

(Aus der Bayrischen Landes-Saatzucht-Anstalt Weißenstephan.)

Ein neuer Phytophthorabiotyp auch in Bayern?Von **G. Kattermann** und **H. Wenk**.

Vor einiger Zeit erschien eine aufsehenerregende Mitteilung von SCHICK (7) über das unerwartete Auftreten einer neuen Form des Krautfäulepilzes der Kartoffel, *Phytophthora infestans*, welche imstande ist, auch die sog. W.-Rassen vernichtend zu befallen. Bekanntlich stützte sich die Züchtung resistenter Kulturkartoffelsorten auf die Widerstandsfähigkeit dieser Rassen, die manchen Wildformen der Kartoffel nahestehen, deren Abstammung im einzelnen jedoch nicht klar nachgewiesen werden kann (2). Durch die Feststellungen von SCHICK hat die Kartoffelzüchtung zweifellos einen schweren Schlag erlitten, zumal da man glaubte, das Ziel bereits erreicht zu haben. Ich erinnere nur an die Ausführungen von APPEL (1).

Tatsache ist, daß man mit der Möglichkeit eines Auftretens bezüglich ihrer Virulenz stark differenter Biotypen des Parasiten nicht mehr gerechnet hat. Welche Gründe zu dieser Meinung führten, geht aus der Verteidigungsschrift von MÜLLER (6) hervor, der die wissenschaftliche Bearbeitung des ganzen Problems in Deutschland in erster Linie gefördert hat (2—5). Aber nicht nur diese Angaben, sondern auch die Erfahrungen bei der Durchführung der Züchtungsarbeiten für praktische Zwecke, die an unserer Anstalt in die Wege geleitet wurden, gaben zunächst dieser Auffassung recht.

Um zu verhüten, daß die neue Sachlage unterschätzt wird, die mit dem Nachweis des neuen Biotyps der *Phytophthora* in Streckenthin geschaffen worden ist, sehen wir uns veranlaßt, eigene Beobachtungen und Feststellungen zur allgemeinen Kenntnis zu bringen, die zeigen, daß der neue Biotyp schon nicht mehr auf Streckenthin allein beschränkt ist, sondern auch an zwei Stellen in Bayern Fuß gefaßt zu haben scheint.

Die Bayrische Landessaatzuchtanstalt beschäftigt sich mit der Resistenzzüchtung der Kartoffel gegen *Phytophthora* seit dem Jahre 1927. Zum Anbau und zur weiteren züchterischen Verwendung wurden uns damals von der Biologischen Reichsanstalt in Berlin je 5 Knollen der Stämme Ef 21 XII,2 × Polanin a und Ef 21 XII,2 × Polanin b überlassen (siehe auch 2), die mit den Bezeichnungen P 1 und P 6 in unser Kartoffelsortiment eingereiht wurden. Bereits im gleichen Jahre konnte eine Kreuzung der phytophthoraresistenten Rasse P 1 mit einer Hybride zweier anfälliger Kultursorten (Blochinger × Hindenburg) vorgenommen wer-

den. Das Verhalten der 1928 gewonnenen Sämlinge gegenüber Krautfäule wurde im feldmäßigen Anbau festgestellt. Krank gewordene Stauden wurden im Laufe der Vegetationsperiode entfernt und nur aus den übriggebliebenen Sämlingen (insgesamt 30) wurden zwecks weiterer Bewertung in den folgenden Jahren Klone gezogen.

Im nächsten Jahre (1928) folgten umfangreichere Kreuzungen, bei welchen die widerstandsfähigen Rassen den Pollen, die Frühkartoffelsorten Erstling und Juli die Narben stellten. Die Sämlinge aus diesen Kreuzungen bekamen die Bezeichnungen E P und J P. Auch im Anbaujahr dieser Kreuzungsnachkommen (1929) wurde die Selektion wieder der natürlichen Infektion mit *Phytophthora* im Felde überlassen.

Mit künstlicher Infektion von Sämlingen wurde dann im Frühjahr 1930 in größerem Maßstab begonnen. Wir richteten zu diesem Zweck eine kleine Abteilung unseres Gewächshauses als Raum ein, wo die aus den Kreuzungen gewonnenen Sämlinge in großen Pflanzkästen aufgezogen wurden und mit Zoosporenaufschwemmungen infiziert wurden. Im Prinzip lehnte sich unsere Arbeitsweise an die von K. O. MÜLLER (4) entwickelten Vorschläge an. Für genügende Luftfeuchtigkeit wurde gesorgt. Nicht immer waren unsere Bemühungen, eine gleichmäßige Infektion mit *Phytophthora* hervorzurufen und auf diese Weise die anfälligen von den resistenten Pflänzchen zu scheiden, erfolgreich. An sonnigen Tagen z. B. wurde die optimale Temperatur für Pilzbefall in dem mit der Breitseite nach Süden gelegenen Gewächshaus trotz Berieselung, Schattierung und Belüftung wesentlich überschritten und offenbar auch die Luftfeuchtigkeit zu stark erniedrigt. Daher kam es, daß sich die Infektion in manchen Kästen nicht genügend ausbreitete. Nach einer gewissen Zeit mußten die Sämlinge auch in die Frühbeete übergepflanzt werden. Um nicht etwa resistente Sämlinge zu verlieren, wurden im Gewächshaus nur deutlich kranke Pflanzen entfernt, fragliche dagegen kamen noch mit in das Frühbeet hinein. Hier fand dann eine ergiebige, ganz selbsttätige Nachselektion statt, die offenbar durch die für den Pilz günstigen klimatischen Verhältnisse gefördert wurde. Auch im Freiland erkrankten von den ausgepflanzten Stauden noch einzelne. *Trotzdem aber blieb stets*

ein größerer Prozentsatz von Sämlingen übrig, die keinerlei Befall in der Hauptvegetationszeit aufwiesen und mit denen züchterisch weiter gearbeitet werden konnte.

In den folgenden Jahren suchten wir die Infektionserfolge dadurch zu verbessern, daß wir die Pflanzkästen durch Überdecken mit passenden und mit großem Glasfenster versehenen Deckeln zu feuchten Kammern umgestalteten. Diese Methode hat sich ausgezeichnet bewährt. Besonders wenn es darauf ankommt, großes Sämlingsmaterial zu infizieren, ist sie zu empfehlen. So wurden im Frühjahr 1931 mehr als 5000 Sämlinge behandelt (siehe die Tab. 1). 1932 waren es über 20000. Es würde hier zu weit führen, alle die erzeugten Kombinationen

Tabelle 1.
Sämlinge 1931 aus den Kreuzungen mit P-Rassen.

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Kreuzung ²	Vor der Impfung Sa.	Ins Frühbeet	Verlust im Glashaus %	Ins Freiland	Verlust im Frühbeet %	Gesamtverlust %
1	E P 12 Z	141	65	54	59	4	58
2	E P 15 C	243	111	54	85	11	65
3	E P 14 Z	106	59	44	46	13	57
4	E P 15 Z	86	40	53	36	5	58
5	E P 14 H	21	22	0	15	33	33
6	E P 12 C	85	62	27	46	19	46
7	E P 17 Z	88	60	32	45	17	49
8	E P 17 C	909	402	56	330	8	64
9	J P 14 M	98	—	—	46	53	53
10	J P 13 I	37	25	32	21	11	43
11	J P 24 M	79	77	3	42	44	47
12	J P 22 Z	69	39	43	32	11	54
13	J P 14 Z	69	50	28	43	10	38
14	J P 17 C	158	120	24	81	25	49
15	J P 13 Z	383	265	31	204	16	47
16	E P 16 Z	47	21	55	16	11	66
17	E P 15 H	89	44	51	38	6	57
18	J P 22 M	214	175	18	126	23	41
19	J P 24 C	61	42	31	33	15	46
20	J P 14 C	44	34	23	30	9	32
21	J P 13 C	169	139	18	106	19	37
22	J P 22 C	310	239	23	184	18	41
23	E P 15 M Z	633	353	44	259	15	59
24	J P 19 C Z	275	195	29	147	18	47
25	E P 15 M C	420	369	12	276	22	34
26	P 19 H	80	—	—	41	49 ¹	49
27	P 3 C	172	89	48	80	6	54
28	P 22 H	118	97	18	92	4	22
29	J P 20 C Z	243	115	53	115	0	53
30	W J P 14	84	58	31	44	24	48
31	E P 14	19	10	47	9	10	53
32	J P 19 C J	148	114	23	100	9	32
33	J P 20 C J	51	—	—	28	45 ¹	45
39	W J P 3	5	—	—	2	60 ¹	60
		5754					

¹ Verlust nur im Freiland.

² P ist in allen Fällen die Abkürzung für phythopthoraresistente Klone aus den Stämmen P1 und P6. Die übrigen Buchstaben sind Symbole für die verschiedenen verwendeten Kulturformen.

zu erwähnen. Wir bringen lediglich die Tab. 1, um zu zeigen, was durch die künstliche Infektion erreicht worden ist und um zu beweisen, daß in den meisten Fällen trotz strengster Selektion ein erheblicher Prozentsatz resistenter Pflanzen übriggeblieben ist. Ganz allgemein wäre noch hinzuzufügen, daß zur Gewinnung wirtschaftlich verwertbarer Stämme immer wieder Kultursorten eingekreuzt worden sind, um die vielen unbequemen Eigenschaften des resistenten Ausgangsmaterials allmählich zu beseitigen.

Seit 1927 haben wir jedes Jahr auch die resistenten Ausgangsformen unserer Kreuzungen auf ihr Verhalten gegenüber Phythopthora mitgeprüft, sei es mittels künstlicher Infektion, sei es bei uns im Freiland, wo der Pilz alljährlich in erheblichem Maße auftritt. Es steht fest, daß bis zur Vegetationsperiode 1931 und auch noch im Anfang der Vegetationsperiode 1932 (in einigen Fällen sogar bis zur Ernte) hochgradige Resistenz der P-Rassen bestanden hat. Das gleiche gilt für eine große Reihe von Sämlingen und Klonen, die aus den oben erwähnten oder nur angedeuteten Kreuzungen hervorgegangen waren. Wohl wurden im Herbst vor der Ernte gelegentlich Infektionsstellen von Phythopthora wahrgenommen, doch breitete sich der Pilz nie aus und kam auch nie zu nennenswerter Sporangienbildung. Auch MÜLLER (z. B. 5 S. 480) hat auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht und deshalb nicht von Immunität, sondern nur von hochgradiger Resistenz gesprochen.

Die ersten Schwierigkeiten traten 1932 etwa vom August ab in unserem Versuchsfeld auf. Mehrere Parzellen, welche die Nachkommen unserer Kreuzungen trugen, waren von Pflanzen der P-Rassen umrandet. Für möglichste Verbreitung der Phythopthora auf diesen Schlägen wurde dadurch gesorgt, daß stark anfällige Sorten in eingeschalteten Reihen die als widerstandsfähig angesprochenen Stämme und die ins Feld verpflanzten nach künstlicher Infektion übriggebliebenen Sämlinge durchsetzten. Die natürliche Durchseuchung der Bestände funktionierte bis zum August in der von früheren Jahren her gewohnten Weise. Das heißt, die stark anfällige Kultursorte wurde vom Pilz stark bedrängt, die resistenten Stämme und die meisten Sämlinge dagegen blieben vollkommen gesund. An gewissen Stellen innerhalb des insgesamt 25 ha großen Versuchsfeldes unserer Anstalt, die von den im folgenden erwähnten Infektionsherden weiter abgelegen waren, erhielt sich dieser Zustand sogar bis zur Erntezeit 1932.

Ende August entstanden dann an mehreren

Punkten des Versuchsfeldes ganze Nester, in welchen *ohne Unterschied die P-Rassen wie auch ihre resistenten Kreuzungsprodukte in ähnlich starkem Grade befallen wurden, wie man es bei schweren Epidemien von Kultursorten her gewohnt ist*. An einer anderen Stelle des Versuchsfeldes mußten wir mit ansehen, wie sich der Parasit in den im Frühjahr 1932 geprüften und als resistent befundenen Sämlingsbeständen verheerend ausbreitete. Auf den Blättern der W-Rassen fand sich der mit bloßem Auge schon erkennbare blaugraue Pilzrasen, der sich zonal ausbreitete. Es bestand für uns bald kein Zweifel mehr, daß sich eine bisher im Versuchsfeld noch nicht dagewesene oder möglicherweise nicht zur Geltung gekommene Form von *Phytophthora infestans* angesiedelt hatte, deren schlimme Bedeutung für unsere bisherige Züchtungsarbeit uns bei den Impfversuchen im Frühjahr dieses Jahres (1933) endgültig klar geworden ist. *Wir haben unter 300 geprüften Klonen bei Verwendung von Augenstecklingen keinen einzigen mehr finden können, der gegen die neue Pilzrasse, die wir von Knollen der P 6 Kartoffelrasse gewonnen haben, resistent gewesen wäre*. Auch die Proben der widerstandsfähigen Ausgangsrassen unserer Kreuzungen, P 1 und P 6 und die im Herbst 1932 noch gesund gewesenen Klone wurden genau so stark krank wie früher nur die anfälligen Kultursorten. Bei jedem Klon kamen 10 Stecklinge aus 5 Knollen zur Prüfung.

Über die Herkunft des neuen Phytophthorabiotyps möchten wir die durch unsere Beobachtungen gestützte Vermutung äußern, daß er wahrscheinlich eingeschleppt worden ist. Eine lokale Neubildung halten wir nicht für sehr wahrscheinlich. Zur Begründung unserer Ansicht sei angeführt:

1. Zu den Anbauversuchen für die Deutsche Kartoffelkulturstation usw. sammeln sich jedes Jahr Kartoffelherkünfte aus vielen Gegenden Deutschlands auf unseren Versuchsfeldern. Daunter befinden sich auch Züchtungen v. KAMEKEs aus Streckenthin. Wir konnten nun nachträglich noch ermitteln, daß die Ausgangspunkte des neuen Biotyps sich hauptsächlich dort in den Parzellen befanden, wo in der Nähe Streckenthiner Nachbau stand. Es könnte also sein, daß der Weihenstephaner Biotyp von Streckenthiner Pflanzgut stammt und mit dem von SCHICK beschriebenen identisch ist.

2. Die von uns für weitere Beobachtungen in größeren Einzelparzellen und zur Vermehrung vorgesehenen resistenten Stämme aus den Jahren vorher wurden stets auf ihr pflanzenbauliches Verhalten und ihre Leistungen in mehreren Außenstellen der Bayrischen Landes-

saatzuchtanstalt geprüft. Diese Stationen befinden sich in den Staatsgütern Straßmoos bei Neuburg an der Donau und Osterseeon, südöstlich von München, sowie in den Versuchsstellen bei Herrn v. MOREAU in Schönach (Donautal) und in Wöllershof in der Oberpfalz. Es ist nun überaus interessant, daß die gleichen Beobachtungen wie in Weihenstephan seit August 1932, nämlich der plötzliche Befall der bisher widerstandsfähigen Stämme, nur bei Herrn v. MOREAU gemacht worden sind, dagegen nicht an den übrigen Stellen. Bei letzteren war die Gesundheit der Bestände ebenso befriedigend wie in den Vorjahren, obwohl z. B. Osterseeon und Straßmoos ausgesprochene „Phytophthoralagen“ sind. Hier hatte also noch der alte Biotyp gewirkt. Daß neben Weihenstephan ausgerechnet noch Schönach als Lokalität des neuen Biotyps in Erscheinung tritt, muß mit der Tatsache zusammenhängen, daß sich hier auch eine Vermehrungsstelle v. KAMEKEscher Züchtungen befindet. Dies kann somit nur die ausgesprochene Vermutung bestärken, daß der neue Biotyp der Streckenthiner ist.

Es mag sein, daß das vorige Jahr mit seinen wenigstens bei uns abnormen klimatischen Verhältnissen die rasche Verbreitung des neuen Biotyps der *Phytophthora infestans* begünstigt hat. Diese Sache wäre aber nur von sekundärer Bedeutung für die Pflanzenzüchtung. Denn mit abnormen Jahren muß gerechnet werden. Gerade dann soll sich ja die Überlegenheit gegen Krankheiten resistenter Sorten zeigen.

Die genetische Herkunft der oder des neuen Biotypen ist zunächst ziemlich fraglich. Es könnte sowohl Mutation als auch Neukombination stattgefunden haben, letztere besonders deswegen, weil *Phytophthora infestans* neben vegetativer Vermehrung auch die Möglichkeit sexueller Fortpflanzung besitzt. Weiter ist nicht zu vergessen, daß der Anbau resistenter Kartoffelstämme — sei es zunächst auch nur auf beschränktem Raum — vorzüglich geeignet ist, virulente bzw. an die neuen Wirtspflanzen angepaßte Rassen des parasitischen Pilzes zu selektieren.

Sollten unsere Vermutungen bezüglich der Abstammung des neuen Weihenstephaner Phytophthora-Biotyps bewiesen werden können, z. B. durch Vergleiche mit der Streckenthiner Herkunft, so wäre das gleichzeitig auch ein Beweis dafür, daß der neue Biotyp erst kurze Zeit existiert. Denn man muß sich mit Recht fragen, weshalb sich diese Form nicht schon in früheren Jahren bemerkbar gemacht hat, wo in Weihenstephan auch Streckenthiner Herkünfte und in deren Nähe resistente Sämlinge und Klone angebaut worden sind?

Daß der neue Biotyp vor seinem erstmaligen Auftreten nicht in Weißenstephan gelebt haben kann, scheint mir auch daraus hervorzugehen, daß Osterseen und Straßmoos von ihm verschont geblieben sind, trotzdem alles Pflanzgut der Außenstellen in Weißenstephan seinen Ursprung hat. Das Auftauchen des neuen Biotyps ist also ganz scharf auf die kurze Spanne Zeit der Vegetationsperiode 1932 eingeeengt, die schon angegeben worden ist.

Nach den Befunden von SCHICK (7) bei gewissen Kreuzungsprodukten von *Solanum demissum* × *Solanum tuberosum* scheint die Resistenzzüchtung bei der Kartoffel gegen *Phytophthora* trotz des neuen Biotyps vorläufig noch nicht auf ein totes Gleis zu gelangen. Es besteht die Möglichkeit, auf diesem Gebiet allerdings unter wesentlich erschwerten Umständen weiterzuarbeiten. Die Gefahr der Nutzlosigkeit aller Bemühungen durch das Auftauchen weiterer Biotypen steht uns indes auch vor Augen. Zur Zeit kann jedenfalls eine endgültige Beurteilung der Lage nicht gewonnen werden.

Literatur.

1. APPEL, O.: 10 Jahre Arbeit an der Kartoffel in der Biologischen Reichsanstalt. Die Kartoffel **12**, 46—51 (1932).
2. MÜLLER, K. O.: Neue Wege und Ziele in der Kartoffelzüchtung. Beitr. Pflanzenzucht **1925**, 45—72.
3. MÜLLER, K. O.: Untersuchungen über die Kartoffelkrautfäule und die Biologie ihres Erregers. Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. **16**, 197—211 (1928).
4. MÜLLER, K. O.: Über die Züchtung krautfäuleresistenter Kartoffelsorten. Z. Pflanzenzüchtg **13**, 143—156 (1928).
5. MÜLLER, K. O.: Über die Entwicklung von *Phytophthora infestans* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Untersuchungen über die Kartoffelkrautfäule und die Biologie ihres Erregers. II. Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. **18**, 465—505 (1931).
6. MÜLLER, K. O.: Bemerkungen zur Frage der „biologischen Spezialisierung“ von *Phytophthora infestans*. Angew. Bot. **15**, 84—96 (1932).
7. SCHICK, R.: Über das Verhalten von *Solanum demissum*, *Solanum tuberosum* und ihren Bastarden gegenüber verschiedenen Herkünften von *Phytophthora infestans*. Züchter **4**, 233—237 (1932).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg, Mark.)

Über die inneren Ursachen der Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen parasitische Pilze.

(Sammelreferat.)

Von **Martin Schmidt**.

In den letzten Jahren hat in der Pflanzenzüchtung die Schaffung von Sorten, die widerstandsfähig gegen parasitische Pilze sind, erhöhte Bedeutung erlangt und einige wichtige Erfolge erzielt. Innerhalb mancher Arten und Gattungen des Pflanzenreiches gibt es Formen, die von einem Pilz befallen werden, neben solchen, die widerstandsfähig gegen den Parasiten sind. Solche widerstandsfähigen Formen bilden den Ausgangspunkt für eine Kombinationszüchtung, die sich zum Ziele setzt, die Pilzwiderstandsfähigkeit auf hochwertige, aber anfällige Kulturpflanzen zu übertragen. Auch Anfälligkeit und Widerstandsfähigkeit sind genotypisch begründet, aber phaenotypisch in höherem oder geringerem Grade modifizierbar. Die Wirkung der für die Widerstandsfähigkeit verantwortlichen Gene kann in gewissen Eigentümlichkeiten der Pflanze zum Ausdruck kommen, die der Abwehr des Parasiten dienen, und die im Sinne der Pflanzenphysiologie als „Faktoren der Widerstandsfähigkeit“ bezeichnet werden. Die Analyse aller jener Faktoren stellt die Aufgabe der Immunitätsforschung an Pflanzen dar.

Das Widerstandsvermögen einer Pflanze gegenüber pilzlichen Parasiten kann sich in zweierlei

Weise äußern: in aktiver oder in passiver. Die passive Widerstandsfähigkeit, die wir als Resistenz bezeichnen, beruht auf Eigenschaften, die in der Pflanze bereits vor dem Pilzbefall vorhanden sind, die gleichsam nur als hemmende Schranke dienen, hinter der sich alle empfänglichen Teile des Organismus verschanzen. Die Faktoren der Resistenz können morphologisch, histologisch, physiologisch oder chemisch begründet sein. Im Gegensatz zur Resistenz kommt die aktive Widerstandsfähigkeit oder Immunität in Abweherscheinungen morphologischer oder physiologischer Art zum Ausdruck, die sich erst als Reaktion auf die Infektion einstellen, also nicht präformiert sind. Dieser aktive Widerstand ist an die Lebenstätigkeit der Wirtspflanze gebunden.

Nach diesem scharf trennenden Einteilungsprinzip¹, wie es FISCHER und GÄUMANN (1929) angeben, soll das Wichtigste über unsere Kenntnisse vom Wesen genotypisch begründeter

¹ Die vielfach übliche Verwendung des Ausdruckes „Resistenz“ für weniger stark ausgeprägte Formen der Widerstandsfähigkeit soll hier vermieden werden.