

ten Faktor ( $F$ ) für Farbstoffbildung. Die Intensität der Farbstoffbildung ist stark von äußeren Wachstumsbedingungen abhängig.

3. Die Lokalisation des Anthozyans in der

Aleuronschicht bewirkt das Auftreten von Xenien.

4. Beide Faktoren mendeln unabhängig voneinander.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

## Die Züchtung krebsester Kartoffelsorten.

Von **E. Köhler**.

(Mit 3 Abbildungen.)

Eine der hervorragendsten Maßnahmen im Kampf gegen den Kartoffelkrebs ist der Anbau immuner, „krebsester“ Kartoffelsorten. Der Immunanbau ermöglicht einmal die Erzielung vollständig gesunder Ernten auf krebserseuchtem Land, sodann verhindert er das Auftreten der Krankheit auf bis dahin noch unverseuchtem Land und bewahrt den Landwirt vor den Folgen der mancherlei Nutzungsbeschränkungen, die ihm im Falle eines Krebsvorkommens drohen. Namentlich die Gefahr der Nutzungsbeschränkungen, von denen in erster Linie die Einfuhrverbote des Auslandes zu nennen sind, bringt immer weitere Kreise der Landwirtschaft dazu, den Anbau von krebsempfindlichen Sorten aufzugeben und zum Anbau von krebsesteren Sorten überzugehen.

In England, von wo die Krankheit aller Wahrscheinlichkeit nach ausging, und wo sie schon in den siebziger Jahren empfindliche örtliche Schädigungen verursachte, wurde man bereits in den neunziger Jahren darauf aufmerksam, daß die Frühsorte „Snowdrop“ regelmäßig von der Krankheit verschont blieb auf Landstücken, auf denen andere Sorten stark erkrankten (1). Durch planmäßige Untersuchungen des englischen Landwirtschaftsministeriums stellte sich heraus, daß noch weitere Sorten, nämlich „Conquest“, „Golden Wonder“ und „Langworthy“ den Vorzug der Widerstandsfähigkeit aufwiesen. Vom Jahre 1909 ab wurden sodann von seiten des englischen Landwirtschaftsministeriums feldmäßige Prüfungen an drei verschiedenen Stellen eingerichtet. Diese Prüfungen erbrachten eine volle Bestätigung der bisherigen Beobachtungen, ferner wurde die wichtige Erkenntnis gewonnen, daß die Krebsfestigkeit eine Sorteneigenschaft ist, die in verschiedenen Jahrgängen und an verschiedenen Anbaustellen nicht erschüttert werden kann. Man begann diese Erkenntnis für die Praxis nutzbar zu machen, indem man die als krebsesteren Sorten zum Anbau auf verseuchtem Land empfahl; der Erfolg zeigte bald, daß man damit auf dem rechten Wege war. Bis zum Jahre 1910 wurden durch die Bemühungen der Prüfungsstellen 14 weitere krebsesteren Sorten ausfindig gemacht.

Zwei Jahre vorher, im Jahre 1908, war der Kartoffelkrebs in Deutschland aufgetaucht, und zwar gleichzeitig in Westfalen und in der Rheinprovinz. Nachdem eine weitere Fundstelle in Schlesien bekannt geworden war, setzte dann bald eine lebhafte Prüfungstätigkeit ein. Die Biologische Reichsanstalt sowie verschiedene Hauptstellen für Pflanzenschutz richteten sich Versuchsfelder ein, auf denen Jahr für Jahr Sortenprüfungen vorgenommen wurden. Das Ergebnis dieser mühevollen Tätigkeit entsprach lange Zeit nicht den Erwartungen. Obwohl man alle Sorten, deren man habhaft werden konnte, durchprüfte, so konnte man bis Ende des Jahres 1921 nur sieben Sorten ausfindig machen, die mit Sicherheit als vollkommen krebsester anzusehen waren. Von den übrigen Sorten erwies sich der weitaus größte Teil als hochgradig anfällig und nur ein kleiner Teil zeigte schwachen und dazu unregelmäßigen Befall. Letztere Sorten wurden als „fast krebsester“ bezeichnet.

Ohne Frage wurden diese Versuche in der ersten Zeit durch Sortenverunreinigungen und -verwechslungen empfindlich gestört, da die Züchter während der Kriegszeit nicht die nötige Sorgfalt auf ihre Züchtungen verwenden konnten. Da außerdem während des Krieges Originalsaatgut oft nicht greifbar war, so nahm man vielfach seine Zuflucht zu Herkünften von fragwürdiger Sortenechtheit und -reinheit. Nach dem Kriege trat in verschiedener Hinsicht eine Besserung ein. Erstens sahen sich die Züchter wieder in der Lage, für die Versuche Pflanzgut zur Verfügung zu stellen, das allen Ansprüchen an Sortenreinheit genügte. Nachprüfungen mit neuen Originalproben zeigten, daß eine Reihe von Sorten, die bis dahin als fast krebsester bezeichnet wurden, weil sie hier und da befallen gewesen waren, in Wirklichkeit völlig krebsester seien. Zweitens erschien eine Reihe von hochwertigen neuen Sorten auf dem Markt, von denen sich einige als vollkommen krebsester erweisen sollten, und drittens war die Erkenntnis wertvoll, daß gewisse ältere Sorten Gemische von auch morphologisch unterscheidbaren Klonen darstellten, die sich gegen den Krebs unterschiedlich verhielten (4). Durch Trennung der

krebsanfälligen von den krebsfesten Klonen war es einigen Züchtern möglich, die Zahl der vollkommen krebsfesten Sorten zu erhöhen.

Über die Zunahme der in Deutschland geprüften, vollkommen krebsfesten Sorten seit 1921 unterrichtet die nachstehende Übersicht.

zen, sondern daß es notwendig sei, den Immunanbau auch auf bisher krebsfreiem Land möglichst allgemein durchzuführen. Mit der zunehmenden Verseuchung stieg nicht nur die Nachfrage nach krebsfestem Pflanzgut; mehr und mehr machte sich auch das Bedürfnis nach Sorten

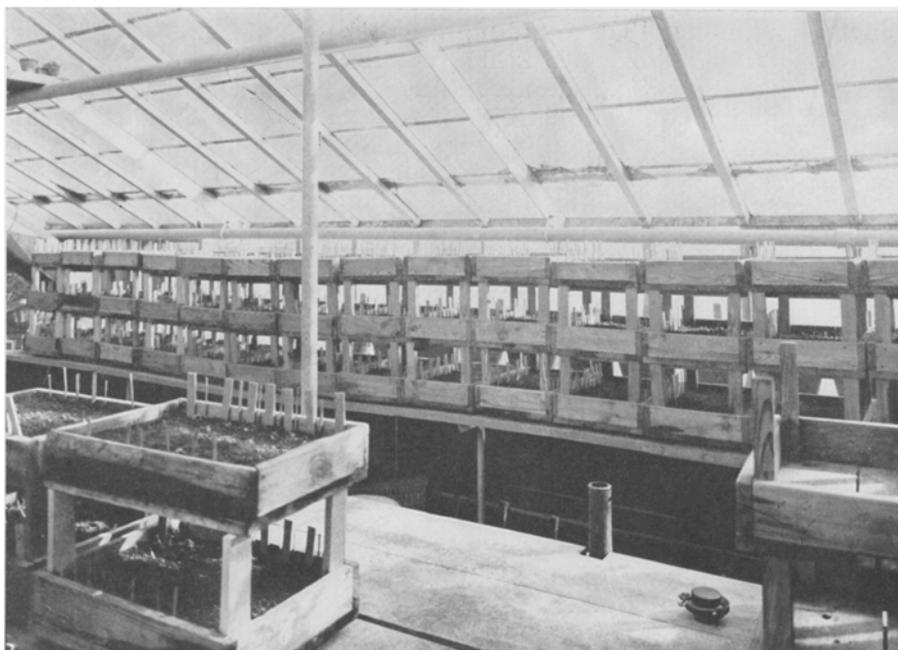


Abb. 1. Ansicht der Holzkästen, in denen die Prüfung der Zuchtstämme nach dem Spieckermannschen Verfahren vorgenommen wird.

Anzahl der vollkommen krebsfesten Sorten (laut Merkblatt Nr. 1 der Biologischen Reichsanstalt, Auflagen seit 1921).

Am Ende der Jahrgänge	A	B
	Sämtliche Sorten	„Selbständige“ Sorten (nach Abzug der Synonymen)
1921	7	7
1922	8	8
1923	16	13
1924	23	17
1925	32	24
1926	44	34
1927	66	47
1928	75	58

Anfangs wurde die Krebsfestigkeit einer Sorte von den Züchtern mehr als eine angenehme Zugabe empfunden, die man sich gern gefallen ließ, und mit der man Reklame machen konnte, um derentwillen man aber die krebsanfälligen Sorten nicht vernachlässigte. Das wurde aber von dem Augenblick an anders, als man erkannte, daß es nicht genügte, die bereits verseuchten Flächen mit krebsfesten Kartoffeln zu bepflanzen

geltend, die die eingebürgerten krebsanfälligen Sorten in jeder Hinsicht ersetzen konnten. Die Züchtung sah sich vor die Aufgabe gestellt, die Herstellung neuer krebsfester Sorten planmäßig in Angriff zu nehmen.

Der Durchführung dieser Aufgabe kamen nun die Fortschritte der Prüfungstechnik wirksam zu Hilfe. Bis dahin war man auf die feldmäßige Prüfung angewiesen. Diese Prüfung verschlang viel Material und beanspruchte viel Zeit und Raum. Die Prüfung einer größeren Zahl von Zuchtstämmen im Feldverfahren hätte einen gewaltigen Aufwand erfordert. Das von Prof. SPIECKERMANN in Münster ersonnene Laboratoriumsverfahren (7) veränderte die Sachlage mit einem Schlage. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, eine beliebige Zahl von Zuchtstämmen im Laboratorium oder im Gewächshaus auf engstem Raum zu prüfen. Alle Stämme, die sich bei dieser Prüfung als zweifellos krebsanfällig erweisen, brauchen also vom Züchter nicht weiter bearbeitet zu werden. Das Verfahren hat gegenüber der Feldprüfung weiterhin den

Vorzug, daß die Prüfungen in den Wintermonaten vorgenommen werden können, also zwischen zwei Vegetationsperioden, wodurch es möglich ist, daß die Ergebnisse dem Züchter ein Jahr früher zugute kommen. Damit war die Bahn frei für die Züchtung krebsfester Sorten in großem Maßstab. Angeregt durch die vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft ausgeworfenen Mittel, die es den Prüfungsstellen ermöglichten, eine große Zahl von Prüfungen kostenlos durchzuführen, setzte eine sehr lebhafte züchterische Tätigkeit ein, die

dringen in die sich entwickelnden Keimtriebe ein und rufen an ihnen die krebsigen Formveränderungen hervor. Von großer Wichtigkeit bei diesem Verfahren ist die Keimwilligkeit der in dem Kompost vorhandenen Dauersporangien. Diese ist in hohem Maße vom Alter der Sporangien und von der Art der Vorbehandlung abhängig. Das Verfahren erfordert zu seiner richtigen Handhabung eine gewisse Übung, die sich erst durch mehrjährige Erfahrung erlangen läßt. Auch die richtige Auswertung der Ergebnisse ist ohne entsprechende Schulung nicht möglich.

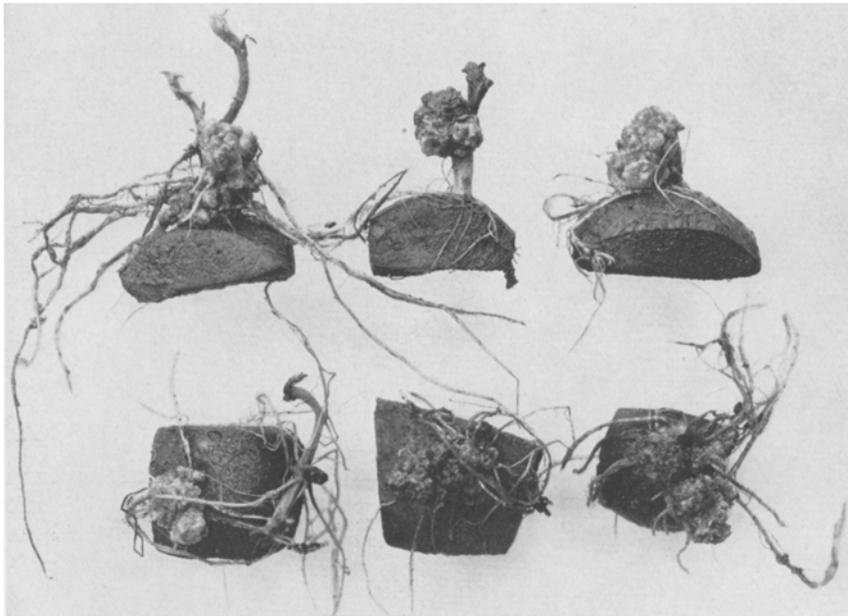


Abb. 2. Mit dem Spieckermannschen Verfahren infizierte Kartoffelstücke, 5–6 Wochen nach der Beimpfung. Ansicht von der Seite und von oben.

zur Zeit auf ihrem Höhepunkt wohl noch nicht gelangt ist. Mit welchem Nachdruck gearbeitet wird, läßt sich daraus ermessen, daß die Zahl der in diesem Winter vorzunehmenden Prüfungen rund 6000 beträgt.

Das Spieckermannsche Infektionsverfahren (Abb. 1 und 2) wurde im Jahre 1925 eingeführt. Bei diesem Verfahren werden aus den zu prüfenden Knollen Stücke ausgeschnitten, in denen sich Augen befinden; am geeignetsten sind die Kronenenden, da diese am meisten Triebe entwickeln. Die Stücke werden mit den Augen nach oben auf eine Sandschicht nebeneinander gelegt, sodann mit einer Schicht Krebskompost, d. h. Erde oder Sand, der große Mengen von Dauersporangien enthält, überschichtet. Bei der nötigen Wärme und Feuchthaltung entlassen die Dauersporangien ihre Schwärmsporen; diese

Mit den Prüfungen befassen sich zur Zeit die Biologische Reichsanstalt, sowie die Hauptstellen für Pflanzenschutz in Münster i. W. und in Lübeck.

Als Infektionsquelle lassen sich an Stelle des Krebskompostes auch frische Krebswucherungen verwenden, die man sich im Gewächshaus künstlich anziehen kann. Bei diesem Laboratoriumsverfahren, das sich noch im Versuchsstadium befindet, werden Stücke von Wucherungen, in denen sich große Mengen von reifen Sommersporangien befinden, mit Nadeln über den keimenden Augen befestigt, wie auf Abb. 3 zu sehen ist<sup>1</sup>. Die unter meiner Leitung ausge-

<sup>1</sup> Über die Verwendung von Nadeln zu diesem Zweck berichtet zuerst GLYNNE (vgl. BRYAN, H., Wart disease infection tests. Journ. Agric. Sci. 18, 507 (1928).

führten Versuche von Herrn Dipl.-Landwirt LEMMERZAHN haben ergeben, daß es mit diesem Verfahren möglich ist, die Krebsanfälligkeit von Sorten bereits 14 Tage nach der Beimpfung nachzuweisen. Wie weit das Verfahren für die praktische Sortenprüfung brauchbar ist, bedarf noch der Untersuchung.

Zur Gewinnung krebsfester Sorten verspricht nur die Sämlingszüchtung Erfolg. Zwar ist es nicht undenkbar, daß durch vegetative Spaltung auch in anfälligen Sorten krebsfeste Linien entstehen können und umgekehrt; ein solcher Fall ist aber noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Nach den bisherigen, an einem großen Material gewonnenen Erfahrungen, läßt sich jedenfalls sagen, daß „Sorten“, die morphologisch übereinstimmen, auch bezüglich ihres Verhaltens gegen den Krebs sich nicht voneinander unterscheiden. Demnach muß man es als ein recht aussichtsloses Bemühen bezeichnen, aus morphologisch einheitlichen Beständen, etwa durch Staudenauslese mit nachfolgender Getrennthaltung der Abkünfte, krebsfeste Sorten zu gewinnen. Ein solches Verfahren hätte nur eine vollkommen zwecklose Belastung der Prüfungsstellen zur Folge.

Der einzige für die praktische Züchtung gangbare Weg ist zweifellos die Sämlingszüchtung, sei es durch Bastardierung, sei es durch Selbstung. Daß dabei die Bastardierung selbstverständlich den Vorzug verdient, braucht an dieser Stelle nicht näher ausgeführt zu werden.

Wenn auch der Erbgang der Widerstandsfähigkeit noch nicht in allen Punkten geklärt ist, so lassen sich doch aus den vorhandenen Ergebnissen für die Wahl der Ausgangssorten einige wichtige Anhaltspunkte gewinnen. SALAMAN und LESLEY (5), zwei englische Forscher, erhielten nach Selbstung immuner Sorten in der  $F_1$ -Generation Spaltungen nach immun:anfällig wie 15:1, 3:1 und 9:7. In zwei Fällen waren sämtliche  $F_1$ -Pflanzen immun, doch kann dieses Ergebnis nicht als gesichert angesehen werden, da die Zahl dieser Pflanzen zu gering war. Nach Selbstung anfälliger Sorten waren entweder sämtliche  $F_1$ -Pflanzen anfällig oder das Verhältnis immun:anfällig war = 1:1. Bei Kreuzung anfälliger Eltern waren in zwei Fällen sämtliche  $F_1$ -Pflanzen anfällig, in einem anderen Fall trat Spaltung ein nach dem Verhältnis immun:anfällig = 1:3. Die nach Kreuzung von immunen mit anfälligen Eltern beobachteten Spaltungen

entsprachen in drei Fällen ziemlich genau einem Verhältnis immun:anfällig = 1:1, in anderen Fällen überwogen teils die immunen, teils die anfälligen Nachkommen. Die angegebenen Verhältniszahlen sind fast durchweg Näherungswerte, in Wirklichkeit entsprachen die gefundenen Werte meist nicht so glatt den voraussetzenden Mendelzahlen. Selbstverständlich sind die möglichen Kombinationen mit den oben angegebenen keineswegs erschöpft. SALAMAN und LESLEY deuten, worauf im einzelnen nicht eingegangen werden kann, die Ergebnisse ihrer Versuche, wie folgt: Immunität ergibt sich aus dem Zusammentreffen von zwei Erbfaktoren  $X$  und  $Y$ . Einzeln für sich bewirken diese Faktoren Immu-

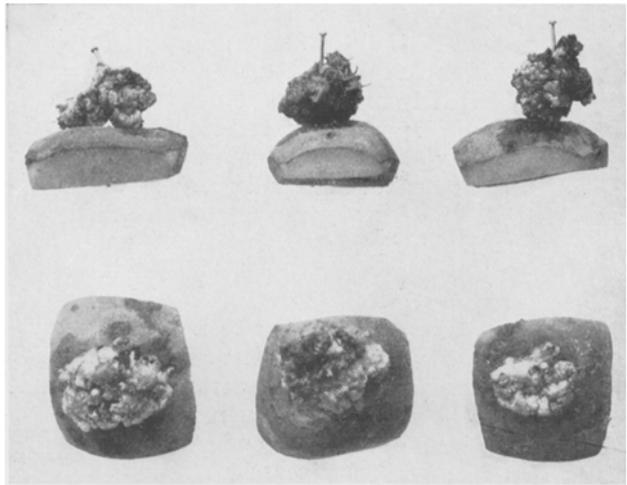


Abb. 3. Beimpfung von Kartoffelstücken mit Krebswucherungen. Die Wucherungen werden mit Nadeln über den keimenden Augen befestigt. Ansicht von der Seite und von oben.

nität nur dann, wenn ein Ergänzungsfaktor  $Z$  zugegen ist. Außerdem kann die Dominanz der Immunität noch durch einen oder wahrscheinlich mehrere Hemmungsfaktoren ( $A$  und  $B$ ) gehemmt werden. Die Immunität kann also genetisch sehr verschieden bedingt sein. Wie weit diese Vorstellungen einer Korrektur bedürfen, bleibt abzuwarten.

Leider kennt man das Verhalten der leistungsfähigsten krebsfesten und -anfälligen deutschen Sorten nicht. In eigenen Versuchen erhielt ich (2) aus einer Kreuzung RICHTERS Weiße Riesen (anfällig)  $\times$  Hindenburg (immun) in  $F_1$ -Spaltung immun:anfällig = 3:1, aus einer anderen Kreuzung RICHTERS Weiße Riesen  $\times$  Preußen (immun) Spaltung immun:anfällig = 1:1.

Zum Glück sind wir bei der Züchtung krebsfester Sorten nicht auf die Vorkenntnis des Spiels der Erbfaktoren angewiesen und die Theo-

rie hinkt der Praxis nach, ein Fall, wie er in der Züchtung ja schon oft dagewesen ist.

Eine überaus wichtige Frage, die man sich unwillkürlich vorlegt, ist die, ob die Krebsfestigkeit einer Sorte für die Zukunft gesichert ist oder ob etwa mit einer Anpassung des Krebspilzes an die krebsfesten Sorten gerechnet werden muß. Eine Anpassung wäre nur auf die Weise denkbar, daß durch Mutation irgendwo eine oder mehrere neue Rassen des Krebspilzes entstehen, die auch die eine oder andere der krebsfesten Sorten befallen können. Bis heute besteht eine solche Differenzierung des Krebspilzes in verschiedene biologische Rassen nicht. Dies geht mit Sicherheit daraus hervor, daß das Verhalten der einzelnen Sorten dem Krebs gegenüber in den verschiedensten Ländern stets das gleiche ist. Diejenigen Sorten, die sich in dem einen Land als krebsfest erwiesen haben, behalten diese Eigenschaft erfahrungsgemäß überall bei, wo sie auf krebsverseuchtem Land angebaut werden, sei es in Nordamerika, in Südafrika, in England, in Holland oder an jeder anderen Stelle Europas, vorausgesetzt natürlich, daß die angebauten Proben sortenecht und sortenrein sind. Ein ebenso gleichbleibendes Verhalten zeigen die anfälligen Sorten. Wenn man ferner bedenkt, daß in dem Verhalten der schon vor Jahrzehnten als krebsfest ermittelten Sorten im Laufe der Zeit nicht die geringste Veränderung eingetreten ist, so kann man daraus jedenfalls auf eine besonders ausgeprägte Beharrlichkeit des Pilzes, seinen Eigenschaften treu zu bleiben, schließen und es liegt kein Grund zu der Annahme vor, daß in diesem Punkt in absehbarer Zeit eine Änderung eintreten könnte. Gesetzt aber der Fall, es würde einmal an irgendeiner Stelle eine solche unerwünschte Veränderung der pathogenen Eigenschaften des Pilzes eintreten, so würde man ja in Bälde darauf aufmerksam werden und könnte unverzüglich die nötigen Abwehrmaßnahmen ergreifen.

Die aus anderen Gründen anzustrebende und schon lebhaft im Gang befindliche Umstellung des Kartoffelbaues auf krebsfeste Sorten nimmt dem Pilz schließlich die Möglichkeit, sich zu vermehren, und damit natürlich auch die Möglichkeit, neue Rassen zu bilden. Das sicherste Vorbeugungsmittel gegen den Verlust der Immunität wäre demnach die möglichst rasche und restlose Umstellung des Kartoffelbaus auf krebsfeste Sorten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Immunitätszüchtung gegen den Kartoffelkrebs jetzt schon als Schulbeispiel für die wirksame Bekämpfung einer gefährlichen Pflanzenkrankheit angesehen werden kann. Drei Umstände sind es vor allem, denen wir den raschen Erfolg des Verfahrens zuschreiben müssen: Die Tatsache, daß der Pilz nicht in verschiedene biologische Rassen differenziert ist, die Tatsache, daß die Immunität gegen den Krebs eine unter den verschiedensten Umweltbedingungen konstante Sorteneigenschaft ist, und nicht zuletzt die Möglichkeit der Prüfung einer so gut wie unbegrenzten Zahl von Zuchtstämmen im Gewächshaus.

#### Schriftenverzeichnis.

- (1) GOUGH, GEO. C.: Wart disease of potato. A study of its history, distribution, and the discovery of immunity. *J. Roy. Hort. Soc.* **45**, 301 (1920).
- (2) KÖHLER, E.: Fortgeführte Untersuchungen über den Kartoffelkrebs. *Arb. Biol. Reichsanstalt* **14**, 267 (1925).
- (3) KÖHLER, E.: Abschnitt Kartoffelkrebs in SORAUER. *Handb. d. Pflanzenkrankheiten* **2**, 329 (1928).
- (4) KÖHLER, E.: Über den derzeitigen Stand der Erforschung des Kartoffelkrebses. *Arb. Biol. Reichsanstalt* **11**, 304 (1923).
- (5) SALAMAN, R. N., u. I. W. LESLEY: Genetic studies in potatoes; the inheritance of immunity to wart disease. *J. Genet.* **13**, 177 (1923).
- (6) SCHLUMBERGER, O.: Der Kartoffelkrebs. *Flugblatt Nr 53 der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft*, 4. Aufl. 1925.
- (7) SPIECKERMANN u. KOTTHOFF: Die Prüfung von Kartoffelsorten auf Krebsfestigkeit. *Dtsch. landw. Presse* **1924**, **114**, 51. Jahrg.

## Der Erzeuger von Originalsaatgut und anerkanntem Saatgetreide und die Fortschritte in der mechanischen Saatgutzubereitung.

Von **Griesbeck**, Ansbach.

Die mechanische Saatgutzubereitung hat im Laufe der letzten Zeit durch eine umfangreiche Einführung der automatischen Getreidereinigungsanlagen eine ganz erhebliche Besserung in der großen landwirtschaftlichen Praxis erfahren. Die praktische Landwirtschaft ist mit diesen Einrichtungen in der Lage, aus der eigenen Ernte

auf bequeme Weise eine vollkommene, unkrautfreie Saatware herauszuputzen von einer äußerlichen Güte, wie sie bisher nur die Erzeuger von Originalsaatgut und anerkanntem Saatgut, die diese Einrichtungen seither schon besaßen, liefern konnten.

Es liegt die Frage nahe, wird durch die Ver-