 1957.

Start der fahrbaren Brücke zunächst 2 feste Stufen, eine Folie und Luft. Diese beiden festen, immer wiederkehrenden Größen sind die automatischen Eichpunkte des Meßsystems. Die Brücke überfährt dann den gesamten Pflanzenbestand und in Abb. 4 ist die Meßbrücke während der Messung zu erkennen. Wieder wird bei den Messungen der gesamte Pflanzenbestand schichtweise in 10 cm-Stufen durchstrahlt. Die Schaltung der Meßanordnung enthält eine Hochspannungserzeugung und Impedanzwandlung, einen Impulsverstärker mit einem angeschlossenen Diskriminator, eine Impulsformerstufe mit einem Integrationsglied, einen Verstärker des Meßkondensators und einen Breitbandverstärker sowie einen Zeit- und Netzteil. Die Brücke wird durch einen Elektromotor

bewegt, und die Registrierung erfolgt mit einem elektronischen Kompensationsschreiber. Die schaltungstechnischen Einzelheiten dieser Anlage sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden. Um den gesamten Pflanzenbestand während einer Durchstrahlung ausmessen zu können, wurde bei weiteren Versuchen der Szintillationszähler gegen eine Ionisationskammer ausgetauscht. Die in Quedlinburg hergestellten Ionisationskammern haben eine Länge bis zu 90 cm, so daß auf jeden Fall der durchstrahlte Pflanzenbestand nicht die Höhe der Ionisationskammer überschreitet. Bei einer richtigen Anordnung von Strahlungsquelle und Ionisationskammer läßt sich die quadratische Abnahme der Strahlung von der Strahlungsquelle durch die quadratische Zunahme der Empfänger-

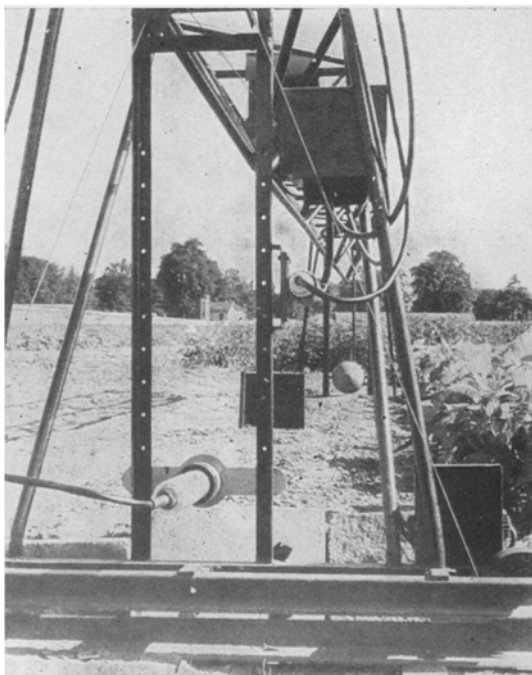


Abb. 3. Meßbrücke mit Strahlenkanone und Zähler in Nullstellung.

fläche des durchstrahlten Mediums kompensieren. Dadurch geht in jedem Abstand von der Strahlungsquelle eine Massenänderung mit gleicher Wirkung in die Registrierung ein. Eine Proberegistrierung ist in Abb. 5 wiedergegeben. Hier sind 6 verschiedene Buschbohnenbestände durchstrahlt, die durch eine frei gebliebene Reihe voneinander getrennt sind. Die Registrierkurve zeigt die 6 verschiedenen Parzellen als geschlossene Ausschläge und weist auch auf die sehr unterschiedliche Dichte der Pflanzenbestände hin. Eine Änderung der Registrierung um einen Millimeter bedeutet eine Änderung der Gesamtmasse um 6 mg/cm^2 Empfängerfläche. Der Nullpunkt der Registrierung wird dabei durch bestimmte Schaltungsmaßnahmen unterdrückt, damit ein möglichst großer Ausschlag aufgezeichnet werden kann. Der letzte Ausschlag gibt die Masse der Eichfolie wieder, deren Masse zur Kontrolle der Konstanz der Meßanordnung stets mitregistriert wird. Die Differenz der Gesamtmasse der Pflanzenbestände von Tag zu Tag gibt den genauen Wert der Massenzunahme während der Wachstumsperiode und somit auch meßbare Unterlagen über die Wachstumsreaktion auf die natürlichen Umweltbedingungen an. Durch die nur kurzzeitig

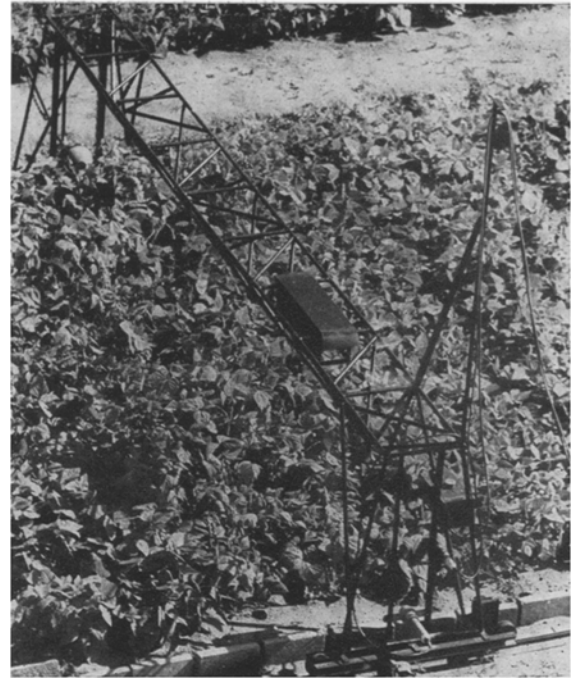


Abb. 4. Meßbrücke während der Durchstrahlung der Pflanzenbestände.

vorhandene Belastung der Pflanzen während der Messung bleibt die einwirkende Strahlendosis einige Größenordnungen unter dem Dosishöchstwert, der das vegetative Wachstum beeinflussen würde. Durch eine elektronische Zeitsteuerung war es möglich, die Meßanordnung entweder pro Stunde oder pro 6 Stunden oder pro Tag automatisch einzuschalten, so daß auch eine eventuelle Änderung des Frischgewichts des Pflanzenbestandes durch die unterschiedliche Wasseraufnahme oder -abgabe während eines Tagesablaufs verfolgt werden kann.

Entsprechend dieser Meßanordnung läßt sich auch die Masse von Einzelpflanzen bestimmen, wenn diese Einzelpflanzen eine möglichst geschlossene Form ausbilden. Auf diese Möglichkeit hat der Verfasser bereits in seiner Veröffentlichung 1958 hingewiesen. Besonders geeignet sind für solche Messungen Kopfsalat und Kopfkohl. An diesen Objekten wurden in den letzten Jahren bereits mehrere Versuchsserien zur Bestimmung des Massengewichtes aufgenommen. In Abb. 6 ist ein transportables Meßgerät zu erkennen, das ein Techniker auf dem Rücken und vor der Brust

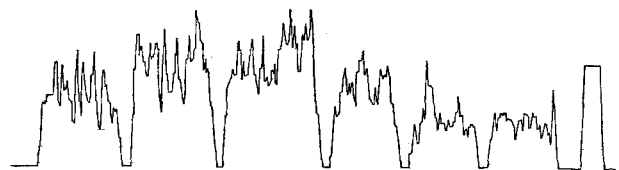


Abb. 5. Registrierung der Masse von 6 Pflanzenbeständen sowie der Dichte einer Eichfolie.

trägt. An diesem tragbaren Impulszählgerät wurden je nach der Größe und der durchstrahlten Objekte Meßbügel angeschlossen, mit denen das Flächengewicht bzw. die Dichte oder Masse von Einzelpflanzen auszumessen war. Das transportable Zählgerät besteht aus einem Impulsverstärker und Diskriminator, einem elektronischen Zeitgeber, einem Stromversorgungsteil einschließlich der Hochspannungserzeugung und einem Impulszählteil mit 3 dekadischen Impulsröhren

sowie vier mechanischen Zählstufen. Mit diesem transportablen Zählgerät kann an jeder beliebigen Stelle eines Versuches im Feld die Dichte der Einzelpflanzen gemessen werden. Die einzelnen von uns benutzten Meßbügel haben einen festen Abstand zwischen der Strahlungsquelle und dem Detektor, um nicht durch eine Variation des Abstandes ständig die Eichkurve wechseln zu müssen. Die Strahlungsquelle wird dabei je nach den Objekten ausgetauscht. In Abb. 6 wird eine Quelle mit ^{90}Sr benutzt und als Detektor ein Geiger-Müller-Zählrohr. Außerdem wurden u. a. auch Meßbügel mit ^{137}Cs als Strahlungsquelle benutzt, wenn es sich um größere Einzelpflanzen handelte. Als Detektor dient bei γ -Strahlung ein



Abb. 6. Transportables Impulszählgerät zum Anschluß von Meßbügeln zur Bestimmung der Pflanzenmasse bzw. der Dichte von Einzelpflanzen auf Grund der Schwächung von radioaktiven Strahlen.

Szintillationszähler mit einem γ -empfindlichen Szintillator oder ein Geiger-Müller-Zählrohr. Die Meßgenauigkeit des Szintillationszählers ist dabei anderen γ -empfindlichen Detektoren überlegen. Die Konstanz der elektronischen Anlage sowie des Detektors wird stets vor und nach der Meßserie durch Eichung mit Eichfolien kontrolliert. Die Meßbügel werden über die Einzelpflanzen hinweggestülpt, wie in Abb. 6 zu erkennen ist, in diesem Fall über eine Kopfsalatpflanze, so daß möglichst der größte Kopfdurchmesser an der Durchstrahlungsstelle erfaßt wird. Diese Stelle ist durch Kontrolle des Gesamtgewichtes des Kopfes für die Gesamtmasse der Salatpflanze repräsentativ. Während für die Sr-Quelle nur eine leichte Metallhülle zur Strahlungsabschirmung notwendig ist, wird bei den benutzten Cs-Quellen eine starke Bleiabschirmung unumgänglich. Die Intensität der Strahlungsquelle darf bei Cäsium nicht unter 5 mC herabgesetzt werden, da sonst die Meßgenauigkeit zu stark beeinträchtigt wird, wenn als Forderung ein mittlerer Fehler von $\pm 1\%$ nicht überschritten werden darf. Ein größerer Fehler macht die Messungen bei kurzzeitigen Massenbestim-

mungen uninteressant. Der feststehende Meßbügel erlaubt nicht nur, eine Eichkurve zu benutzen, sondern auch die Ausmessung der Gesamtmasse der Pflanzen mit sämtlichen Umblättern der Kopfkohlpflanzen sowie der Salatpflanzen. Bei diesen Messungen muß von vornherein vermieden werden, die Pflanzen durch irgendwelche Veränderungen in ihrem natürlichen Wachstum zu beeinflussen. In Abb. 7 ist

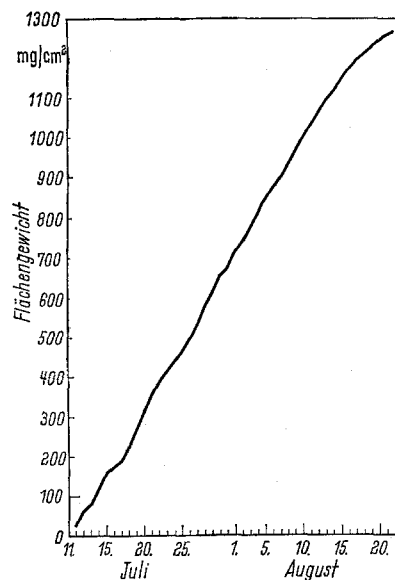


Abb. 7. Zuwachs einer Kopfsalatpflanze (Brunetta) im Juli und August 1958.

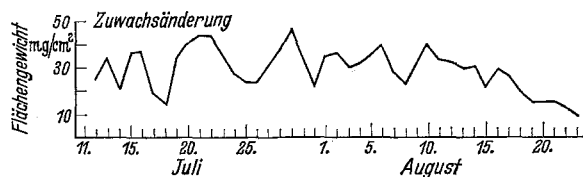
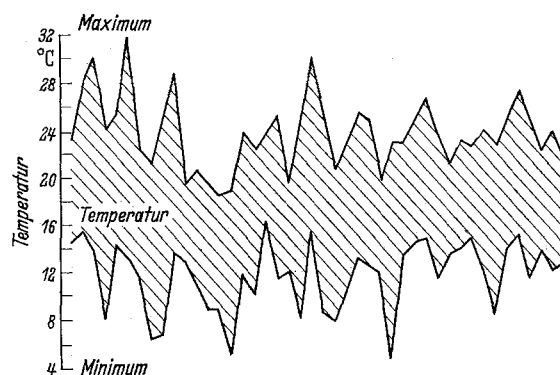


Abb. 8. Vergleich der Zuwachsänderung einer Kopfsalatpflanze (Brunetta) im Juli und August 1958 im Vergleich zum Verlauf der Bestandstemperatur des Salatbestandes.

der Zuwachs einer Kopfsalatpflanze der Sorte Brunetta dargestellt. Die fast lineare Veränderung dieses Teils der Zuwachskurve erlaubt es, durch die Differenzbildung von Tag zu Tag auch die Zuwachsänderung dieser Kopfsalatpflanze darzustellen (Abb. 8). In der Größenordnung zwischen 10 und 50 mg/cm^2 ist dabei die tägliche Flächengewichtsänderung zu suchen. Parallel dazu ist als Vergleich der pro Tag vorkommende Temperaturvergleich zwischen Maximum und Minimum in Bestandshöhe der Kopfsalatpflanze aufgetragen. Es läßt sich erkennen, daß die Zuwachs-

änderung mit der Änderung der Temperatur in gewissen Bereichen synchron verläuft, insbesondere fallen die Minima der Zuwachsänderung mit den Minima des Temperaturverlaufs zusammen. Solche Vergleiche der Zuwachsänderung mit den Umweltbedingungen erlauben einen weitgehenden Einblick in die Reaktionsweise der verschiedenen Nachkommenschaften und Stämme.

Durch eine Bestimmung der Masse der Einzelpflanzen mit Hilfe von Absorptionsmessungen dürfte für die praktische Zuchtarbeit ein Hilfsmittel zur Verfügung stehen, das es erlaubt, die Einzelpflanzen auch während der Vegetationszeit auf ihre Gewichtszunahme zu überprüfen, so daß es möglich ist, die Leistungskurve dieser Pflanzen durch Messungen festzuhalten.

Durch die Kontrolle der Massenzunahme während des Wachstums von Pflanzenbeständen von Sorten und Stämmen ist es möglich, an Hand ihres Zuwachsvermögens in ihren verschiedenen Entwicklungsperi-

den ihr Verhalten auf die variierenden Umweltbedingungen zu verfolgen. Damit erschließen sich für die Leistungsprüfungen unserer Kulturpflanzen ganz neue Wege. Darüber hinaus dürften die Verfahren der berührungslosen Massenbestimmung eine weitreichende Bedeutung für alle biologischen Objekte besitzen, deren Massen- und Dichteänderung während des Wachstums verfolgt werden sollen, so z. B. für die Bestimmung der Dichteänderung an Holz, Früchten, Einzelblättern usw.

Meinen technischen Mitarbeitern R. GÜNTHER und G. MÜLLER möchte ich an dieser Stelle für die tatkräftige Mitarbeit danken.

Literatur

1. BRÖDA, E., u. T. SCHÖNFELD: Die technischen Anwendungen der Radioaktivität. Berlin und München 1956. — 2. HART, H., u. E. KARSTENS: Radioaktive Isotope in der Dickenmessung. Berlin 1958. — 3. UNGER, K. Zur Anwendung der Durchstrahlungsmethode für phänomenetrische Messungen mit Hilfe von radioaktiven Strahlungsquellen. Z. f. angew. Meteorologie 3, 115—118 (1958).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle, Hohenthurm*

Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden (*Triticale*)

I. Mutationsauslösung bei *Triticale* Rimpau

Von F. K. VETTEL

Mit 14 Abbildungen

I. Einleitung und Problemstellung

Die Vereinigung der Werteeigenschaften des Weizens und des Roggens in einem konstanten Weizen-Roggenbastard war schon lange ein Ziel der Pflanzenzüchtung. Die ersten konstanten Weizen-Roggenbastarde sind schon über 60 Jahre alt. Man unterscheidet heute je nach der Entstehungsweise zwei verschiedene Formen:

1. Eine amphidiploide Form, die dadurch gekennzeichnet ist, daß der vollständige diploide Genombestand des Saatweizens und des Roggens im Weizenplasma eingelagert ist. Mit $2n = 56$ ist dieser *Triticale* (TSCHERMAK 1936) konstant und zeigt in seinen Eigenschaften intermediäre Ausprägung.

2. Eine ebenfalls amphidiploide Form, mit dem gleichen Genombestand wie *Triticale*, der jedoch im Roggenplasma eingelagert ist. Mit $2n = 56$ ist auch dieser *Secalotricum* konstant und zeigt ebenfalls in seinen Eigenschaften intermediäre Ausprägung.

Den ersten *Triticale* soll der Amerikaner WILSON 1875 erzeugt haben. 1889 gelang es RIMPAU, einen konstanten Weizen-Roggenbastard herzustellen. Dieser sogenannte *Triticale* Rimpau hat sich bis auf den heutigen Tag konstant erhalten. Hinsichtlich der Begrannung sind 2 Formen bekannt:

Triticale Rimpau begrannt und unbegrannt (OEHLER 1931). An Hand von cytologischen Untersuchungen konnten LINDSCHAU und OEHLER (1935) nachweisen, daß der *Triticale* Rimpau als Amphidiploider entstanden ist. 1931 hatten bereits LEWITZKY und BENETZKAIA auf Grund der von ihnen festgestellten Chromosomenzahl von $2n = 56$ des 1921 entstandenen *Triticale* Meister den Amphidi-

ploidcharakter dieser Form diskutiert. MÜNTZING (1936) konnte durch seine cytologischen Untersuchungen an den *Triticale*-Formen Meister, Rimpau und Taylor die Ergebnisse von LEWITZKY und BENETZKAIA (1931) sowie LINDSCHAU und OEHLER (1935) bestätigen. Nach Übereinstimmung aller Verfasser (KATTERMANN 1934) rücken von den verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten des *Triticale*, die in der Literatur erörtert werden, zwei in den Vordergrund:

1. Die Vereinigung von zwei unreduzierten F_1 -Gameten (KATTERMANN 1934, MÜNTZING 1936, 1939).

2. Die apogame Entwicklung einer unreduzierten F_1 -Eizelle mit nachfolgender Chromosomenverdopplung, wobei eine Rückkreuzung mit Weizen nur einen Entwicklungsanreiz ausübt (LEWITZKY und BENETZKAIA 1931).

Die Erzeugung, cytologische Untersuchung und züchterische Verbesserung der *Triticale*-Formen in den letzten Jahrzehnten hat zu einer großen Anzahl von Veröffentlichungen Anlaß gegeben. Eine Zusammenstellung der Literatur findet sich u. a. bei TISCHLER (1953).

Viele Autoren haben sich auch mit Formen beschäftigt, die aus sogenannten Bastardpassagen hervorgegangen sind, und sich von diesen schnellere praktische Erfolge versprochen.

In die folgenden Untersuchungen wurden jedoch ausschließlich 56-chromosomige *Triticale*-Formen einbezogen. Von dieser neuentstandenen Pflanzenart ist aus ersten Beschreibungen von RIMPAU (LINDSCHAU und OEHLER 1935) bekannt, daß der 1889 entstandene sogenannte *Triticale* Rimpau heute noch in allen Eigenschaften unverändert geblieben ist. Während der 70 Jahre seines Bestehens hat der *Triticale* Rimpau nur eine sehr geringfügige erbliche Variabilität

* Für die Anregung, Unterstützung und Beratung bin ich Herrn Prof. Dr. W. HOFFMANN besonders dankbar.