

Aus der Bayer. Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan

Weitere Untersuchungen über die Sortenresistenz gegen verschiedene Y-Virusstammgruppen

Von B. ARENZ und W. HUNNIUS

Neuzüchtung und Erhaltungszüchtung der Kartoffeln sind in den letzten Jahren durch die starke Ausbreitung des Rippenbräune-Virus (auf Tabak nekrotische Stammgruppe des Kartoffel-Y-Virus) vor neue und schwierige Arbeitsprobleme gestellt. Diese werden durch verstärkte Resistenzzüchtung und ackerbautechnische Maßnahmen (Konzentration, Vorkeimung und Frührodung) zu meistern gesucht. Obwohl in Zukunft die züchterischen Arbeiten zur Bekämpfung dieser Stammgruppe wesentlich auf der Einschaltung der extremen Resistenz beruhen werden, die sich in verschiedenen Wildsorten (4) anbietet, muß doch der sehr unterschiedlichen „Infektionsresistenz“ des derzeitigen deutschen Kartoffelsortimentes, besonders im Hinblick auf die Erhaltungszüchtung, noch ein starkes Augenmerk geschenkt werden. Bereits im Jahre 1957 haben wir begonnen, Aufschlüsse über dieses Resistenzverhalten zu gewinnen. Dabei kam es uns weniger darauf an, eine Sortenklassifizierung vorzunehmen, als vielmehr den Einfluß der Resistenz auf die Symptombildung, Frührodung und die Ertragsbildung zu erfassen (2, 3). Symptomatologisch konnte bisher eine ausgeprägte Neigung des RBV zur Latenz vor allem im ersten Nachbaujahr immer wieder bestätigt werden. Im Gegensatz zum Beispiel zur Blattrollkrankheit bestand beim Rippenbräune-Virus die Tendenz einer Abschwächung der Krankheitssymptome, häufig bis zur völligen Latenz, zwischen der Primärinfektion und dem Nachbaujahr, also der Sekundärinfektion. Klonweise und einzelknollenweise geführte Nachbauten unserer Infektionsreihen aus dem Jahre 1958 haben weiterhin gezeigt, daß nicht nur eine Rückläufigkeit des äußerlichen Krankheitsbildes feststellbar ist, sondern daß auch die Erfäßbarkeit des Virusbefalls bei Einschaltung der derzeit geläufigen biologischen Testmethoden häufig nicht reproduzierbar ist. Die Sicherheit der Erfäßbarkeit eines latenten Virusbefalls ist aber die Grundlage einer positiven Erhaltungszüchtung.

I. Versuchsziel

Die gelenkten Infektionsversuche des Jahres 1959 waren deshalb auf folgende Versuchsziele abgestellt:

1. Resistenzgruppierung der Sorten.
2. Einfluß der Sortenresistenz auf den Frührodungseffekt.
3. Einfluß der Sortenresistenz auf die Symptomatologie in der Augenstecklingsprüfung und die Erfäßbarkeit durch Serologie und Abreibung.
4. Einfluß der Sortenresistenz auf die Symptomatologie und die Erfäßbarkeit durch Serologie und Abreibung im Freilandnachbau.
5. Auswirkung der Sortenresistenz auf die Ertragsminderung.

II. Versuchsmethodik und Versuchsdurchführung

Zur Prüfung dieser Fragen wurden im Jahr 1959 weitere gelenkte Infektionen mit den 2 Y-Stammgruppen (auf Tabak nekrotische und nicht nekrotische Stammgruppen) in getrennten Gewächshäusern nach der bereits in den früheren Arbeiten (1, 2) beschriebenen Methodik mit 12 Pflanzen in 2 Sechsergruppen um je einen Infektor pro Prüfsorte angelegt. In Versuch wurden 45 Sorten gestellt, die vor Ansatz der Infektionen auf ihre Virusfreiheit mit jeder einzelnen Staude getestet waren. Zur Ermittlung des Frührodungseffektes wurde bei einer Sechsergruppe das Kraut vorzeitig entfernt. Die klonweise getrennte Ernte wurde im Winter 1959/60 mit allen Einzelknollen numeriert der Augenstecklingsprüfung unterworfen. Bei der Bonitierung der Augenstecklinge wurde das jeweilige Krankheitsbild und die Befallsstärke (Bonitur 1 bis 5) festgehalten. Jeder einzelne Augensteckling wurde zusätzlich im Schalentest auf A 6 und durch serologische Prüfung auf Y-Befall untersucht. Nach den Unterlagen der Augenstecklingsprüfung und Testung wurden die numerierten Einzelknollen sortenweise und in der Gruppierung gesund, latenter Y-Befall, manifester Y-Befall ausgelesen und zum Nachbau in Gefäßversuchen (28 cm Töpfe) auf Freilandstellagen gebracht. Dieser Nachbau 1960 unter Freilandbedingungen wurde 2maliger, zeitlich verschiedener Krankheitsbonitur und wiederum bei jeder Bonitierung einer Testung im Schalentest und in der Serologie unterzogen. Für diese Beurteilung lagen also knollenweise die Ergebnisse der Wintertestung vergleichbar zu Grunde. Bei der Ernte wurden die Knollenerträge für die Einzelstauden ermittelt. Die wichtigsten Versuchsdaten lauten:

- a) Gewächshausversuche
Pflanzung: 6. 5. 1959 Aufsetzen der Vektoren:
12. 6. 1959
Frührodetermin
für frühe und mittelfrühe Sorten: 13. 7. 1959
für Spätsorten: 21. 7. 1959
Normalernte: 17. 8. 1959
- b) Durchführung der Augenstecklingsprüfung: 23. 2.
bis 8. 5. 1960
- c) Freilandanbau:
Pflanzung: 10. 5. 60 1. Bonitur: 15. 6. 1960
2. „ : 2. 7. 1960
Ernte: 3. 8. 1960

III. Versuchsergebnisse

1. Die Resistenzgruppierung

Die Resistenzeinstufung der Sorten ist nach den Testergebnissen vorgenommen, die bei der Augenstecklingsprüfung einschließlich Serologie und Abreibung ermittelt wurden. Da jede Staude klonweise mit ihrem gesamten Knollenbesatz in die Prü-

Tabelle 1. Reihenfolge der Resistenz bei den einzelnen Sorten nach kranken Knollen je infizierte Staude in der Augenstecklingsprüfung bei Infektion mit dem Rippenbräunevirus.

Lfd. Nr. der Sorten	Kranke Knollen je infizierte Staude in %		
	Gesamternte	Frühernte	Normalernte
Resistenzgruppe I = sehr gut widerstandsfähige Sorten			
1	0,99	0,00	1,75
2	6,80	10,00	5,48
3	7,20	0,00	16,67
4	8,81	4,45	16,67
5	8,81	2,46	15,38
6	11,03	5,97	16,67
7	12,68	16,28	6,90
8	12,77	19,05	7,69
9	13,94	13,48	14,47
10	17,21	3,27	31,15
11	22,52	16,22	28,57
12	23,23	8,70	35,85
Resistenzgruppe II = gut widerstandsfähige Sorten			
13	32,11	2,22	53,13
14	37,01	33,33	40,98
15	39,11	37,50	40,66
16	39,81	25,42	57,14
17	41,67	29,79	53,06
18	41,82	36,06	48,98
19	43,27	19,23	67,31
20	44,17	29,03	64,29
21	44,68	28,10	62,28
Resistenzgruppe III = mittelanfällige Sorten			
22	51,21	40,91	63,16
23	51,45	28,75	82,76
24	51,92	33,33	67,86
25	51,97	48,00	55,77
26	52,84	43,84	66,00
27	56,39	44,29	69,84
28	57,55	42,65	83,10
29	64,74	55,10	81,03
30	65,12	64,38	66,07
31	68,00	60,94	80,56
32	68,42	45,45	91,04
33	70,31	65,63	75,00
34	72,48	65,88	81,25
Resistenzgruppe IV = anfällige Sorten			
35	75,00	65,08	83,12
36	75,25	43,18	100,00
37	75,39	66,23	89,80
38	76,24	57,41	97,87
39	78,00	65,12	87,82
40	79,51	69,44	94,00
41	90,91	82,46	100,00
42	95,21	93,75	97,18
43	95,70	94,12	97,62
44	96,80	98,68	93,88
45	98,37	97,30	100,00

fung einbezogen war, liegt als Maßstab der Resistenz der Prozentsatz der als krank befundenen Knollen je infizierte Staude zu Grunde. Die Tatsache der Infektion ist durch eindeutige Primärsymptome bei der Infektion im Sommer bzw. durch das Vorhandensein kranker Knollen im nachgebauten Klon sichergestellt. Die Reihenfolge der Resistenz ist nach der Gesamternte (Frühernte + Normalernte) aufgeschlüsselt. Für die Einstufung wurde wie in früheren Jahren folgendes Schema gewählt:

I. Sehr gut widerstandsfähige Sorten = Krankheitsbesatz niedriger als die Hälfte des Gesamtdurchschnittes aller Sorten.

II. Gut widerstandsfähige Sorten = Krankheitsbesatz bis zur Höhe des Gesamtdurchschnittes aller Sorten.

Tabelle 2. Reihenfolge der Resistenz bei den einzelnen Sorten nach kranken Knollen je infizierte Staude in der Augenstecklingsprüfung bei Infektion mit der alten Y-Stammgruppe.

Lfd. Nr. der Sorten	Rangfolge bei RBV	Kranke Knollen je infizierte Staude in %		
		Gesamternte	Frühernte	Normalernte
Resistenzgruppe I = sehr gut widerstandsfähige Sorten				
1	I/1	0,00	0,00	0,00
2	I/10	0,56	0,00	1,33
3	I/5	1,62	0,00	3,33
4	II/20	4,21	0,00	7,48
5	II/19	4,55	2,91	6,06
6	I/4	7,58	0,00	14,28
7	II/14	8,06	2,29	17,50
8	II/16	8,33	0,00	17,39
9	I/12	10,56	0,00	25,42
10	III/31	11,19	0,00	18,29
11	IV/41	12,80	2,22	18,75
Resistenzgruppe II = gut widerstandsfähige Sorten				
12	III/30	16,06	3,54	33,75
13	I/7	16,44	2,30	37,29
14	I/11	17,86	7,04	28,99
15	III/28	18,27	12,37	24,00
16	II/18	19,88	18,08	22,39
17	II/17	20,34	10,42	27,14
18	I/9	20,62	3,57	39,47
19	III/26	20,78	13,58	28,77
20	II/15	20,80	5,35	37,72
21	III/23	21,36	15,93	27,95
22	III/32	21,92	10,00	32,99
23	III/33	22,22	11,84	41,46
24	III/29	23,85	5,18	54,22
25	IV/38	24,07	16,88	30,59
26	III/34	25,70	10,23	40,66
Resistenzgruppe III = mittelanfällige Sorten				
27	III/25	31,01	18,18	43,21
28	I/3	32,70	3,80	61,25
29	II/21	34,07	5,88	50,88
30	I/6	35,23	14,16	63,01
31	III/22	36,84	9,23	63,24
32	I/8	37,59	42,35	30,36
33	IV/45	39,44	35,90	43,75
34	III/27	40,00	33,07	48,54
35	II/13	41,43	4,76	78,09
36	III/24	41,51	7,27	78,43
Resistenzgruppe IV = anfällige Sorten				
37	IV/43	50,00	35,53	68,97
38	IV/37	54,21	26,47	86,36
39	IV/39	54,52	36,15	71,83
40	IV/40	62,05	48,51	83,08
41	I/2	64,56	43,53	89,04
42	IV/44	64,85	40,21	81,93
43	IV/36	67,78	53,26	82,95
44	IV/35	73,25	57,65	88,51
45	IV/42	74,41	74,75	74,07

III. Mittelanfällige Sorten = Krankheitsbesatz bis zum 1½fachen des Gesamtdurchschnittes aller Sorten.

IV. Anfällige Sorten = Krankheitsbesatz höher als das 1½fache des Gesamtdurchschnittes aller Sorten.

In Tab. 1 sind nach dieser Aufgliederung die Prüfungsergebnisse für die Infektionsreihe mit dem Rippenbräune-Virus getrennt nach dem Befall der Gesamternte, Frühernte und Normalernte mitgeteilt. Auf eine namentliche Aufzählung der Sorten ist dabei Verzicht geleistet, da lediglich die Gruppenbildung der Resistenz, nicht aber die einzelne Sorte bei den vorliegenden Betrachtungen interessiert.¹

¹ Interessenten wird für die Einzelsorte gerne Auskunft gegeben.

Wie auch in früheren Jahren sind die Resistenzunterschiede der Sorten sehr weit gespannt und bewegen sich zwischen 0,99 und 98,37% Y-Befall. Durch diese weite Streuung ist die Untergruppenbildung der Resistenz sehr gut möglich, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß selbstverständlich in den beiden Mittelgruppen Überschneidungen in der Einstufung nach oben oder unten möglich sein können.

Züchterisch von großem Interesse erscheint ein Vergleich der Sortenresistenz gegenüber dem Rippenbräune-Virus und der alten Y-Stammgruppe, da wegen der besseren Symptomausbildung Resistenzprüfungen mit der letzteren wesentlich leichter durchzuführen sind. Weiterhin erscheint es auch von Wichtigkeit zu wissen, wie weit die Erfahrungen in der Bekämpfung der alten Y-Stammgruppe durch ackerbautechnische Maßnahmen, vor allem Frührodung, auf das RBV übertragbar sind. Ohne in den weiteren Betrachtungen darauf einzugehen, sind deshalb in Tab. 2 auch die Infektionsergebnisse, die mit der alten Y-Stammgruppe erzielt wurden, aufgeführt. Auch hier ist die Resistenzfolge vom niedrigsten Krankheitsbesatz je infizierte Staude bis zum höchsten Befall geordnet. In Spalte 2 wurde die Rangfolge der jeweiligen Sorte aus der RBV-Infektion eingefügt, so daß ein Vergleich beider Resistenzen vorgenommen werden kann.

Aus diesem Vergleich ist zu entnehmen, daß mit Ausnahme von 2 Sorten alle Sorten mit sehr guter Resistenz gegen die alte Y-Stammgruppe auch sehr gute oder gute Resistenz gegen das Rippenbräune-Virus aufweisen. Entgegengesetzt sind mit Ausnahme einer Sorte alle als anfällig eingegliederten Sorten gegen beide Virusstammgruppen anfällig. Die beiden Mittelgruppen zeigen zwar bei einzelnen Sorten stärkere Abweichungen, bestätigen aber im großen und ganzen ebenfalls eine sich deckende Resistenz. Es erscheint daher vertretbar, daß für eine frühe Diagnose der Resistenz, wenn es sich wesentlich darum handelt, RBV-anfällige Individuen auszuschalten, für die Infektionssetzung auch mit der alten Y-Stammgruppe gearbeitet werden kann. Derartige Infektionssetzungen mit der alten Y-Stammgruppe sind besonders deshalb von großer Bedeutung, weil hier das latente Auftreten infizierter Stauden nur selten ist und daher bei der Diagnose die aufwendigen Testverfahren für Serienprüfungen jungen Materials eingespart werden können.

2. Einfluß der Sortenresistenz auf den Frührodungseffekt

Bei allen Betrachtungen über den Einfluß der Sortenresistenz erscheint es hier als zweckmäßig, nicht mehr mit den Einzelergebnissen der Sorten zu arbeiten, sondern mit den Mittelwerten der in Tab. 1 und 2 herausgestellten Resistenzgruppen. Diese Gruppenbildung mit ihren Mittelwerten ist in Tab. 3 und 4 für die Betrachtung des Frührodungseffektes zu Grunde gelegt.

Wie die Zahlen ausweisen, war der Frührodungseffekt in der Gruppe der sehr gut und gut widerstandsfähigen Sorten wesentlich deutlicher ausgeprägt als bei den mittelanfälligen und anfälligen

Tabelle 3. Frührodungseffekt in den Resistenzgruppen bei der Infektionsreihe mit RBV.

Resistenzgruppe	Sortenzahl	kranke Knollen je infizierte Staude in %			Verhältnis Frühernte zu Normalernte (Frühernte = 1)
		Gesamternte	Frühernte	Normalernte	
I	12	12,17	8,37	16,27	1:1,94
II	9	40,40	26,75	54,19	1:2,02
III	13	60,18	49,17	74,11	1:1,51
IV	11	85,12	75,71	94,66	1:1,26

Sorten. Diese abgestufte Auswirkung in Parallele zur Abnahme der Resistenz wurde auch in früheren Jahren bereits festgestellt und erhärtet eindeutig, daß die Abwanderungsgeschwindigkeit des Rippenbräune-Virus der ausschlaggebende Faktor für die Sortenresistenz ist. Noch deutlicher als beim RBV tritt die Abhängigkeit des Frührodungseffektes vom Resistenzcharakter der Sorte bei der alten Y-Stammgruppe in Erscheinung, deren Ergebnisse in Tab. 4 aufgezeichnet sind.

Tabelle 4. Frührodungseffekt in den Resistenzgruppen bei der Infektionsreihe mit der alten Y-Stammgruppe.

Resistenzgruppe	Sortenzahl	kranke Knollen je infizierte Staude in %			Verhältnis Frühernte zu Normalernte (Frühernte = 1)
		Gesamternte	Frühernte	Normalernte	
I	11	6,31	0,67	11,80	1:17,61
II	15	20,68	9,75	33,82	1:3,47
III	10	36,98	17,46	56,08	1:3,21
IV	9	62,85	46,23	80,75	1:1,75

Hier liegt der Frührodeeffekt in der sehr gut resistenten Gruppe sogar $10 \times$ so hoch wie in der anfälligen Gruppe, obwohl der Infektionserfolg absolut hinter dem des Rippenbräune-Virus zurückblieb. Aus der Gegenüberstellung dieser Ergebnisse der beiden Infektionsreihen, die unter gleichen zeitlichen Verhältnissen der Infektion, der Vegetation und der Ernte gewonnen wurden, läßt sich auch schließen, daß das Rippenbräune-Virus in seiner Vermehrungsaktivität bzw. seiner Abwanderungsgeschwindigkeit noch wesentlich höher liegt als die alte Y-Stammgruppe. Damit wird nochmals eine Feststellung bestätigt, die wir bereits in früheren Jahren auf der gleichen experimentellen Basis (2) nachgewiesen haben.

Für die Züchtung und die Praxis der Vermehrung ergibt sich weiter, daß bei den anfälligen Sorten nur mit einem außerordentlich früh gewählten Rode-termin ein ausreichender Erfolg in der Frührodung zu erzielen ist. Ganz besonders wichtig ist aber, daß bei den anfälligen Sorten auch bei einer sehr frühen Rodung, die hohen Aufwand und Ertragsverlust bedeutet, noch nicht der gleiche Gesundheitseffekt zu erzielen ist wie beim Anbau resistenter Sorten auf der Basis der Infektionsresistenz unter gleichen Verhältnissen bei Normalrodung. Während nämlich der Frührodungseffekt in der anfälligen Sortengruppe 1:1,26 bzw. 1:1,75 beträgt, ist der Abstand zwischen den sehr gut widerstandsfähigen und den anfälligen Sorten bei Frührodung 1:9 bzw. 1:69 und bei Normalernte 1:5,8 bzw. 1:6,8. Selbstverständlich haben diese Ausführungen nur dann Gültigkeit, wenn Anbauverhältnisse mit einem sehr hohen Infektionsdruck zu Grunde gelegt werden. Die unterschiedliche Infektiosität zwischen dem Rippenbräune-

Virus und der alten Y-Stammgruppe zwingt zu dem Schluß, daß zur Bekämpfung des RBV neben der Sortenresistenz nur die intensivsten Maßnahmen, vor allem eine extrem zeitige Frührodung, erfolgversprechend sein kann.

3. Einfluß der Sortenresistenz auf die Symptomatologie in der Augenstecklingsprüfung und die Erfäßbarkeit durch Serologie und Abreibung

Bei dem Nachbau infizierter Klone läßt sich immer wieder die Feststellung machen, daß aus der Nachkommenschaft einer infizierten Mutterstaude neben gesunden Pflanzen solche mit schweren und leichten Krankheitssymptomen sowie auch latent verseuchte Pflanzen erwachsen. Bei der latenten Verseuchung tritt nicht selten eine verschiedene Erfäßbarkeit in Erscheinung, die dadurch charakterisiert ist, daß zum Teil gleichzeitig in der Serologie und in der Abreibung positive Reaktionen erzielt werden, während andere Pflanzen nur durch die empfindlichere Methode des Abreibetestes greifbar werden. Bei Serienarbeiten erwecken diese Verhältnisse immer den Eindruck, als ob methodische Unzulänglichkeiten hierfür ausschlaggebend seien. Unserer Auffassung nach werden diese Erscheinungen dagegen durch verschiedene Verseuchungsgrade hervorgerufen, für die alle Faktoren, die die Virusvermehrung beeinflussen, entscheidend sind.

Die 1960 durchgeführten Testungen an geschlossenen Klonen von 45 Sorten gestatten es, die Sortenresistenz und die Frührodung als derartige Faktoren in ihrer Einflußnahme auf die Symptomatologie und die Erfäßbarkeit durch die verschiedenen Testmethoden in Beziehung zu diesen Fragen zu untersuchen. In Tab. 5 sind, wieder in Aufgliederung nach den Resistenzgruppen, für Frührodung und Normalrodung die Krankheitsfeststellungen getrennt nach manifestem und latentem Befall sowie mit einer methodischen Differenzierung wiedergegeben. Diese Betrachtung soll nur für die RBV-Infektionsreihe durchgeführt werden, da besonders diese wegen ihres hohen Anteils an latentem Befall in dieser Richtung interessant ist.

34,6 bzw. 47,6% bei den Gruppen II und III in der anfälligen Sortengruppe auf 59,3% an. Bei Normalrodung ist ein gleichlaufender Anstieg des manifesten Befalls in Abhängigkeit von der Sortenresistenz zu ermitteln gewesen. Die absolut höheren Werte bei der Normalrodung zeigen aber weiter an, daß das Rippenbräune-Virus in Abhängigkeit von der Dauer seiner Ausbreitungsmöglichkeit, bei den Knollen nicht nur höhere Infektionsraten hervorruft, sondern auch den Krankheitsausdruck, also den Anteil an manifestierenden Krankheitsbildern wesentlich verstärkt. Die Symptomatologie des RBV ist also nicht in erster Linie für die einzelne Sorte charakteristisch, sondern wird durch den Resistenzcharakter der Sorte beeinflusst, wobei gleichzeitig der Infektionszeitpunkt bzw. die Dauer der Ausbreitungsmöglichkeit des Virus in der infizierten Mutterpflanze entscheidend sind. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache muß also immer damit gerechnet werden, daß die Krankheitssymptome beim Rippenbräune-Virus nicht, wie z. B. beim Blattrollvirus, häufig sortenspezifisch sind, sondern daß innerhalb einer Sorte, je nach den Umweltverhältnissen, mit einer großen Variationsbreite der Krankheitserscheinungen gerechnet werden muß.

Besonders aufschlußreich für die Resistenzauswirkung der Sorten ist die methodisch-differenzierte Betrachtung der latent befallenen Stauden. Der prozentuale Anteil der Stecklinge, die in Übereinstimmung serologisch und in der Abreibung als Y-befallen greifbar waren, ist zwar durch den Sortencharakter nicht beeinflusst, zeigt dagegen im Vergleich Frührodung zu Normalrodung eine deutliche Differenzierung. Diese ist allerdings in erster Linie dadurch hervorgerufen, daß der latente Krankheitsbefall bei der Frührodung relativ erhöht ist. Da die sich deckende Erfäßbarkeit in Serologie und Abreibung die Mittelgruppe des Verseuchungsgrades darstellt, sind hier auch von vornherein keine größeren Abweichungen durch den Resistenzeinfluß zu erwarten gewesen. Diese müssen vielmehr bei den Extremen mit einem hohen Verseuchungsgrad, wie er sich in der Manifestierung ausdrückt, und bei den sogenannten „unterschweligen“ Werten, die nur

Tabelle 5. Ergebnisse der Augenstecklingsprüfung, Serologie und Abreibung, getrennt nach Frührodung und Normalrodung für die RBV-Infektionsreihe.

Resistenzgruppe	Frührodung					Normalrodung				
	kranke Kn. je infiz. Staude in %	davon				kranke Kn. je infiz. Staude in %	davon			
		manif. %	latent				manif. %	latent		
			in Serol. u. Abr. + %	in Serol. —, Abr. + über 20 Läsionen %	1—20 Läsionen %			in Serol. u. Abr. + %	in Serol. —, Abr. + über 20 Läsionen %	1—20 Läsionen %
I	8,37	21,2	26,9	32,7	19,2	16,27	32,1	22,7	29,6	15,6
II	26,75	34,6	40,1	16,3	9,0	54,19	54,6	28,4	11,4	5,6
III	49,17	47,6	34,9	8,4	9,1	74,11	58,9	20,3	13,4	7,4
IV	75,71	59,3	31,3	5,1	4,3	94,66	68,3	23,7	5,3	2,7

Aus dem Zahlenmaterial ist zu entnehmen, daß der manifeste Krankheitsbefall unter gleichmäßigen Infektionsbedingungen eindeutig vom Resistenzcharakter der Sorte abhängig ist. Während in der Resistenzgruppe I bei Frührodung nur 21,2% der gesamtinfizierten Stecklinge manifeste Krankheitserscheinungen aufwiesen, stieg dieser Anteil über

noch durch die empfindlichsten Methoden zu erfassen sind, in Erscheinung treten.

Tatsächlich ist in dem prozentualen Anteil der Stauden, die serologisch nicht mehr faßbar, dagegen in der Abreibung noch nachweisbar waren, sehr deutlich wieder die Abstufung in Abhängigkeit von der Sorten-Resistenz zu ermitteln gewesen. Der Anteil

dieser Gruppe beträgt bei Frührodung bei den sehr gut resistenten Sorten noch 51,9%, während er bei den anfälligen Sorten auf 9,4% absinkt. Nahezu gleiche Zahlenwerte, auch in der Abstufung, wurden bei der Normalrodung festgestellt. Da die Zahl der Lokalläsionen bei der Abreibung, unter gleicher methodischer Ausführung, auch einen Ausdruck für die Viruskonzentration des Preßsaftes darstellt (5), haben wir in der Gruppe „serologisch negativ“, „Abreibung positiv“ noch gesondert die Pflanzen abgesetzt, die bei der Abreibung nur eine niedrige Läsionszahl von 1—20 aufgewiesen haben. Auch in diesem Block fällt sowohl bei Frührodung wie bei Normalrodung der Anteil der erfaßten Pflanzen von der höchsten Resistenzgruppe bis zur anfälligen Sortenreihe deutlich ab, womit die Bestätigung gegeben ist, daß es sich bei den Abstufungen tatsächlich um eine Beeinflussung der Viruskonzentration handelt. Die häufigen Differenzen zwischen Serologie und Abreibung lassen sich damit als Konzentrationsunterschiede und wohl nur seltener als methodische Fehler ausweisen.

Während also die anfälligen Sorten dadurch gekennzeichnet sind, daß sie bei RBV-Befall überwiegend manifestieren und dadurch schon weitgehend in der Augenstecklingsprüfung greifbar werden, sind die resistenten Sorten durch geringen manifesten Befall und in der latenten Phase dadurch charakterisiert, daß sie im Virusspiegel so niedrig liegen, daß sie bereits serologisch nicht mehr greifbar werden können. Diese Tatsache drückt sich zusammengefaßt zahlenmäßig so aus, daß von den befall-

Sorten hinreichend durch die Serologie in ihrem Krankheitsbefall definiert werden können, während die resistenten Sorten bei Vorliegen eines hohen Infektionsdruckes der Abreibung zu unterwerfen wären.

4. Einfluß der Sortenresistenz auf die Symptomatologie und Erfafbarkeit durch Serologie und Abreibung im Freilandnachbau

Das im Winter 1959/60 durchgetestete Material wurde von 38 Sorten mit den definierten Mutterknollen in Gefäßversuchen unter Freilandbedingungen zum Nachbau gebracht. Bei diesem Anbau wurde, wie bereits einmal erwähnt, eine Trennung nach gesund, latentem und manifestem RBV-Befall durchgeführt. Als Grundlage wurde grundsätzlich mit 8 Wiederholungen je Sorte und Gruppe gearbeitet, wobei allerdings diese Wiederholungszahl bei einzelnen Sorten der kranken Gruppen nicht immer eingehalten werden konnte. Bei den resistenten Sorten fehlte es zuweilen an Material mit manifestem Befall, bei den anfälligen Sorten war dagegen das latent befallene Material nicht immer ausreichend.

Diese Nachbauprüfung sollte in erster Linie dazu dienen, Unterlagen für eine vergleichende Symptomatologie zwischen der Augenstecklingsprüfung und dem Freilandanbau zu liefern und weiterhin Aufschlüsse darüber geben, wie sich vor allen Dingen das Knollenmaterial, das durch Latenz und niedrige Konzentrationen ausgewiesen war, im Nachbau verhalten würde. In Tab. 6 sind die Untersuchungsergebnisse niedergelegt.

Tabelle 6. *Ergebnisse der Krankheitsbonitur, der Serologie und Abreibung des Nachbaus getesteter Mutterknollen im Freiland (latentes und manifestes Material aus der Augenstecklingsprüfung der RBV-Infektion).*

Resistenzgruppe	Zahl d. gepr. Stauden	davon manifest		Zahl der latenten, in Serol. u. Abr. gepr. Stauden	davon				serol. positiv %	nicht mehr als krank faßbar %
		1. Bonitur (15.6.60) %	2. Bonitur (2.7.60) %		in 1. Abr.		in 2. Abr.			
					über 20 Läsionen %	1—20 Läsionen %	über 20 Läsionen %	1—20 Läsionen %		
a) Latente Reihe										
I	49	8,2	26,5	36	2,8	8,4	2,8	16,8	8,4	53,1
II	47	14,9	36,2	30	10,0	10,0	13,2	19,8	10,0	40,4
III	68	13,5	55,9	30	36,7	6,7	46,7	33,3	60,0	8,8
IV	16	93,7	100,0	0	—	—	—	—	—	0,0
b) Manifeste Reihe										
I	10	10,0	30,0	7	0,0	0,0	14,3	28,6	14,3	40,0
II	46	67,4	80,4	9	33,3	11,1	77,7	11,1	88,8	2,2
III	78	60,3	82,0	14	57,1	0,0	50,0	50,0	50,0	0,0
IV	71	100,0	100,0	0	—	—	—	—	—	0,0

lenen Pflanzen der Resistenzgruppe I bei Frührodung 51,9%, bei Normalrodung 45,2% serologisch nicht mehr faßbar waren, während in der Gruppe IV (anfällige Sorten) dieser Prozentsatz nur 9,4 bzw. 8,0% betrug. Betrachtet man diesbezüglich die Anwendungsmöglichkeit der Untersuchungsmethoden, so muß daraus die Folgerung gezogen werden, daß bei der Erhaltungszüchtung, unabhängig vom Resistenztyp der Sorte, nur mit der derzeit empfindlichsten Methode, der Abreibung, gearbeitet werden sollte, da auch der geringste Prozentsatz nicht gefaßter latenter Virusträger zu einem gefährlichen Ausgangsherd werden kann. Bei der Anwendung der Testmethoden dagegen für Serienuntersuchungen, wo lediglich gut und böse getrennt werden soll, wäre das Fazit zu ziehen, daß die anfälligen

Die Untersuchungsbefunde weisen aus, daß bei einem großen Teil der in der Augenstecklingsprüfung als frei von äußerlichen Krankheitsmerkmalen definierten Mutterknollen der latenten Reihe im Freilandanbau Stauden mit deutlichen Krankheitssymptomen erwachsen. Die festgestellten Krankheitserscheinungen wurden nicht nur als leichtes Mosaik, sondern auch als Kräuselmosaik und Strichel verschiedenen Grades bonitiert. Ein typisches Merkmal beim Krankheitsdurchbruch in der Augenstecklingsprüfung als latent befundener Stauden war ein auf der Blattunterseite auftretendes, von uns schon früher (2) als netzartig wirkende Nervennekrose bezeichnetes Symptom. Diese Symptomausbildung wurde von uns seinerzeit als Kennzeichen der Neuinfektion mit RBV beobachtet. In dieser Nachbau-

reihe schalten bei den mit diesem Symptom befallenen Pflanzen Neuinfektionen mit Sicherheit aus, da derartige Erscheinungen in keinem Fall bei den in die Blöcke eingeschobenen gesunden Kontrollen zu beobachten gewesen sind. Es scheint hier eine Parallele mit den Tintenspritzernekrosen zu bestehen, die bei Infektionen mit der alten Y-Stammgruppe als typisches Symptom der Neuinfektion anzusprechen sind, die aber sehr häufig auch bei sekundärkranken Stauden dann in Erscheinung treten, wenn eine Knolle mit Einzeltrieben erkrankt, also eine nur teilweise Durchseuchung und dementsprechend niedrige Viruskonzentration aufweist. Diese Zusammenhänge sind für die alte Y-Stammgruppe schon früher (2) eingehend diskutiert worden. Da diese Merkmale immer nur bei als latent verseucht definierten Mutterknollen, und zwar erst verspätet bei der 2. Bonitur in Erscheinung traten, dürften auch hier beim RBV analoge Verhältnisse vorliegen.

Die im Nachbau festgestellte Manifestierung von Krankheitserscheinungen bei Knollen, die in der Augenstecklingsprüfung nur latente Verseuchung aufgewiesen hatten, steht wieder in deutlicher Abhängigkeit von der Sortenresistenz. Während in der Resistenzgruppe I derartige Durchbrüche bei der 1. Bonitur zu 8,2% und bei der 2. Bonitur zu 26,5% zu beobachten waren, treten sie, in ausgeprägter Abstufung über die Resistenzgruppen II und III ansteigend, bei den anfälligen Sorten mit 93,7% bzw. 100% in Erscheinung. In der anfälligen Gruppe waren also bis zur 2. Bonitur in der sogenannten latenten Reihe sämtliche Stauden bereits äußerlich sichtbar erkrankt. In den übrigen Resistenzgruppen war die Faßbarkeit der als Y-latent verseucht angebauten Knollen sowohl in den 2 zeitlich verschiedenen Abreibungen wie in der Serologie wiederum entsprechend dem Resistenzgrad abgestuft. Je geringer der Resistenzgrad, um so höher der Prozentsatz der als krank definierbaren Stauden. Besonders entscheidend aber ist, daß selbst mit der empfindlichen Methode der Abreibung bei den 2 höheren Resistenzgruppen ein großer Prozentsatz der im Winter als krank definierten Knollen nicht mehr greifbar geworden ist. Bei der Gruppe mit sehr guter Resistenz betrug der Prozentsatz der nicht mehr als krank faßbaren Stauden 53,1%, während, wie bereits ausgeführt, in der anfälligen Gruppe alle Stauden schon als äußerlich krank gegriffen werden konnten. Demnach ist bei der Gruppe I nicht nur eine deutlich schwächere Symptomausbildung als bei Gruppe IV feststellbar, sondern es hat sich das Überwiegen niedriger Konzentrationen, das bereits in der Augenstecklingsprüfung festgestellt wurde, in einer weiteren Abschwächung fortgesetzt, so daß mit den derzeitigen Methoden überhaupt keine Krankheitsdiagnose gestellt werden konnte. Charakteristisch für hohe Sortenresistenz ist also ein Absinken der Viruskonzentration, während für anfällige Sorten aus gleich definiertem Material ein starker Konzentrationsanstieg, ja sogar eine völlige Krankheitsmanifestierung typisch ist.

Diese Feststellung wird noch deutlicher, wenn man die Ergebnisse der manifesten Reihe betrachtet. Hier ist das Wiederauftreten äußerlich kranker Stauden wiederum stark nach der Sortenresistenz gegliedert. In der anfälligen Sortengruppe hatten

bereits bei der ersten Bonitur alle Stauden manifestiert, während in der Resistenzgruppe I nur 10% äußerlich als krank erkennbar waren. Dieser Prozentsatz erhöhte sich bei der 2. Bonitur lediglich auf 30%. 70% aller Stauden sind also in die Latenz zurückgefallen, während dieser Anteil bei den Resistenzgruppen II und III nur 20 bzw. 18% beträgt. Auch in der manifesten Reihe ist die Faßbarkeit der wieder latent gewordenen Stauden deutlich nach der Resistenz abgestuft. Besonders bemerkenswert ist aber, daß in der Resistenzgruppe I wieder für 40% der Stauden überhaupt keine Krankheitsdiagnose mehr gestellt werden konnte. Die Rückläufigkeit der Viruskonzentration in der Resistenzgruppe I ist noch dadurch unterstrichen, daß in der ersten Abreibung keine der untersuchten Stauden positiv war.

Zusammengefaßt ergibt sich also für den Typ der gegenüber dem RBV hochresistenten Sorten, daß trotz stattgefundener Infektionen infolge einer geringen Vermehrungsaktivität bzw. Ausbreitungsgeschwindigkeit des Virus der Prozentsatz kranker Knollen je infizierte Staude sehr niedrig bleibt, daß weiterhin in den infizierten Knollen eine niedrige Viruskonzentration vorherrschend ist, die die Tendenz aufweist, sich weiter abzuschwächen, so daß im Aufwuchs des nächsten Jahres nur noch ein Teil der in der Winterperiode als infiziert festgestellten Knollen noch als krank angesprochen werden kann. Demgegenüber ist der Typ der hochanfälligen Sorten dadurch charakterisiert, daß bei gesetzten Infektionen infolge einer Vermehrungsaktivität des Virus ein hoher Prozentsatz der Knollen infiziert wird, daß eine hohe Viruskonzentration in den infizierten Knollen durch den Aufwuchs von überwiegend manifestierenden Stauden angezeigt wird und daß die Tendenz einer Konzentrationserhöhung besteht.

Die sogenannte Infektionsresistenz beruht also zweifellos nicht darauf, daß Infektionen nur schwer oder gar nicht gesetzt werden können, sondern daß die Virusvermehrung hemmenden Einflüssen unterliegt.

Im Hinblick darauf, daß 40 bzw. 53% als infiziert sichergestellter Knollen der hochresistenten Gruppe im Nachbau nicht mehr als virusbefallen diagnostiert werden konnten, ist die Frage zu diskutieren, ob sich der hemmende Einfluß bis zur völligen Virusinaktivierung fortsetzt. Diese Frage ist von einschneidender Bedeutung bei der Testung für die Anwendung der Methode, für die zeitliche Durchführung und die Auswertung der Ergebnisse. Werden die Virusinfektionen nur für unsere derzeitigen Testmethoden „unterschwellig“, so daß die Gefahr bestehen kann, daß sie je nach Umweltsverhältnissen wieder auf ein höheres Konzentrationsniveau gehoben werden, wäre in jedem Fall der Herbstuntersuchung mit der sensibelsten Methode der Vorzug zu geben. Unsererseits wird diese Frage durch mehrjährigen Nachbau der Klone unter läusesterilen Verhältnissen zu klären versucht.

5. Einfluß der Sortenresistenz auf die Ertragsminderung

Bei Betrachtung der relativen Ertragswerte nach den einzelnen Resistenzgruppen kommt bei latentem Befall mit RBV wieder die abfallende Linie von den resistenten Sorten bis zu den anfälligen Sorten zum

Ausdruck. Der Ertragsausfall der Resistenzgruppe I lag mit 9,8% am geringsten, der der Resistenzgruppe IV mit 18,7% am höchsten.

Die Ertragswerte der manifesten Reihe sind schwer zu deuten. Der auffallend hohe Ertragsdruck in der Resistenzgruppe I ist vor allem deshalb kaum erklärbar, weil die manifestierenden Stauden lediglich das oben beschriebene, erst spät in Erscheinung tretende Symptom der netzartig wirkenden Nervennekrose aufzeigten, während die Sorten der anfälligeren Gruppen durchwegs mit gut ausgeprägtem Mosaik, die der Resistenzgruppe IV vorwiegend sogar mit Kräuselmosaik reagiert hatten. Bei der für die Einzelstauden stark wechselnden Stärke der Symptome läßt sich auch keine einheitliche Ertragstendenz mehr erwarten.

Bei dem einheitlicheren Krankheitsbild, das in der ausgeprägten Strichelkrankheit bei der alten Y-Stammgruppe gegeben war, ist aber die abnehmende Sortenresistenz bis auf die Resistenzgruppe IV wieder durch ansteigenden Ertragsschaden gekennzeichnet.

Tabelle 7. Relativverträge des Nachbaus geleseter Mutterknollen in Gefäßversuchen unter Freilandbedingungen aus den Infektionsversuchen mit Rippenbräune-Virus und alter Y-Stammgruppe. (Gesund = 100%).

Resistenzgruppe	RBV lat. %	RBV manifest %	alte Y-Stammgruppe manifest %
I	90,2	66,2	49,1
II	88,6	80,4	47,3
III	81,7	84,5	39,4
IV	81,3	75,5	46,5
∅	85,8	76,6	44,9

Die Ertragsfeststellungen des Nachbaus zeigen insgesamt für das Rippenbräune-Virus bei latentem Befall einen Ertragsausfall von 14,2%, bei manifestem Auftreten von 23,4%.

Die Ertragsminderung, die durch die alte Stammgruppe des Y-Virus verursacht wurde, betrug demgegenüber 55,1%. Diese Zahlen, die für die Auswirkung des RBV bzw. der alten Y-Stammgruppe für die Praxis von Wichtigkeit sind, bestätigen unsere bereits früher gemachten Mitteilungen (3) über ertragliche Beeinflussung. Damals waren bei der Zugrundelegung von 31 Sorten folgende Ertragsminderungen ermittelt worden: RBV latent 13,8%, RBV manifest 20,6%, alte Y-Stammgruppe manifest 50,5%.

Zusammenfassung

In Fortführung früherer Versuche wurden im Jahre 1959 wiederum Infektionen mit dem Rippenbräune-Virus und der alten Y-Stammgruppe an 45 Kartoffelsorten im Gewächshaus vorgenommen. Die Ernten der infizierten Stauden wurden klonweise getrennt mit allen Knollen der Augenstecklingsprüfung, der Serologie und dem Abreibetest auf A 6 unterworfen. Das auf Grund dieser Untersuchungen definierte Material kam im Folgejahr zum Nachbau in Gefäßversuchen auf Freilandstellagen und unterlag den gleichen Testverfahren. Der Infektionserfolg, gemessen an der Zahl kranker Knollen je infizierte Staude, war bei den einzelnen Sorten sehr stark diffe-

renziert und ließ eine Einstufung in 4 Resistenzgruppen zu. Diese Resistenzgruppen wurden in ihrer Einflußnahme auf den Frührodungseffekt, auf die Symptomatologie und die Erfassbarkeit durch Serologie und Abreibung in der Augenstecklingsprüfung und im Freilandnachbau betrachtet. Weiterhin wurde die Auswirkung der Sortenresistenz und der beiden Y-Stammgruppen auf die Ertragsminderung untersucht.

Die Sortenresistenz gegenüber den beiden Y-Stammgruppen deckt sich in den extremen Resistenzgruppen mit wenigen Ausnahmen, während in den Mittelgruppen häufiger Überschneidungen vorliegen. Der Frührodungseffekt zeigte sich, bei der alten Y-Stammgruppe wesentlich besser als beim RBV, bei den Sorten mit hoher Resistenz deutlich stärker ausgeprägt als bei den anfälligen Sorten. Für die hier vorliegende Sortenresistenz, allgemein als „Infektionsresistenz“ bezeichnet, ist also eine verschieden schnelle Ausbreitungsmöglichkeit des Virus der ausschlaggebende Faktor.

Für die RBV-Reihe zeigte die Untersuchung in der Augenstecklingsprüfung, daß die anfälligen Sorten dadurch gekennzeichnet sind, daß sie überwiegend manifestieren. Dagegen sind die resistenten Sorten durch einen geringen manifesten Befall und weiterhin in der latenten Phase dadurch charakterisiert, daß sie im Virusspiegel sehr niedrig liegen. Diese Tatsache ist durch einen relativ hohen Anteil infizierter Pflanzen, die in der Serologie nicht mehr faßbar werden und in der Abreibung nur niedrige Läsionszahlen aufweisen, ausgewiesen.

Eine gleiche Tendenz ist beim Nachbau der infizierten Knollen im Freiland festzustellen. Anfällige Sorten mit latentem Befall in der Augenstecklingsprüfung zeigten während der Vegetation im Nachbau bei sämtlichen Stauden einen Durchbruch zu manifesten Krankheitsbildern. Bei hochresistenten Sorten dagegen waren entgegen der Winterbonitur in der Augenstecklingsprüfung die Krankheitsbilder zu einem hohen Prozentsatz bis zur völligen Latenz abgeschwächt. Weiterhin sind 53% (latente Reihe) bzw. 40% (manifeste Reihe) der aufgewachsenen Stauden überhaupt nicht mehr als krank nachweisbar.

Ein Resistenzeinfluß auf die Ertragsminderung war nur in der Tendenz eines stärkeren Rückganges von der hochresistenten Gruppe zur anfälligen Reihe feststellbar. Für die Ertragsauswirkungen der verschiedenen Stammgruppen konnten bereits früher mitgeteilte Ergebnisse wieder bestätigt werden.

Literatur

- ARENZ, B.: Methodische Versuche zur Ermittlung von Resistenztypen bei Y- und Blattrollvirus an 26 Kartoffelsorten. *Der Züchter* **23**, 341—346 (1953).
- ARENZ, B., und W. HUNNIUS: Untersuchungen über die Sortenresistenz gegen verschiedene Y-Virusstammgruppen. *Der Züchter* **28**, 360—366 (1958).
- ARENZ, B., und W. HUNNIUS: Der Einfluß verschiedener Virusarten auf die Ertragsbildung bei der Kartoffel. *Bayer. Landw. Jahrbuch* **36**, 163—173 (1959).
- ROSS, H.: Die Praxis der Züchtung auf Infektionsresistenz und extreme Resistenz (Immunität) gegen das Y-Virus der Kartoffel. *Eur. Potato J.* **3**, 296—306 (1960).
- YARWOOD, C. E.: Mechanical Transmission of Plant Viruses. *Advances in Virus Research* **IV**, 243—278 (1957).