

Chemiker, so daß es sich um eine allgemeine brennende Frage handelt. Herr Dr. Karl Goldschmidt, dem der Verein schon für seine frühere langjährige Mitarbeit, vor allem im sozialen Ausschuß, zu Dank verpflichtet ist, hat in seinem Artikel „zur Not der jungen Chemiker“ die Initiative zu einer Aussprache auf breitester Grundlage ergriffen. Zur Schaffung neuer Stellen für Chemiker wird einerseits eine Propaganda anderen Industriezweigen die Vorteile der Einstellung von Chemikern klar zu machen haben; andererseits sind neue Ausbildungsmöglichkeiten für diese Spezialgebiete zu schaffen. Gleichzeitig tritt an uns die Frage der Alters- und Hinterbliebenen-Versicherung, die heute nach dem durch die Inflation hervorgerufenen Verlust aller Ersparnisse für die meisten Kollegen akut geworden ist, heran. In Nürnberg konnten wir eine „Liebig-Stelle“ schaffen, die ferner stehende Industrien für die Anstellung von Chemikern gewinnen soll. Wir durften gleichzeitig von der Liebig-Gesellschaft die Einrichtung 50 weiterer Stipendien, welche die Spezialausbildung junger Doktoren an den Hochschulen ermöglichen, mit aufrichtigem Dank erfahren. Wir hoffen endlich, daß eine Besserung der wirtschaftlichen Lage der chemischen Industrie auch den älteren Kollegen eine Pensionszusicherung seitens der in der Berufsgenossenschaft und im Arbeitgeberverband vereinigten chemischen Werke in nicht allzu ferner Zeit bringen wird! —

Und jetzt noch ein persönliches Schlußwort: Die fünf Jahre meines Vorsitzes haben unserem Verein die schwierigste Zeit gebracht. Dem Zusammenstehen aller Mitglieder und der Gewissenhaftigkeit unseres lieben Freundes, Dr. Scharf, danke ich es, wenn wir sie überstanden, und eine Beruhigung ist es mir, daß ich jetzt meinem Nachfolger geordnetere Verhältnisse übergeben kann.

Die Hebung der Zeitschrift verdanken der Verein und ich Herrn Professor Binz; den Verlag Chemie, die Bezugsabmachung für „chem. Industrie“ und „Zentralblatt“ gab uns der Zwang der Zeit; die Achema schuf uns Dr. Buchner; das Gebührenverzeichnis gaben uns die württemberger Kollegen; die Höhe der Vorträge erhielt uns Professor Rassow. So blieb für den scheidenden Vorsitzenden nur das Bestreben, überall in Bezirksvereinen, Ausschüssen, Verhandlungen den Zusammenhalt, das Vereinsleben und die Vereinsgeltung zu heben. Das Wesentliche für einen Vorsitzenden ist wohl, daß er die Initiative, auch wenn sie ihm oder anderen unangenehm werden kann, nicht scheut, und wenn mir alle unangenehmen Initiativen heute verziehen werden, so wünsche ich dem Verein, daß die künftigen Vorsitzenden in dem „suaviter in modo fortiter in re“ mich recht weit übertreffen!

31. Dezember 1925.

F. Qu.

Über die Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch chemische Mittel.

Vorgetragen auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Nürnberg, im September 1925

von Prof. Dr. A. KLAGES,

Direktor der Saccharin-Fabrik A.-G. Magdeburg, Südost.

(Eingeg. 20./9. 1925.)

Aus dem großen Gebiete der Pflanzenkrankheiten habe ich eine bestimmte Gruppe, diejenige der Getreidekrankheiten, herausgeschält. Sie umfaßt die für unsere Klimata wichtigsten Kulturgewächse: Weizen, Gerste, Roggen, Hafer. Ich wähle diese Gruppe, weil ihre volkswirtschaftliche Bedeutung — sie liefert unser Brotgetreide — am größten ist, weil die biologischen Verhältnisse hier am längsten bekannt und am besten erforscht sind, und weil die Erfahrungen, die auf diesem Gebiete gesammelt sind, sich auch auf die Bekämpfung von Krankheiten anderer Gewächse, in dieser oder jener Form modifiziert, übertragen lassen.

Die Getreidekrankheiten sind, soweit sie sich äußerlich ausprägen und Ernteauffälle bedingen, wohl so lange bekannt, wie der Getreidebau existiert. Rost- und Brandkrankheiten, die Hauptschädiger, sind bereits im alten Testament als Strafen der Gottheit erwähnt. Aristoteles kennt bereits Rostjahre und starke Ausfälle der Ernte. Plinius beschreibt die Rostkrankheiten unter dem Namen „Rubigo“ und widmet ihnen ein ganzes Kapitel. Von den Brandkrankheiten sagt er: „Der Brand versengt die milchigen Augen der Keime und bewirkt das, was man an der Blüte Kohle nennt.“

Über die Ursachen dieser Krankheiten hatten die Alten keine rechte Vorstellung, sie führten dieselben auf den Einfluß der Gestirne und der Atmosphärien zurück und hatten insofern recht, als ungünstige Witterungsein-

flüsse, abnorme Trockenheit, unzeitige Kälte, gegen die wir machtlos sind, auch heute noch größere Ertragsminderungen bewirken, als Krankheiten und Schädlinge, die wir dank unserer gesteigerten Kenntnisse jetzt bekämpfen können.

Unsere Fortschritte auf dem Gebiete der Getreidekrankheiten sind jungen Datums. Sie sind eine Folge der steigenden Erkenntnis der Krankheitsbedingungen, des genauen Studiums der Erreger und der Beziehungen derselben zur Wirtspflanze. Sie führten zur Auffindung der beiden grundsätzlichen Bekämpfungsmethoden, der direkten, welche die Vernichtung oder Schädigung der Erreger bezweckt, und der indirekten, welche durch Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanze, insbesondere durch Kulturmaßnahmen und Sortenzüchtung, die Wirkung der Erreger auszuschalten sucht.

In dem Maße wie diese Kenntnisse heranreiften, hat auch die Wirksamkeit der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten zugenommen.

Noch bis in die neueste Zeit hinein wurden Brandkrankheiten und dadurch entstandene Mißernten als etwas Unabänderliches hingenommen, gegen dessen Geschehen man machtlos war. Änderungen traten erst ein, als die chemische Behandlung von Saatgut einsetzte. Im Jahre 1761 finden sich die ersten Angaben. Um diese Zeit gibt Schultze an, daß für die Saatgutzubereitung der schwimmende Samen (sog. Brandbutten) abzuschöpfen sei, und daß das Saatgut mit einer verdünnten Kupfervitriollösung von 1,5% behandelt werden müsse. 1807 beobachtete Prevost die Keimung der Brandsporen und stellte fest, daß sie in Wasser, welches aus Kupfer destilliert war, oder auch in verdünnter Kupfervitriollösung nicht keimten. Forscher von Namen, wie de Candolle, waren zwar der Ansicht, daß das Getreide durch Brandpilze krank gemacht werde, andere

dagegen hielten die Brandlager für eine Ausscheidung der Pflanze. Noch 1843 vertrat Unger auf der Naturforschertagung in Nürnberg die Ansicht, daß der Brand durch eine Degeneration der Pflanze hervorgerufen werde, und daß an eine Ansteckung, wie bei Tieren, bei Pflanzen kaum zu denken ist. —

Die Neuentwicklung begann 1847 und 1853 durch die Arbeiten von Tulasne und de Bary, welche die Brandpilze genau erforschten und nachwiesen, daß der Pilz der Überträger der Brandkrankheit ist.

Die ersten erfolgreichen Infektionsversuche mit Steinbrandsporen (*Tilletia*) wurden 1873 von Kühn in Halle ausgeführt. Kühn empfahl auch die Kupfervitriolbeize und trat energisch für die Durchführung derselben ein. Durch die grundlegenden Arbeiten von Brefeld, Tubeuf, Hecke, Jansen und durch andere ebenbürtige Arbeiten, die sich bis in die neueste Zeit erstreckten, ist dann unsere Kenntnis von den Getreidekrankheiten und ihren Erregern in ganz außerordentlicher Weise gefördert worden.

Unter den Getreidekrankheiten stehen die Rostkrankheiten in bezug auf Schädigung und ihr sporadisches Auftreten an erster Stelle. Sie werden hervorgerufen durch parasitisch lebende Pilze mit Wirtswechsel. Zwischenwirte sind vorwiegend Gramineen und Stauden, auch Sträucher, von denen die Berberitze der bekannteste ist. Das Myzel des Pilzes durchdringt die ganze Pflanze, schädigt sie durch Nährstoffentziehung und zerstört schließlich Chlorophyllkörner und Zellen unter Bildung der bekannten braunen oder gelben Rostflecke. Der Rost befällt sämtliche Getreidearten während der Vegetationszeit, Klima ist dabei ohne Einfluß. Seine Wirkung auf die Getreideausfälle ist eine konstante, sie nimmt aber bisweilen einen enormen Umfang an. 1891 betrug beispielsweise der vorwiegend durch Getreiderost bewirkte Ernteausfall¹⁾ für das Reich rund 170 Millionen Mark, 1911 in Bayern 26 Millionen, 1916 in der Provinz Sachsen 47 Millionen Mark. Erikson schätzt den Rostschaden aller getreidebautreibenden Länder jährlich auf 1,25 Milliarden Mark.

Man bekämpft den Getreiderost ausschließlich durch Kulturmaßnahmen, durch Anwendung einwandfreien, geheizten Saatgutes, durch Vernichtung der Zwischenwirte, die in manchen Ländern, z. B. in Dänemark und Norwegen, gesetzlich vorgeschrieben ist. Nordamerika entfernte 1918/22 über 5 Millionen Berberitzensträucher aus der Nähe der Getreidefelder²⁾.

Die Bekämpfung durch chemische Mittel versagt vollständig.

Günstiger für die Bekämpfung liegen die Verhältnisse bei den Getreidekrankheiten, welche durch die Brandpilze (*Ustilaginaceen*) und durch Fusarien bewirkt werden. Hier fehlen die Zwischenwirte, die Infektion erfolgt vorwiegend am Saatkorn. Sie kann daher durch geeignete Behandlung des Saatkorns (Beizung) behoben werden.

Die Hauptgetreidekrankheiten, Weizensteinbrand, Hartbrand der Gerste, Streifenkrankheit der Gerste, Haferflugbrand, Fusariumkrankheit des Roggens, und die beiden Flugbrandarten Weizenflugbrand und Gerstenflugbrand kann man nach ihrem Verhalten gegen Beizmittel in zwei Gruppen teilen, von denen eine der Bekämpfung mit chemischen Mitteln zugänglich ist, die andere nicht.

Durch chemische Mittel bekämpfbar sind alle Saatkornkrankheiten, bei denen die Erreger, in diesem Falle

Sporen, oder ausgekeimtes Myzel durch direkte Einwirkung des Chemikals getroffen werden können. Nicht beeinflussbar sind dagegen die Krankheiten, bei denen das Myzel in den Keimling selbst eingedrungen und so gegen chemische Einflüsse geschützt ist. In diesem Falle, wie er z. B. beim Weizenflugbrand und Gerstenflugbrand vorliegt, kann die Abtötung des Parasiten nur durch physikalische Mittel erfolgen und zwar durch Erhitzen des Saatgutes auf eine Temperatur von 50–54°, bei welcher das Myzel zwar getötet, die Keimfähigkeit des Getreides aber noch nicht geschädigt wird. Die Infektion erfolgt bei diesen Flugbrandarten während der Blütezeit des Getreides. Der Erreger wandert, ähnlich wie der auskeimende Pollen, durch die Narbe in den Fruchtknoten, bildet dort ein Dauermyzel, ohne daß eine Schädigung des Samens oder des Vegetationsprozesses der Pflanze eintritt (Blüteninfektion). Im anderen Falle haftet er äußerlich am Saatkorn oder dringt als Myzel in die oberen Epidermisschichten ein, je nachdem er das Saatkorn in einem früheren oder späteren Entwicklungsstadium infiziert (Keimlingsinfektion).

Zur Gruppe I: Blüteninfektion, nicht bekämpfbar durch chemische Mittel, gehört der Weizenflugbrand und der Gerstenflugbrand; zur Gruppe II: der Keimlingsinfektion, bekämpfbar durch chemische Mittel, gehören der Weizensteinbrand, der Gerstenhartbrand, die Streifenkrankheit der Gerste, der Haferflugbrand und die Fusariumkrankheiten.

Die Krankheitserreger selbst sind Pilze aus der Gruppe der *Ustilaginaceen*, Brandpilze genannt wegen der schwarzbraunen Färbung ihrer Sporen. Sie gehören zu den parasitisch lebenden Pilzen, deren vegetatives System ein Myzel ist, das, sobald es eine gewisse Entwicklung erreicht hat, Conidien oder Sporen bildet. Der Entwicklungsgang dieser Pilze vollzieht sich in vier Abschnitten: Spore, Keimschlauch, Conidie und Myzel.

Die Spore dringt in das Saatkorn und von dort als Myzel in die Wirtspflanze ein, ohne sie zunächst erheblich zu schädigen. Das eigentliche Krankheitsbild entsteht erst gegen Ende der Vegetationsperiode der Pflanze, bei der das ganze Saatkorn zu einer braunen, brandigen Masse zerfällt, die als ungeheure Sporenmenge — ein Brandkorn enthält etwa 4 Millionen Sporen — zur Verstäubung gelangt. Ergriffen werden von der Infektion nur die stark vegetativen Teile, das keimende Saatkorn, die Blüte oder die in Entwicklung begriffene Frucht. Die Keimung der Sporen erfolgt in Wasser oder auf feuchten Substraten; sie ist abhängig von der Temperatur und wird stark beeinflusst durch Chemikalien.

Eine besondere Stelle nimmt die Fusariumerkrankung des Getreides ein. Hier greift der Pilz vornehmlich die basalen Stengelteile an und erzeugt den sogenannten Schneeschimmel, auf dessen Wirkung die Auswinterungen des Roggens und Weizens zurückzuführen sind. Das Myzel durchsetzt dann weiter die jungen Triebe und erzeugt Sporen, die das Saatkorn während der Entwicklung infizieren, indem sie an den äußeren Schichten der Epidermis auskeimen oder in diese eindringen. Infolgedessen prägt sich der Fusariumbefall durch Schrumpfung der Körner auch äußerlich aus.

Ähnliche Verhältnisse zeigen sich bei der Streifenkrankheit der Gerste und beim Haferflugbrand. Die Erreger befinden sich auch hier entweder als Spore oder als Dauermyzel in den äußeren Schichten des Saatgutes. Beide Krankheiten können mit Erfolg durch Beizen bekämpft werden.

Der Schaden, den die Brandpilze durch Ernteausfall und Wertminderung des Getreides hervorrufen, ist ein

¹⁾ Appel, Arb. der D. L. G., Heft 314 [1921].

²⁾ Vgl. Morstätt Pflanzenpathologie 1923, S. 144.

enormer. Da aber die Brandkrankheiten meist gemeinsam auftreten, so ist es naturgemäß schwer, einen zahlenmäßigen Anteil der einzelnen Krankheiten an der Herabsetzung der Ernteerträge festzustellen. Nur dann, wenn es sich um einen vollen Schaden durch eine bestimmte Krankheit, also um eine ausgesprochene Mißernte handelt, ist es möglich, den Ausfall genau zu erfassen. Dies war z. B. in dem bekannten Rostjahr 1891 möglich, über welches bereits eingangs berichtet wurde.

Es liegen daher für Deutschland meist nur Zahlenangaben der Länder vor, in denen gewisse Krankheiten in besonders auffälligem Grade zur Beobachtung gelangt sind. Eine eigentliche Statistik der durch Getreidekrankheiten bewirkten Schädigungen für das gesamte Deutsche Reich fehlt. Sie ist aber nötig, um dem Staate wie den landwirtschaftlichen Organisationen dauernd den Ernst der Schädigung vor Augen zu führen.

Die Provinz Sachsen berechnet den Ernteausschlag eines Normalsteinbrandjahres für Weizen auf 6,5 Millionen Mark. 1924 mußten allein in Preußen 12,76% der Roggenanbaufläche wegen Fusariumbefalls³⁾ umgepflügt werden. Der Verlust, den die deutsche Ernte jährlich durch Auswintern des Getreides erleidet, wird auf 20 Millionen Mark geschätzt⁴⁾. Anhaltspunkte für die Verbreitung der Getreidekrankheiten und ihre Schädigung ergeben sich durch die Saatenanerkennungen der D. L. G., welche durch die Biologische Reichsanstalt zusammenfassend veröffentlicht werden. 1923 mußten 5574 ha der angemeldeten Anbaufläche oder rund 5 % wegen Krankheiten aberkannt werden.

Saatenanerkennung.

1922	Flächen in Hektar	
	Zur Anerkennung angemeldet	Aberkannt wegen Krankheiten
Roggen	42 968,0	82,7
Weizen	45 382,3	4 110,8
Gerste	28 471,3	1 474,3
Hafer	39 108,9	2 777,0
	155 930,5	8 444,8 = 6 ⁹ / ₁₀ %
1923		
Roggen	27 270,39	81,50
Weizen	29 839,27	2 801,82
Gerste	19 097,68	1 478,71
Hafer	29 180,51	1 212,16
	105 387,85	5 580,19 = 5 ⁹ / ₁₀ %
1924		
Roggen	29 766,38	291,00
Weizen	27 809,70	2 585,28
Gerste	20 641,28	867,12
Hafer	38 224,89	1 243,90
	116 442,25	4 987,30 = 4 ⁹ / ₁₀ %

Da es sich bei diesen Aberkennungen um die Verwendung von hochgezüchtetem, meist gebeiztem Saatgut handelt, so muß man wohl besonders bei den kleinbäuerlichen Betrieben mit bedeutend stärkeren Ausfällen rechnen.

Nach einer Mitteilung der landwirtschaftlichen Wochenschrift für die Provinz Sachsen betragen die Ernteverluste für Steinbrand 20%, Weizenflugbrand 2%, Streifenkrankheit der Gerste 15%, Haferflugbrand bis 30%. Lang⁵⁾ gibt für Württemberg den Steinbrandbefall während der Kriegsjahre 1916/17 bis zu 30% an und glaubt einen Ernteausschlag von 10% für Steinbrand als nicht zu hoch annehmen zu müssen. Ähnliche Zahlen liegen aus dem Auslande vor. G ü s s o w teilt z. B. mit,

daß der durch Brandkrankheiten in Canada jährlich entstehende Verlust 6,3% des Ernteertrages im Werte von 17 Millionen Dollar beträgt. Man wird daher wohl mit einem Ausfall von mindestens 5 % der Ernteerträge durch Brand- und Fusarienerkrankungen in Deutschland rechnen müssen.

Nach der Statistik des Deutschen Reiches betrug die Ernte an Brotgetreide einschließlich Gerste und Hafer im Jahre 1923/24 16,2 Millionen Tonnen, was bei einer Schädigung von 5% einen Minderertrag von 0,8 Millionen Tonnen Getreide im Werte von 190 Millionen Mark (Durchschnittspreis 235 Mark pro Tonne) bedeuten würde. Die angewandte Aussaatmenge kann auf Grund der statistischen Angaben mit 1,7 Millionen Tonnen in Rechnung gesetzt werden. Die Beizkosten einschließlich Löhne kann man mit 18 Mark pro Tonne (8 Mark für Beizmittel und 10 Mark für Löhne), also für das gesamte Saatgetreide mit 30,6 Millionen Mark einsetzen. Auf diese Weise errechnet sich, daß bei der Beizung des gesamten Saatgutes im Jahre 1923/24, abgesehen von einer Ertragsteigerung, 190 minus 30,6 oder 159,4 Millionen Mehrertrag durch Beizung des Saatgutes hätte erzielt werden können.

Diese Zahl bezieht sich nur auf Brotgetreide und ist als Mindestzahl anzusehen. Bei hochgezüchtetem, anerkanntem Saatgut ist der durch sachgemäße Beizung zu erzielende Gewinn weit höher. Er kann nach den Mitteilungen der Biologischen Reichsanstalt bis 130 Mark (Basis 1925) pro Hektar betragen.

Vorteile der Getreidebeizung bei Erzielung anerkannten Saatgutes.

Aussaatmenge für 10 Morgen = 7,5 Ztr. Weizen
Kosten des Beizens M. 1,— pro Ztr. = M. 7,—
Ertrag von 10 Morgen:

a) gebeizt: 80 Ztr. anerkannten Weizen à M. 16,— = M. 1 280,—
b) ungebeizt: 79 Ztr. nichtanerk. „ à M. 12,— = „ 948,—

Gewinn = M. 332,—

ab Beizkosten = „ 7,—

Durch Beizen erzielter Reingewinn = M. 325,—

Gewinn pro Hektar bei Erzielung anerkannten hochgezüchteten Saatgutes für Weizen . . . = M. 130,—

Für die Saatzeit ist daher die Beizung von höchstem wirtschaftlichen Interesse, nicht nur für Getreide, sondern auch für Rübensamen. Wir haben Saatgutwirtschaften von Weltruf, wie z. B. Rabbethge u. Giesecke A.-G., Kleinwanzleben, die über geradezu enorme vorbildliche Betriebsanlagen zur Erzeugung von Rübensamen verfügt. Es ist wenig bekannt, daß Deutschland 1923 60 % (290 000 dz) des gesamten Weltbedarfes (482 500 dz) an Rübensamen lieferte, einschließlich 84 000 dz für eigene Wirtschaft. Es handelt sich hier um hochgezüchtetes Saatgut, in dessen Erzeugung Deutschland unerreicht dasteht.

Auf einer ebenso hohen Stufe stehen die Saatgutwirtschaften für unser Getreide. Genaue Produktionszahlen sind nicht bekannt. Man schätzt in Deutschland den Verbrauch hochgezüchteter Originalsaat auf 7,4 % der Anbaufläche, einschließlich 1. und 2. Absaat auf 19 %.

Die Beizung ist ebenso, wie die künstliche Düngung, ein ertragsteigernder Faktor⁶⁾ und sollte daher durch den Staat und die landwirtschaftlichen Organisationen weitgehend gefördert werden. Wenn auch die Vermeidung der Schäden zunächst dem Anbauer Vorteile bringt, so liegt doch die Erzielung eines möglichst hohen Ernteertrages im Interesse der allgemeinen Volkswirtschaft, der es bei Steigerung der Erträge möglich sein würde, weniger Brotgetreide (rund 1,5—2 Millionen Tonnen im Durchschnitt der letzten Jahre) aus dem Auslande hereinzunehmen

³⁾ Spickermann, Landw. Zeitg. für Westfalen, Heft 35 [1924].

⁴⁾ Appel, Arb. der D. L. G.

⁵⁾ Angew. Bot. 1919, 164.

⁶⁾ Vgl. Morstätt, Pflanzenpathologie, Berlin 1923, S. 129.

und dadurch Geld und Arbeit der inneren Wirtschaft zu erhalten. Aus diesen rein volkswirtschaftlichen Gründen hat der Staat die Pflicht, den Forschungs- und Aufklärungsdienst mit allen Mitteln zu fördern und gegebenenfalls im Rahmen eines Pflanzenschutzgesetzes, das auch die Länder generell verpflichtet, die erforderliche Organisation zu schaffen. Mit dem Erlaß eines solchen Pflanzenschutzgesetzes würde dann auch die reichsgesetzliche Einführung des Beizzwanges möglich sein, der jetzt auf Grund des § 1 der Verordnung des Bundesrates vom 30. August 1917 für einzelne Länder, z. B. für Württemberg und Braunschweig besteht, aber eine praktische Bedeutung nicht erlangt hat. Solange eine solche reichsgesetzliche Regelung nicht besteht, wird auch der Pflanzenschutzdienst nicht die Stoßkraft haben, die seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung entspricht. Erreicht kann dies werden, wenn die gesamte Arbeit zentralisiert und einem einheitlich geleiteten, gut organisierten Reichspflanzenschutzamt übertragen wird, das durch seine Organe den Pflanzenschutz überwacht. Ein solches mit entsprechenden Vollmachten ausgestattetes Reichsinstitut würde in der Lage sein, ganze Arbeit zu leisten und würde der Wirtschaft die Werte erhalten können, die ihr jetzt jährlich in Hunderten von Millionen Mark durch nicht erfolgte Abwehr tierischer und pflanzlicher Schädlinge verloren gehen. In welcher intensiver Weise das Ausland, z. B. Amerika, sich diesen Problemen zuwendet, ergibt sich aus dem bekannten Buche von C. Koettgen⁷⁾, „Das wirtschaftliche Amerika“. Koettgen schreibt: „Die Regierung der Vereinigten Staaten ist sich bewußt, daß die landwirtschaftliche Erzeugung die Grundlage des Wohlstandes ist. Sie unterhält 51 Versuchsfarmen, jede einzelne ein ansehnliches Gut. Ein dicker Drucksachenband enthält über 5000 Aufgaben, die im Jahre 1923 den Versuchsfarmen zur Untersuchung gestellt waren. Über 1000 Instrukturen bereisen das ausgedehnte Land, um die Ermittlungen und Erfahrungen in die Kreise der Landwirtschaft zu bringen durch Vorträge und Einzelberatungen. Die Ausgaben des Staates für diesen landwirtschaftlichen Forschungs- und Aufklärungsdienst haben im letzten Jahre 118 Millionen Dollar betragen; das sind 3,3 % des gesamten Staatshaushaltes.“

Auf die Methoden, welche zur Bekämpfung der Getreidekrankheiten dienen, habe ich schon eingangs hingewiesen. Man arbeitet in zwei Richtungen: entweder man sucht den Erreger zu vernichten, oder man sucht die Widerstandsfähigkeit der Pflanze zu stärken. Oft benutzt man beide Methoden.

Voraussetzung für den Erfolg ist die genaue Kenntnis der Lebensbedingungen des Erregers wie der Pflanze selbst — umfassende Kenntnisse der chemischen Mittel und Anwendungsformen —, Anforderungen, die nur selten durch eine Person, meist nur durch Arbeitsteilung, erfüllt werden können. Hier ist das Grenzgebiet, auf dem von der Pflanzenpathologie und der Chemie wertvolle gemeinsame Arbeit geleistet werden kann.

Ich habe bereits ausgeführt, welche Krankheiten durch chemische Mittel wirksam bekämpft werden können und kann nunmehr auf die Anwendung der Mittel eingehen.

Die Anwendung der Mittel erfolgt durch das sogenannte Beizen des Saatgutes. Es bezweckt, den Parasiten, unter größter Schonung des Saatgutes, zu vernichten oder ihn in seiner Wirkung zu hemmen. In vielen Fällen genügt schon eine solche „zeitliche Inaktivierung“ des Erregers, um die Pflanze aus der Gefahrenzone herauszubringen.

⁷⁾ V. D. I. Verlag, Berlin 1925.

Das Beizen des Saatgutes geschieht in verschiedener Weise:

1. durch Tauchen des Saatgutes in die Flüssigkeit (Tauchverfahren);
2. durch Benetzen des Saatgutes (Benetzungsverfahren);
3. durch Bestäuben des Saatgutes mittels staubfeiner Agentien (Trockenbeize).

Auch andere Methoden sind vorgeschlagen.

Die erste Methode ist die wirksamste. Die Flüssigkeit durchdringt das Saatgut, die leichteren Brandbutten können abgeschöpft werden. Der Nachteil besteht in der Aufnahme großer Mengen Feuchtigkeit (bei Korn bis zu 28 %, bei Rüben dagegen bis zu 50 %), welche durch Nachtrocknen entfernt werden müssen.

Das Benetzungsverfahren besteht in einem Durchschaufeln des Saatgutes mit einer konzentrierten Lösung. Es ist das ideale Verfahren für den bäuerlichen Kleinbetrieb, es hat sich aber nur bei wenigen, gut wirkenden Beizmitteln bewährt.

Eine Abart ist das Bekrustungsverfahren, bei dem die Saatkörner mit einer Schutzschicht des Chemikals, z. B. einer Kupferkalkmischung umgeben, also gewissermaßen kandiert werden.

Die Trockenbeize ist zuerst von Tubeuf empfohlen worden. Ihre Nutzanwendung ist jüngsten Datums. Zurzeit werden damit in Deutschland umfangreiche Versuche angestellt. Sie hat große praktische Bedeutung, eignet sich für wasserarme Gegenden und zur Bewältigung großer Getreidemassen. Für manche Saaten, z. B. Leinsaat, bietet sie fast die einzige Beizmöglichkeit. In Amerika wird sie seit einigen Jahren in größtem Maßstabe benutzt. Man stäubt dort mit Kupfercarbonat gegen Steinbrand und will damit nahezu brandfreie Bestände erzielt haben. 1923 wurden in Nordamerika 3 000 000 Meterzentner Saatgut mit Staubbeizmitteln behandelt. (Nach H. Kern).

Für alle Arten der Beizung gibt es maschinelle Hilfsmittel, welche die Bewältigung selbst großer Mengen Getreide gestatten.

Die Wahl der Mittel setzte ein mit dem Bekanntwerden und der Empfehlung der Kupfervitriolbeize im Jahre 1873 durch Kühn. Kühn schuf auch die moderne Prüfung der Beizmittel, indem er die Einwirkung von Chemikalien auf Brandsporen und Korn prüfte und gleichzeitig die Wege zeigte, Keimschädigungen zu vermeiden. Auch heute benutzen wir seine Methode wenn auch in verfeinerter Form, zur Wertbestimmung von Beizmitteln.

Kupfervitriol hemmt wie alle Kupfersalze nur die Lebensvorgänge der Steinbrandsporen, ohne die Sporen abzutöten.

Durch Behandeln mit verdünnter Säure, auch durch Auswaschen im Boden findet ein allmähliches Auslaugen von Kupfer aus der Sporenmembran und damit eine Entgiftung statt. Daraus erklärt sich auch die stark differenzierte Wirkung der Kupfersalze und die starke Abhängigkeit der Beize von Witterung und Bodenbeschaffenheit. Es findet dies seinen Ausdruck in dem bis in die neueste Zeit reichenden Bestreben, eine Verstärkung der Kupferwirkung, insbesondere durch Zusatz von Quecksilbersalzen herbeizuführen.

Die Kühnsche Methode, von ihm selbst und von anderen in verschiedenster Weise modifiziert, hat lange das Feld beherrscht. Es wurden andere Kupfersalze, wie das Carbonat, das Acetat, Kupferoxyd-Ammoniak in der Folge benutzt, ohne daß ein erheblicher Vorteil erzielt wurde. Alle diese Salze zeigen auf Keimling und Spore die oben geschilderte Kupferwirkung; eine restlose Ab-

tötung der Sporen wird ohne erhebliche Keimschädigung in keinem Falle erreicht. Kupfersalze wirken, besonders bei notreifen oder verletzten Samen (Maschinendrusch) leicht keimschädigend. Roggen ist sehr empfindlich, Weizen weniger. Am empfindlichsten sind Erbsen, bei denen schon 0,0001% Kupfervitriol die Keimung verhindert. Trotzdem werden wegen der Billigkeit und der bequemen Beschaffung immer noch erhebliche Mengen Getreide in Deutschland mit Kupfervitriol gebeizt. Bedeutende Mengen Kupfercarbonat verbraucht Amerika als Trockenbeize. Ungarn glaubt in dem feinverteilten Kupferoxydul eine besonders wirksame Verbindung zur Bekämpfung des Steinbrandes gefunden zu haben. Von dem deutschen Pflanzenschutzdienst wird Kupfervitriol als Saatgutbeize nicht mehr empfohlen. Gegen Fusarienkrankheiten sind Kupfersalze bei den in Frage kommenden Konzentrationen nahezu wirkungslos.

Im Anschluß an diese Kupferepoche sind dann fast die gesamten in Frage kommenden anorganischen Verbindungen: Halogene, Säuren, Basen, Salze der Leicht- und Schwermetalle auf ihre Wirkung gegen Steinbrand, der ein leicht zugängliches Testobjekt bildet, untersucht worden. Von allen diesen anorganischen Salzen haben sich aber nur die Verbindungen des Quecksilbers, und von diesen nur einige wenige, als wertvolle Beizmittel erwiesen.

Der Aufschwung, den die organische Chemie in dem letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts nahm, brachte es dann mit sich, daß auch ihre zahlreichen Produkte, besonders die desinfizierend wirkenden phenolartigen Verbindungen und Carbonsäuren auf ihre fungizide und keimschädigende Wirkung geprüft wurden. Aber auch hier hat nur eine einzige Verbindung, das Formalin, sich als Saatgutbeize einbürgern können. Formalin wird in 0,1% iger Lösung fast ausschließlich gegen Haferflugbrand benutzt, gegen den es besonders wirksam ist, weil der beim Verdunsten entstehende gasförmige Formaldehyd die zwischen Spelze und Korn befindlichen Sporen sicher trifft und leicht abtötet, während wässrige Lösungen nur schwer an diese Stelle gelangen. Leider ist die Keimschädigung bei den in Frage kommenden Konzentrationen, nach Gaßner bei 0,2% in einer Stunde, bereits eine ziemlich hohe, so daß die Anwendungsbreite dieses Mittels eine sehr beschränkte ist.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese Schädigung auszumerzen, so durch Änderung der Konzentration und der Beizdauer, durch Nachwaschen mit Wasser oder mit Ammoniak.

Andere Aldehyde, wie der jetzt leicht zugängliche Acetaldehyd, der Trichloracetaldehyd usw. haben sich als nicht genügend wirksam erwiesen.

Im Jahre 1906/07 setzte dann mit den fundamentalen Arbeiten Hiltners über die Fusariumbekämpfung eine neue Epoche ein, welche man als die Quecksilber-epoche bezeichnen kann. Auch hier war die bakterizide und die fungizide Wirkung der Quecksilbersalze seit langem bekannt. 1825 wird das Quecksilbersublimat gegen Hausschwamm bereits empfohlen⁸⁾ und gegen Mitte des Jahrhunderts allgemein zum Kyanisieren von Holz benutzt. 1895 findet sich zum ersten Male eine wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiete der Getreidekrankheiten, in der Herzberg⁹⁾ nachwies, daß Steinbrand und andere Sporen durch verdünnte Sublimatlösungen abgetötet werden. Hiltner¹⁰⁾ beobachtete 1906, daß eine Beizung des Saatkornes durch sublimathaltige

Lösungen die Auswinterung des Roggens und des Winterweizens verhindern kann. Er war von der Bedeutung seiner Beobachtung überzeugt und schrieb in seiner kernigen Art: „Dieses Entdeckungsrecht energisch zu wahren, habe ich um so mehr Veranlassung, als bald nach unserer Veröffentlichung Bestrebungen sich geltend machten, die ganze Sache, unter möglichster Verkleinerung unserer Errungenschaften, gewissermaßen neu zu entdecken. An kräftiger Abwehr dagegen habe ich es bisher nicht fehlen lassen und so es not tun sollte, wird es daran auch in Zukunft nicht fehlen“. Hiltner ging mit der ihm eigenen Tatkraft sofort an die Einführung des neuen Beizmittels mit dem Erfolge, daß statt 900 Zentner im Jahre 1911, 100 122 Zentner im Jahre 1915 gebeizt wurden. Er propagierte nicht nur die Mittel, die er für erprobt hielt, sondern sorgte auch dafür, daß sie im Lande selbst produziert wurden. Ihm gebührt das Verdienst, die Quecksilbersalze als wertvolle Mittel in die Beiztechnik eingeführt zu haben. Er hat damit nicht nur seinem Lande, sondern auch dem Reiche, dessen Hauptanbaufäche Roggen ist, unschätzbare Dienste geleistet. Hiltner hat rastlos auf dem von ihm erschlossenen Gebiete weiter geforscht und mit seinen Mitarbeitern fast die gesamten, ihm zugänglichen organischen und anorganischen Quecksilberverbindungen auf ihre fungizide Wirkung und auf ihre Brauchbarkeit geprüft. Merkwürdigerweise hat er keine der später zur Bedeutung gelangenden „komplexen Quecksilberverbindungen“ für die Untersuchung herangezogen. Diese Produkte, Kinder einer neuen Zeit, waren ihm zu modern, und er hat mir selbst gesagt, daß er diesen Dingen nicht mehr folgen wolle.

Inzwischen erfuhr die Chemie der Quecksilberverbindungen durch die Arbeiten von Dimroth, welche 1898 einsetzten, eine weitgehende Bereicherung. Dimroth zeigte an zahlreichen Beispielen, daß sich das Quecksilber im Gegensatz zu den meisten Schwermetallen mit außerordentlicher Leichtigkeit mit Kohlenstoffverbindungen, besonders mit denen der aromatischen Reihe, zu sogenannten komplexen Quecksilberverbindungen vereinigt, komplex genannt, weil sich in ihnen das Quecksilber durch die üblichen chemischen Reagentien nicht ohne weiteres nachweisen läßt. Die Einwirkung von Quecksilber auf die in Frage kommenden Substanzen verläuft meist ziemlich glatt unter Substitution bei niedriger Temperatur, so daß es ein leichtes war, Quecksilber in Nitroverbindungen, Sulfosäuren, Phenole, Aminoverbindungen einzuführen, und synthetische Stoffe im größten Umfange zu erzeugen.

Sehr bald tauchte dann auch bei einem für die Medizin so wichtigen Element wie dem Quecksilber die Frage nach der Wirksamkeit derartiger Verbindungen auf. Die ersten Mitteilungen darüber machten 1900 A. u. L. Lumière¹¹⁾, welche die Sulfosäuren der Quecksilberphenole und Naphthole wegen ihrer hervorragenden antiseptischen und geringen toxischen Eigenschaften empfahlen. 1910 nahmen die Farbenfabriken vormals Friedr. Bayer & Co., Leverkusen, ein Patent¹²⁾ auf die Darstellung von chloresubstituierten Quecksilberphenolen und betonten die stark bakterizide Wirkung dieser Verbindungen. In Verfolg dieser Beobachtungen ist das Chlorphenolquecksilber 1912 von Riehman¹³⁾ gegen Steinbrand, 1913 von Remy¹⁴⁾ gegen Steinbrand und Fusarium empfohlen worden.

¹¹⁾ C. r. 132, 145 [1900]; D. R. P. 132 660 v. 30./6. 1900.

¹²⁾ D. R. P. 234 851 v. 25./3. 1910.

¹³⁾ Mitteilg. d. Biolog. Reichsanstalt 1912, 8; ebenda 1913, 9.

¹⁴⁾ Landw. Ztschr. d. Rheinprovinz v. 9. 1. 1914. D. R. P. 312 281 v. 5. 4. 1914.

⁸⁾ Regierungsverordnung Bromberg 1825.

⁹⁾ Dissert. Halle 1895.

¹⁰⁾ Beizung des Saatkornes, Stuttgart 1925.

Es zeigte sich bald, daß die komplexen Quecksilberverbindungen, wozu auch das Quecksilbercyanid und seine organischen Derivate zählen, gegenüber dem Quecksilbersublimat Vorzüge aufweisen, nämlich eine nur geringe Keimschädigung bei stark fungizider Wirkung.

Diese Wirkung wird stark beeinflusst durch die Art der in diesen Quecksilberverbindungen enthaltenen Substituenten. Damit war das Interesse des Chemikers gegeben, es traten an Stelle des rein empirischen Ausprobierens die spekulative Arbeit und die Arbeitsmöglichkeiten, wie sie auf chemotherapeutischem Gebiet bereits vorgezeichnet waren. An Stelle der Maus traten Saatkorn und Spore, und ihr Verhalten bestimmte die Richtlinie für weitere Arbeiten.

Die große Ausdehnungsfähigkeit der Synthese quecksilberhaltiger Mittel brachte es dann mit sich, daß das ganze Gebiet eingehend durchforscht und in der Folgezeit eine Reihe vorzüglicher Beizmittel aus komplexen Quecksilberverbindungen hergestellt wurden.

In welcher Weise die Quecksilbersalze auf Keimling und Spore wirken, läßt sich bei der Verschiedenheit der Verbindungen wohl kaum sagen. Es werden die leicht dissoziierbaren anorganischen Quecksilbersalze, die eine große Verwandtschaft zu Eiweißkörpern, Hemicellulosen und Cellulosen haben, sich anders verhalten, als die komplexen organischen Verbindungen. Bekanntlich geben diese Verbindungen mit Eiweiß keine Fällungen, doch werden sie von Saatgut wie von Sporen¹⁵⁾ adsorbiert und zeigen dann, wie z. B. die Cyanide, eine erhebliche Tiefenwirkung, die oft für die Anwendung eines bestimmten Verfahrens, z. B. das Benetzungsverfahren, ausschlaggebend ist¹⁶⁾. Möglicherweise sind diese Adsorptionsverbindungen des Quecksilbers die direkten oder indirekten Vermittler der Quecksilberwirkung.

Im Gegensatz zu den Kupfersalzen töten die Quecksilberverbindungen innerhalb der in Frage kommenden Konzentrationen die Brandsporen und auch Fusarium resflos ab, doch gibt es in dieser Hinsicht selbst bei den anorganischen Quecksilbersalzen erhebliche Unterschiede. Während z. B. Quecksilbersublimat Fusarium in einer Konzentration von 0,1% restlos tötet, wird diese Wirkung durch 0,5% Merkurichlorat¹⁷⁾ noch nicht erreicht. Die Quecksilbermengen verhalten sich in diesem Falle wie 0,07 zu 0,27 g Hg; auch das Auswaschen des Quecksilbers durch verdünnte Säuren oder durch Atmosphärien erfolgt bei den Quecksilberverbindungen wegen ihrer großen Verwandtschaft und Anlagerungsfähigkeit an Kohlenstoffreste viel schwerer. Infolgedessen ist auch ihre Beizwirkung eine intensivere und nachhaltigere als wir sie bei Kupfersalzen beobachten können.

Wie bereits hervorgehoben, ist die fungizide Wirkung komplexer Quecksilberverbindungen durchaus nicht proportional dem Quecksilbergehalt¹⁸⁾, sondern wird stark durch chemische Konstitution und physikalische Zustände beeinflusst. Ein Beispiel dafür ist das auf Warmblüter stark wirkende Quecksilbermethylchlorid, das trotz der in Frage kommenden kleinen Quecksilbermengen auf Spore und Keimung unendlich viel stärker wirkt als Quecksilbersublimat. Es bestehen hier vielleicht ähnliche Gesetzmäßigkeiten, wie sie von Paul und Kroenig¹⁹⁾ bei ihren Desinfektionsversuchen für pathogene Keime

festgestellt wurden, oder wie sie später bei der Desinfektionswirkung komplexer Quecksilberverbindungen gegen Bakterien von Schoeller und Schrauth²⁰⁾ ermittelt worden sind.

Es ist bekannt, daß die Keimung von Samen durch Wasserstoffionen, Stickstoffverbindungen (Nitrate, Ammoniak), durch Narkotika, durch Arsenikalien beeinflusst werden kann. Nach Stoklasa besitzen kleine Mengen von Mangan und Aluminium, nach Popoff Magnesiumsalze diese Eigenschaften. Auch bei Quecksilber und bei Arsenverbindungen²¹⁾ hat man einen solchen günstigen Einfluß auf die Entwicklung von Zellen vielfach beobachtet. Ganz einwandfrei ist er aber für Saatgut nicht erwiesen, häufig fehlten bei den in Frage kommenden Versuchen die Wasserkontrollen, häufig waren die Saaten nicht einwandfrei.

1923 berichteten Remy & Vasters²²⁾ zusammenfassend: „Die günstige Beeinflussung des Auflaufs durch Chlorphenolquecksilber und Sublimat ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß sie zur Behandlung kranker, insbesondere fusarienkranker Saaten verwendet sind. Ein günstiger Einfluß der Beizung auf gesunde Samen ist weder nachgewiesen noch wahrscheinlich.“

Man hat vielfach versucht, die stimulierende Wirkung von Arsenverbindungen auszuwerten, indem man durch Zusatz dieser Stoffe Keimschädigungen auszuschalten suchte. Auf dieses Bestreben ist der Zusatz geringer Mengen oft komplizierter Arsenverbindungen zurückzuführen, die in manchen Beizmitteln enthalten sind.

Ob eine Stimulation, d. h. eine Förderung der Lebensvorgänge innerhalb einer bestimmten Zeit Mehrerträge bewirkt, die doch das Endprodukt der gesamten Vegetationstätigkeit der Pflanze darstellen, und ob diese Mehrerträge lediglich à conto dieses Reizes zu setzen sind, ist eine offene Frage. Das gilt ganz besonders von der Wirkung der Magnesiumsalze, auf deren Verwendung nach den Stimulationsergebnissen von Popoff²³⁾ besondere Erwartungen gesetzt wurden. Ein praktisches Ergebnis haben diese Stimulationen nicht gezeigt. Es gibt tatsächlich keinen Versuch, der in genügender Wiederholung, mit genügender, im Feldwesen jetzt üblicher Genauigkeit, eine Ertragssteigerung durch Stimulation mittels Magnesiumsalzen für deutsche Böden beweist.

Auch für Quecksilberverbindungen bedarf die Frage der Stimulation noch weiterer Klärung, denn es besteht die Tatsache, daß nach der Behandlung mit diesen Chemikalien Mehrerträge vorliegen. Offen bleibt nur die Frage, wodurch sie entstanden sind, und ob es im bejahenden Falle berechtigt ist, den „einen“ Faktor der Beizung als entscheidend für das Endresultat in Anspruch zu nehmen. Dies könnte unter der Voraussetzung geschehen, daß eine Dauerwirkung des Quecksilbers direkt oder indirekt bis zum Endprozeß der Tätigkeit der Pflanze vorliegt. Für Kupferverbindungen liegen Beobachtungen von Densch²⁴⁾ vor, welcher diesem Metall eine Wirkung auf die Steigerung des Chlorophyllgehaltes zuschreibt und nachgewiesen hat, daß Kupfer von gebeiztem Korn aufgenommen und im Stroh abgelagert wird.

Nach einer Mitteilung von Professor Dr. Heubner,

²⁰⁾ Z. f. Hygiene u. Desinfektionskrankh. 66, 497 [1910]; 67, 24 [1911].

²¹⁾ H. Schulz, Zentralbl. f. Bak. u. Parasitenkunde 1888, S. 172.

²²⁾ Landw. Jahrb. 1923, Bd. 58, 393.

²³⁾ Popoff: Zellstimulationen. Parey, Berlin 1924. — Gisevius, Pflanzenbau 1924, N. 7; 1925, Nr. 12/133, 210. — Plaut: Angew. Botanik 1925, 173, daselbst Literatur. — Behn: Angew. Botanik 1924, Bd. VI.

²⁴⁾ Landw. Jahrb. 1924, Bd. 60.

¹⁵⁾ Lang u. Krauß, Adsorption u. Reizwirkung. Vortrag Ges. angew. Bot. Kiel 1925.

¹⁶⁾ Gassner u. Esdorn, Arb. Biol. R. Anstalt 1923, 379.

¹⁷⁾ Merl, Pflanzenbau 1924, 157.

¹⁸⁾ Gassner, Arb. Biol. R. Anstalt Bd. IX, 1923.

¹⁹⁾ Z. phys. Ch. 21, 414–450 [1896]; Z. f. Hygiene u. Desinfektion 25, 1 [1897].

Göttingen²⁵⁾ geht tatsächlich das Quecksilber aus Saatgut, welches mit komplexen Quecksilberverbindungen in normaler Weise gebeizt ist, in sehr kleinen Mengen in die Pflanze über und verbleibt darin bis zur Beendigung des Vegetationsprozesses. Wenn sich diese Angaben bestätigen sollten und Quecksilber dauernd als solches wirkt oder indirekt den Organismus unter Bildung von Reizstoffen zu erhöhter Zelltätigkeit anregt, so würde man eine gewisse Erklärung für eine dauernde Stimulation, also auch für etwaige Mehrerträge haben, obwohl auch dieser Anschauung Bedenken gegenüberstehen. Nach Sorauer²⁶⁾ ist nämlich die Wirkung giftiger Lösungen auch innerhalb der Pflanze nur auf enge Grenzen beschränkt; sie wird im besten Falle einen vorübergehenden guten Einfluß ausüben, aber die physiologische Arbeitsrichtung der ganzen Pflanze nicht dauernd verändern können.

Bei der Untersuchung von Beizmitteln handelt es sich in großen Zügen darum, die Wirkung des Chemikals auf das Saatgut und auf den Erreger festzustellen. Es soll bei einer möglichst geringen Keimschädigung, eine möglichst intensive Wirkung auf den Erreger vorhanden sein. Man bestimmt zunächst die Keimfähigkeit ungebeizten und gebeizten Saatgutes und die Triebkraft nach den dafür üblichen Vorschriften²⁷⁾. Die Wirkung auf die Spore bestimmt man durch Einwirkung einer bestimmten Konzentration des Chemikals während einer bestimmten Zeit²⁸⁾. Man schüttelt mit der betreffenden Konzentration das Sporenmaterial eine Stunde, filtriert ab, wäscht gründlich nach und untersucht auf Sporenkeimung in Petrischalen in Calciumnitratlösung. Als Testobjekt benutzt man Sporen von *Tilletia*, die nach etwa vier Tagen, oder Sporen des Gerstenhartbrandes, die nach zwei Tagen vollständig ausgekeimt sind. Auf diese Weise erhält man ohne weiteres ein Bild über die Brauchbarkeit der Beizmittel.

Binz und Bausch²⁹⁾ haben zum erstenmal versucht, diesen theoretischen Beizwert zahlenmäßig zu erfassen, indem sie nach dem Vorgange von Ehrlich den Begriff des chemotherapeutischen Index c/t in die Pflanzenpathologie einführten, wobei c die Dosis curativa bedeutet, also die kleinste tötende Dosis für die Sporen, und t die erste gerade schädigende Dosis für den zu heilenden Organismus, in diesem Falle das Saatkorn. Je kleiner die Dosis curativa ist, und je größer die Dosis toxica sich erweist, also je kleiner der chemotherapeutische Index ist, desto brauchbarer ist das betreffende Mittel zur Bekämpfung von Krankheiten. Die Untersuchungen von Binz erstreckten sich auf das Verhalten der organischen Arsenverbindungen, während unabhängig von diesen Arbeiten und fast gleichzeitig G a ß n e r³⁰⁾ die gleichen Wege für die Auswertung von Quecksilberverbindungen einschlug und sie besonders für eine exakte Laboratoriumstechnik ausgestaltete.

Der für ein Beizmittel erhaltene chemotherapeutische Index ist nach G a ß n e r ein theoretischer Wert, welcher über die Brauchbarkeit des Mittels nichts Entscheidendes sagt. Er stellt aber einen Vergleichswert dar, der es gestattet, Serien von Verbindungen schnell zu untersuchen. Ist der erhaltene Wert c/t einigermaßen günstig, so werden die Substanzen in Feldversuchen weiter geprüft und festgestellt, ob der praktische Beizwert dem theoretischen entspricht. Hier-

²⁵⁾ Pharmakol. Tagung Rostock 1925 und Privatmitteilung.

²⁶⁾ Sorauer, Handbuch Bd. I, 38 [1921].

²⁷⁾ Die Landw. Versuchsstationen 89, 364.

²⁸⁾ Riehm, Mittl. der Biol. Reichsanstalt 18, S. 19 [1920].

²⁹⁾ Z. ang. Ch. 35, 241.

³⁰⁾ Arb. Biol. R. A. 1923, 340—385.

bei zeigen sich oft starke Abweichungen und nur ein mehrjähriger Feldversuch mit stark infiziertem Material kann über die Brauchbarkeit des Mittels entscheiden. Man rechnet im allgemeinen mit einer Erprobung von drei Jahren, da die Feldversuche von vielerlei Umständen: Witterung, Beschaffenheit des Saatkorns, Grad der Infektion, optimale Bedingungen für das Auftreten von Krankheiten, Beschaffenheit des Bodens abhängig sind. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Laboratoriumsversuche günstiger ausfallen als die Feldversuche, so daß man von vornherein bestimmte Zuschläge bei einer Bewertung machen muß.

Zusammenfassend kann ich also sagen, daß von den Getreidebeizen zurzeit die komplexen Quecksilberverbindungen das Feld beherrschen und das Bestreben besteht, sie in ihrer Wirkung und Anwendungsbreite zu steigern; daß die Arbeiten auf diesem Gebiete soweit gediehen sind, daß es möglich ist, nach bestimmten chemischen und biologischen Grundsätzen diese Mittel herzustellen und sie wissenschaftlich zu erproben.

Meine Aufgabe kann es nicht sein, Wege zu zeigen. Die deutsche chemische Industrie hat durch den uns aufgezwungenen Versailler Friedensvertrag im In- und Auslande so zu leiden, daß sie vermeiden muß, ihre Konkurrenzfähigkeit zu schwächen. Sie muß das um so mehr, als sie oft nicht einmal in der Lage ist, ihre Fortschritte auf wissenschaftlichem und technischem Gebiete zu schützen. Aus diesem Grunde möchte ich zwar die hohe Stufe unserer Entwicklung betonen, aber davon abschen, mehr über die chemische Seite der Dinge zu sagen, wie ich es eingangs getan habe.

Ich kann meine Ausführungen auch nicht auf die zahlreichen Gemische von in ihrer Wirkung an sich bekannten Substanzen ausdehnen, die im Handel sind und dort ein bisweilen ertragreiches Leben führen. Es bedeutet einen unverantwortlichen Leerlauf für Wissenschaft und Praxis, wenn z. B. Gemische von Formalin und Carbonsäure als besonders wirkungsvoll bezeichnet werden, und Beweise für diese Wirkungen beigebracht werden sollen. Mittel dieser Art sollten von ernsthaften Stellen zur Einführung nicht empfohlen werden oder nur, wenn ihre Zusammensetzung, nach der Art und Menge der Bestandteile gemeinverständlich auf den Packungen angegeben ist. Auf diese Weise könnte man dem Geheimmittelwesen³¹⁾ wenigstens Abbruch tun. Wirksamer würde es sein, wenn die Anpreisung solcher Pflanzenschutzmittel ebenso untersagt werden könnte, wie dies bei den Geheimmitteln für Menschen der Fall ist. Dazu fehlt aber bisher die rechtliche Grundlage, denn es sind bereits Verordnungen, die sich auf die Ankündigung von Heilmitteln für tierische und pflanzliche Krankheiten beziehen, für rechtsungültig erklärt worden. Es wäre Zeit, daß hier Wandel geschaffen würde, denn es läßt sich seit der Umwälzung der wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland leicht nachweisen, daß Tier und Pflanze für die Volksernährung und somit für die Wirtschaft eine ganz andere Bedeutung erlangt haben, als dies vor dem Kriege der Fall war. Man sollte daher unbedenklich aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus die Verordnungen über den Verkehr mit Geheimmitteln auf Tier und Pflanze ausdehnen und das Geheimmittelwesen einheitlich unter Einschluß von Tier und Pflanze regeln.

Meine Ausführungen möchte ich nicht schließen, ohne auf die großen Verdienste hinzuweisen, welche der Deutsche Pflanzenschutzdienst, dessen Spitze die Biolo-

³¹⁾ Urban, Gesetzl. Bestg. über Arzneimittelverkehr Berlin 1925.

gische Reichsanstalt ist, an der Durchforschung des Gebietes hat. Durch die Biologische Reichsanstalt und die mit ihr verbundenen Hauptstellen für Pflanzenschutz werden die Mittel in den sogenannten Reichsbeizversuchen geprüft und der Praxis zugänglich gemacht. Auch die Saatgutwirtschaften, für deren Erfolge die Beiztechnik von besonderer Bedeutung ist, haben vollen Anteil an der Erprobung und der praktischen Auswertung der chemischen Mittel.

[A. 194.]

Über chinesisches Holzöl.

I. Mitteilung.

Aus der Organischen Abteilung des Forschungslaboratoriums des Siemenskonzerns.

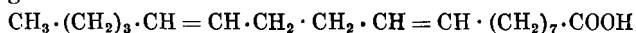
Von Dr. W. NAGEL und Dr. J. GRÜSS.

(Eingeg. 10./9. 1925.)

Die Tatsache, daß das chinesische Holzöl beim Erhitzen auf Temperaturen über 150° fest wird, hat schon seit langem das Interesse der Chemiker erregt. Der Stoff, der auf Grund seines Trocknungsvermögens, seiner Lösungsfähigkeit und anderer wertvoller Eigenschaften schon seit seinem Bekanntwerden eine wichtige Rolle in der Lackindustrie gespielt hat, ist neuerdings noch mehr in den Vordergrund getreten, da er bei den ständig wachsenden Anforderungen an die Güte der Lacke sich wie kein anderer bewährt hat. An Untersuchungen des Holzöls hat es nicht gefehlt, mit wenigen Ausnahmen beschäftigen sie sich mit seiner Fähigkeit zu gelatinieren. Nicht als ob dieses die wichtigste Eigenschaft wäre. Gerade für die Lacktechnik ist sie weniger bedeutend und es genügt, sie als Tatsache hinzunehmen und zu berücksichtigen. Aber es ist die hervorstechendste und instinktiv hofft man, daß mit dieser Gelatinierfähigkeit der ganze Komplex anderer Eigenschaften zusammenhängt. Eine Annahme, die wenigstens teilweise sicherlich berechtigt ist.

Es ist unmöglich, alle Arbeiten über das chinesische Holzöl an dieser Stelle zu berücksichtigen. Nur die wichtigsten, die zur Bildung der gegensätzlichen Ansichten führen, seien erwähnt.

Das chinesische Holzöl besteht aus α -Trieläostearin und Triolein. Der Gehalt an letzterem ist schwankend und kann für gewöhnlich vernachlässigt werden. Die α -Trieläostearinsäure ist eine zweifach ungesättigte Säure von folgender Konstitution:



Sie schmilzt bei 47–48° im Gegensatz zu der ihr wahrscheinlich geometrisch isomeren β -Eläostearinsäure, welche bei 71–72° schmilzt. Man kann die β -Eläostearinsäure aus der α -Eläostearinsäure durch Destillation der α -Ester und nachfolgende Verseifung erhalten. Bei diesem Vorgang findet also eine Umlagerung statt. Ebenso bei der Einwirkung von 3% iger methylalkoholischer Salzsäure auf α -Eläostearinsäure; denn es wird β -Methylester erhalten. Überhaupt tritt diese Umlagerung ganz allgemein bei der Einwirkung starker anorganischer Säuren ein. Bei der Einwirkung von Phosphortrichlorid auf α -Eläostearinsäure entsteht das β -Eläostearinsäurechlorid. Weiter findet diese Umlagerung von α - in β -Säure unter der Einwirkung des Lichtes oder geringer Mengen Schwefel oder Jod statt. Als doppelt ungesättigte Säure kann sich die α -Eläostearinsäure leicht oxydieren. Sie läßt sich ozonisieren. Aus den Ozonidsplaltprodukten konnte Majima¹⁾ die Lage der doppelten Bindungen ermitteln. Weiterhin

ist sie infolge ihrer ungesättigten Bindungen in der Lage, sich zu polymerisieren.

Von den älteren Theorien über den Gelatinierungsprozeß sei die Theorie der euthymorphen und der mesomorphen Polymerisation von Kronstein²⁾ erwähnt. Nach Kronstein entsteht bei der euthymorphen Polymerisation ein in noch vorhandenem Monomeren, d. h. nicht polymerisierter Substanz, unlöslicher Körper, der sich sofort ausscheidet. Bei der mesomorphen Polymerisation dagegen bildet sich ein zunächst noch lösliches Polymerisationsprodukt, das, wenn es eine bestimmte Menge erreicht hat, sich plötzlich mit dem noch unveränderten Rest zu einer festen Masse verbindet. Bei dem Holzöl haben wir es nach Kronstein mit einer mesomorphen Polymerisation zu tun. Diese Theorie ist, wie verschiedene Forscher H. Wolff³⁾, Fahrion⁴⁾ nachgewiesen haben, unhaltbar.

Wohl zu beachten ist ferner die Ansicht von J. Marcuss⁵⁾. Er gelangt auf Grund von Versuchen auch zu der Annahme eines Polymerisationsproduktes, und zwar stellt er sich dieses als dimeres Eläostearinsäuretriglycerid vor, das dann bei höherer Temperatur gerinnt. Er schließt aus seinen Versuchen, daß sich im geronnenen Holzöl neben Oxydationsprodukten und Anhydriden drei Bestandteile vorfinden: unverändertes Öl, öliges und festes Polymerisationsprodukt in wechselnden Mengenverhältnissen, je nach den Erhitzungsbedingungen. Das ölige und feste Polymerisationsprodukt ist chemisch nicht verschieden, es verhält sich wie ein Sol zum Gel. Er unterscheidet allgemein bei der Polymerisation fester Öle zwischen intramolekularer und gewöhnlicher Polymerisation, wobei er unter intramolekularer Polymerisation eine solche innerhalb eines Glyceridmoleküls versteht. Welche Struktur das Polymerisationsprodukt des Holzöls besitzt, läßt er eine offene Frage.

In seinem soeben erschienenen Buche bespricht A. Grün⁶⁾ ebenfalls in einem kurzen Abschnitt die Polymerisation des Holzöls. Gleich zu Anfang stellt er zwei Prozesse fest, die zu festem Holzöl führen. Es handelt sich nach ihm dabei um die von Maquenne beobachtete Eigenschaft des Holzöls, sich beim Belichten oder beim Zusatz einer geringen Menge Schwefel von dem im Holzöl vorhandenen Glycerid der α -Eläostearinsäure zu demjenigen der β -Eläostearinsäure umzulagern, welches sich dann kristallinisch abscheidet. Die andere Art des Festwerdens ist die durch Erhitzen erzielte. Im ersten Falle handelt es sich um eine reine Umlagerung von untergeordneter Bedeutung, während der zweite Fall die Hauptrolle spielt. Uns scheint, daß es nicht angängig ist, die beiden Prozesse gesondert zu betrachten. In jedem Falle, in dem Dickwerden beobachtet wird, muß eine Umlagerung des α -Glycerids in die β -Form angenommen werden. Weiter bezeichnet Grün das Gelatinierungs- oder Verdickungsprodukt ohne weiteres als Polymerisationsprodukt, eine Bezeichnungsweise, die nicht richtig sein kann, da das Polymerisationsprodukt nicht fest zu sein braucht, wie Marcuss⁵⁾ gezeigt hat, der aus festgewordenem Holzöl flüssiges Polymerisat isolierte.

Eine neue Theorie zur Erklärung des Verdickungsprozesses hat H. Wolff⁷⁾ aufgestellt. Er beobachtete die Viscosität des Holzöls in ihrer Abhängigkeit von der Brom-

²⁾ B. 49, 724.

³⁾ H. Wolff, Z. ang. Ch. 37, 729–32 [1924].

⁴⁾ Fahrion, Farbenztg., 17. Jahrg. Nr. 47–50 [1912]

⁵⁾ J. Marcuss, Z. ang. Ch. 33, 231–32 [1920].

⁶⁾ A. Grün, Analyse der Fette und Wachse, J. Springer, 1925.

⁷⁾ H. Wolff, loc. cit.

¹⁾ B. 43, 676.