

Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt
für Forst- und Holzwirtschaft, Schmalenbeck

Erste Ergebnisse einer Feldversuchsserie mit Schwarzpappelhybriden (sog. „16-Sorten-Versuch“)

Von H. H. HATTEMER, K. HINKELMANN und E. MASCHNING

Nachdem MÜLLER (MÜLLER und SAUER 1958 u. später) die deutschen Anbauten von Schwarzpappelhybriden im wesentlichen auf Bestände der 16 Altstammsorten zurückgeführt hatte, lag es nahe, diese 16 Klone versuchsmäßig auf ihren Anbauwert zu prüfen. Mit den von MÜLLER und SAUER erarbeiteten Methoden lassen sich zwar auch Altbäume bestimmen, so daß man Anbauerfahrungen wenigstens auf einzelne Klone präzisieren kann, doch haben solche ergänzende Beobachtungen nur untergeordneten Wert; denn genaue Vorstellungen über den Wert oder Unwert eines Klons lassen sich nur durch exakte Vergleiche gewinnen. Voraussetzung für die Anstellung solcher Vergleiche sind aber wiederholte Feldversuche mit zufälliger Anordnung des Versuchsmaterials auf der Versuchsfläche oder innerhalb der einzelnen Wiederholungen.

Diese Erkenntnis führte in den Jahren 1959 bis 1961 zur Anlage der Teilflächen einer Feldversuchsserie, die unter dem Namen „16-Sorten-Versuch“ bekannt wurde. An etwa 30 Anbauorten in der Bundesrepublik wurden unter den verschiedensten standörtlichen Bedingungen Teilversuche angelegt, um zunächst eine möglichst breite und verlässliche Basis für die Einschätzung des mittleren Werts der einzelnen Klone zu erhalten und um darüber hinaus die unterschiedliche Reaktion der Klone auf Milieufaktoren des Anbauorts erkunden zu können. Umfangreiche Versuchsserien wie diese bieten die einzige mögliche Handhabe für die Auffindung von Unterschieden zwischen bereits vorgeprüften Klonen, die wiederum unmittelbar in der Praxis Anwendung finden sollen.

Es sei hier hervorgehoben, daß die Autoren weder mit der Planung noch mit der Durchführung des Experiments befaßt waren, sondern daß ihnen nur die züchterische Auswertung obliegt, die vorläufig rein ertragskundlich orientiert ist; in Anbetracht des geringen Alters der Versuchsbäume ist jedoch Beschränkung auf das Merkmal Höhenwachstum (hier im Alter von 4 Vegetationsperioden nach der Pflanzung) geboten.

Material und Methoden

Die Versuche wurden mit 1- auf 2jährigen Pflanzen im Verband 4×5 m in verschiedenen Gitteranlagen ausgepflanzt: balancierte Gitter sowie Vier- und Dreisatzgitter mit oder ohne Wiederholungen des Grundplans. Dadurch sollte an den einzelnen Versuchsorten eine Senkung der Versuchsfehler und damit eine Erhöhung der Genauigkeit von Klonvergleichen in Einzelversuchen erreicht werden. Denn die Erfahrung lehrt, daß auch für so geringe Anzahlen von Sorten wie 16 die Versuchsanlage in unvollständigen Blocks genauer ist, zumal eine Parzelle mit 2 Bäumen 50 m^2 und eine Wiederholung damit 800 m^2 Fläche umfaßt.

Bei der hier vorgenommenen Auswertung eines Teils der Serie wurde die Information durch Ausscheidung unvollständiger Blocks zunächst vernachlässigt, sie wird aber später im Zusammenhang mit der Ermittlung spezieller Reaktionsweisen der Klone auf das Milieu erhöhte Bedeutung erlangen.

Die Tatsache ungleicher Anzahlen von Wiederholungen an den einzelnen Versuchsorten bringt aber einige Probleme mit sich, wenn man alles Material benutzen und sich nicht durch Weglassen einzelner überzähliger Wiederholungen völlig „orthogonale“ Verhältnisse schaffen will. Der varianzanalytischen Auswertung liegt nämlich folgendes Modell zugrunde:

$$x_{ijk} = \mu + c_i + p_j + (cp)_{ij} + r_{jk} + e_{ijk}$$

wobei

- x_{ijk} = Höhenwachstum des i -ten Klons in der k -ten Wiederholung am j -ten Versuchsort
- μ = Mittelwert der Grundgesamtheit
- c_i = Effekt des i -ten Klons bezüglich μ ; $i = 1, 2, \dots, I$
- p_j = Effekt des j -ten Versuchsorts bezüglich μ ; $j = 1, 2, \dots, J$
- $(cp)_{ij}$ = Wechselwirkung zwischen dem i -ten Klon und dem j -ten Versuchsort
- r_{jk} = Effekt der k -ten Wiederholung am j -ten Versuchsort; $k = 1, 2, \dots, n_j$
- e_{ijk} = Fehler.

Darin werden alle Effekte außer μ als zufällige Variable aufgefaßt, die untereinander nicht korreliert sind. Aus rechnerischen Gründen wurde zunächst wegen der Nichtorthogonalität eine nach HENDERSON (1953) (s. auch HARVEY 1960) vereinfachte Varianzanalyse durchgeführt. Diese liefert zwar erwartungstreue Schätzungen der einzelnen Varianzkomponenten, ist aber andererseits nicht voll effizient und gestattet keine F -Tests. Man kann sich jedoch auf den Standpunkt stellen, daß Signifikanz der Klonunterschiede ohnehin vorauszu setzen sei; diese ist eigentlich kein Bestandteil der sogenannten statistischen Analyse. Andererseits ist das Vorhandensein einer Wechselwirkung zwischen Klonen und Milieu am Anbauort erstens zu postulieren, zweitens im Sortenversuchswesen die Regel. Wir können uns also auf die Gewinnung der anderen in einem Experiment erhaltenen Information beschränken. Der Rechenaufwand für die Auswertungsarbeiten erhöht sich je nach dem Grad der Nichtorthogonalität beträchtlich, so daß der Übergang auf maschinelle Datenverarbeitung geboten ist.

Die Anlage der Feldversuche erfaßte teilweise auch Standorte, die für Schwarzpappeln ganz allgemein als nicht sehr günstig zu beurteilen sind. Damit war beabsichtigt, Klone aufzufinden, die sich auf extremen Standorten besonders stark vom Mittel der Versuche abhoben. Doch führte die Ungunst der Standortsverhältnisse bereits nach vier Jahren zum Ausfall

zahlreicher Bäume. In all diesen Fällen muß also der Wert eines einzigen Baumes als Schätzung des Parzellenmittels angesehen werden. Doch fehlen bereits heute auch so zahlreiche Parzellen, daß man deren fehlende Mittelwerte nicht mehr unter den üblichen vereinfachenden Annahmen aus dem sonstigen Material schätzen kann. Dies zwingt zur Weglassung der Wiederholungen, in denen Parzellen ganz fehlen, oder zur Betrachtung der Versuche als völlig zufällig, d. h. zur Vernachlässigung der Anlage in Wiederholungen. Dadurch gehen in den „gepoolten“ Versuchsfehler alle Unterschiede zwischen Parzellen ein, die vorher durch die Wiederholungen eliminiert werden konnten. Es liegt auf der Hand, daß damit die Versuche weniger effizient werden. In dieser ersten Auswertung über einen Teil der Anbauorte wurden zunächst nur Versuche mit mindestens zwei vollständigen Wiederholungen benutzt, und von diesen Versuchen wiederum nur die vollständigen Wiederholungen. Da zur Ausschöpfung der anderen im Versuch enthaltenen Informationen aber auch alle anderen, unvollständigen Wiederholungen herangezogen werden müssen, wurde gewissermaßen als Prognose für den Verlust an Genauigkeit bei den späteren Auswertungen die Effizienz der Ausscheidung von Wiederholungen geschätzt.

Noch in einer anderen Hinsicht ist die hier ausgewertete Stichprobe nicht unbedingt repräsentativ für die gesamte Versuchspopulation: Es wurden nur die Bäume berücksichtigt, die niemals den Leittrieb verloren hatten. Die geschätzten Mittelwerte und Varianzen gelten also nur für scheinbar ungestörtes Wachstum. Es ist zu erwarten, daß die Hinzunahme der auf manchen Flächen häufigen Kümmerer die Reihenfolge der Klone im Höhenwachstum verschieben wird, doch werden Sorteneigenschaften wie Resistenz gegen parasitische und atmosphärische Einwirkungen erst später auf ihre ertragskundliche Bedeutung untersucht werden.

Ergebnisse

Tab. 1 enthält die Varianzanalyse der Erhebungen des Höhenwachstums bis zum Ende der vierten Vegetationsperiode nach der Pflanzung an 8 Versuchsorten. Diese 8 sind in den 13 enthalten, deren Ergebnisse Tab. 2 wiedergibt. Sie enthalten insgesamt 45 komplette Wiederholungen und wurden deshalb eigens ausgesucht, da bei ihnen nur 4% aller Bäume fehlen, so daß 92% aller Parzellenmittel auch tatsächlich aus den Werten zweier Klonenteile geschätzt wurden. Die Ergebnisse dieser gut gelungenen Versuche eignen sich daher besonders für Untersuchungen hinsichtlich der Methodik künftiger Experimente im Pappelartenversuchswesen.

Durch die Hinzunahme fünf weiterer Versuchsorte in Tab. 2 erhöhte sich die Zahl der Wiederholungen hier auf 56. Aus beiden Varianztabellen ist ersichtlich, daß die Varianz der Wechselwirkung zwischen Klone und Versuchsorten in der Größenordnung der Varianz aus Klonunterschieden liegt; zusammen mit dem gepoolten Versuchsfehler führt diese Varianz zu einer Senkung der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse hinsichtlich der Klonmittel von 1 auf 0.88 im Fall der 13 Versuchsorte und auf 0.80 im Fall der 8 Versuchsorte. Aus den Ergebnissen der Varianzanalysen ist weiter abzuleiten (auf Einzelheiten der

Tabelle 1. Höhenwachstum der 16 Altstammsorten an 8 Versuchsorten bis zum 4. Jahre nach der Pflanzung; Streuungszerlegung.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	s ²
Klone	15	304 471.4	20 298.1	359.4
Versuchsorte	7	4 098 677.4	585 525.3	6 401.9
Interaktion	105	413 869.2	3 941.6	331.0
Wiederholungen	37	524 206.9	14 167.8	754.2
Fehler	555	1 166 161.7	2 101.2	2 101.2
Gesamt	719	6 507 386.6		

Tabelle 2. Höhenwachstum der 16 Altstammsorten an 13 Versuchsorten bis zum 4. Jahre nach der Pflanzung; Streuungszerlegung.

Variationsursache	FG	SQ	MQ	s ²
Klone	15	395 196.0	26 346.4	405.8
Versuchsorte	12	4 744 661.8	395 388.5	5 597.9
Interaktion	180	585 524.7	3 252.9	269.0
Wiederholungen	43	777 566.9	18 083.0	997.5
Fehler	645	1 369 399.6	2 123.1	2 123.1
Gesamt	896	7 872 349.0		

Methodik solcher Schätzungen kann hier nicht eingegangen werden), daß ein Pappelzüchter nur etwa eine „Wiederholbarkeit“ von 0.15 erreicht, wenn er seine Sortenprüfungen nur an einem Anbauort durchführt. Diese Größenordnung bezieht sich aber wiederum auf den speziellen Fall, daß sein Versuchsfeld als einigermaßen repräsentativ für die künftigen Anbauorte der von ihm entwickelten Sorten gelten kann. Man kann diese Schätzung auch dahingehend interpretieren, daß dieser Pappelzüchter nur 15% der möglichen Information über den Wert seiner Klone erhält.

Betrachten wir nun die in Tab. 2 erfaßten 13 Versuchsorte als repräsentative Stichprobe des Anbaugebiets der 16 Klone, so können wir folgern, daß es eigentlich gar keiner weiteren Versuche bedürft hätte, um mit ausreichender Sicherheit etwa den im Mittel höchsten Klon aufzufinden. Der 16-Sorten-Versuch als zumindest mittelfristiger Versuch (Pflanzverband 5 × 5 m) sollte jedoch über zahlreiche andere Fragestellungen Auskünfte vermitteln, daher war die Anlage von etwa 30 Teilversuchen auch gerechtfertigt. Die Ausscheidung von Wiederholungen war relativ wirksam, sie erhöhte die Aussagekraft der Versuche durchschnittlich auf 136 (8 Flächen) bzw. 147% (13 Flächen). Die Unmöglichkeit der Nutzung dieser Information bei Erfassung des gesamten Materials wird also zu einer merklichen Schmälerung der Aussagekraft der Ergebnisse führen.

Die Klonmittelwerte in Tab. 3, die mit einem Plus- oder Minuszeichen versehen sind, unterscheiden sich signifikant positiv oder negativ vom Gesamtmittel der Serie. Die Grenzdifferenz oder kleinste signifikante Differenz für $P = 0.05$ wurde unter Einbeziehung der Interaktionsvarianz geschätzt.

Vergegenwärtigen wir uns, daß die Varianz der Wechselwirkung durch von Ort zu Ort verschiedene Differenzen der Klonmittel vom jeweiligen Versuchsmittel zustande kommt, dann können wir daraus schließen, daß diese Erscheinung (die bei biologischen Objekten zunächst vorauszusetzen ist) Verschiebungen in der Reihenfolge der Klone an den einzelnen Versuchsorten zur Folge hat. In Tab. 3 sind dementsprechend die Reihenfolgen der Sorten selbst in den beiden Spalten für die Mittel über 45 bzw. 56 Par-

Tabelle 3. Klonmittel (in cm) im Höhenwachstum bis zum Ende der vierten Vegetationsperiode nach der Pflanzung an 13 Versuchsorten (für die ersten 8 Orte wurden ebenfalls die Gesamtmittel berechnet); die Reihenfolge der Klone ist die des Rangs im Gesamtmittel über alle 13 Versuchsorte.

Klon	Versuchs-Ort	1 Pa9	2 Pa10	3 Pa19	4 Pa23	5 Pa24	6 Pa27	7 Pa28	8 Pa29	\bar{x} 8 Orte	9 Pa33	10 Pa21	11 Pa17	12 Pa12	13 Pa16	\bar{x} 13 Orte
	Zahl der Wiederhol.	8	4	8	4	7	4	5	5		2	2	2	2	z	56 ¹
Missouriensis		573	312	559	526	332	373	470	452	463+	484	378	444	272	443	455+
Drömling		569	344	523	486	325	331	445	420	444	441	320	503	318	420	436+
Regenerata D.		506	340	523	521	335	359	464	396	439	489	408	459	278	435	433
Gelrica		509	351	474	500	328	360	454	459	435	457	340	437	322	463	428
Robusta		524	306	543	420	302	400	455	426	435	467	385	385	275	410	425
Brabantica		534	384	491	458	277	363	432	443	430	374	350	435	282	423	421
Neupotz		556	324	494	496	285	321	421	395	423	491	403	425	239	400	418
Löns		459	370	493	554	291	366	429	426	424	439	350	430	302	395	413
Grandis		444	331	512	551	325	346	430	414	423	380	350	378	305	413	412
Serotina		465	343	486	445	323	360	442	440	419	419	350	389	270	435	410
Leipzig		494	318	484	448	307	366	403	407	412	395	345	445	240	453	407
Virginiana de Frignicourt ²		456	312	485	535	333	288	417	381	408	418	343	403	279	393	403
Eckhof		479	332	471	450	286	310	419	397	401	402	335	420	229	395	396
Flachsländen		508	330	496	424	286	340	396	391	408	333	345	350	248	375	392
Forndorf		453	333	483	478	285	328	402	378	399	344	350	348	325	385	390
Marilandica		419	292	451	421	280	286	380	388	372-	321	283	405	226	390	364-

¹ Die Mittel dieser Spalte wurden unter Hinzunahme einer weiteren Wiederholung bei Pa19 geschätzt. — ² früher Eukalyptus.

zellen an 8 bzw. 13 Versuchsorten noch geringfügig verschieden. Betrachten wir die Werte der Einzelversuche etwas näher, so schneidet der im Mittel höchste Klon Missouriensis nur an 3 von 13 Versuchsorten als höchster ab, während der im Mittel weit unterlegene Klon Marilandica nur an 8 von 13 Versuchsorten absolut unterlegen ist. Auch bei dem im Mittel an vorletzter Stelle stehenden Klon Forndorf ist dieses ungleichmäßige Verhalten zu erkennen: er schneidet an 2 Orten als niedrigster ab und nimmt nur an 2 weiteren Orten die vorletzte Stelle ein. Weitere Beispiele dieser Art lassen sich auch für die anderen Klone anführen. Da sich nun einige Klone offensichtlich variabler oder instabiler verhalten als andere (etwa Forndorf mehr als Marilandica, wenn wir bei qualitativer Betrachtungsweise bleiben), so dürfte es auch der Mühe wert sein, die besonders „ertragsstreuende“ Klone herauszuarbeiten, die auch unter verschiedenen Standortsverhältnissen ein gewisses Leistungsniveau beibehalten und deren Anbau daher weniger Risiken für den Waldbesitzer in sich birgt. Das von WRICKE (1962) vorgeschlagene Verfahren der Schätzung der ökologischen Streubreite von Sorten wird sich auch auf eine Feldversuchsserie wie diese anwenden lassen, erscheint aber erst für das Höhenwachstum in späteren Jahren von eigentlicher Bedeutung. Die Auslese betrachtet zudem nicht nur das Merkmal Höhenwachstum, sondern auch die beiden anderen ertragsbildenden Faktoren Durchmesser und Formzahl sowie Resistenz-, Form- und Holzmerkmale; dadurch erhält die Entscheidung bei der Auslese einen größeren Wirkungsgrad, wird aber auch schwieriger.

Es bleibt in den nächsten Jahren zu klären, auf welche Milieu faktoren die einzelnen Klone nun am lebhaftesten reagieren, d. h. welche Milieu faktoren für die Wechselwirkung zwischen Klonen und Standorten verantwortlich sind. Die Folgerungen für den Züchter, der aus einer gegebenen Anzahl von Klonen nach einer baumschulmäßigen Vorprüfung den raschestwachsenden auffinden will, liegen allerdings schon jetzt auf der Hand. Die Interaktion kann in gewisser Hinsicht für den Züchter den Charakter

einer Fehlergröße annehmen, die er weiter analysieren muß, um Anbauempfehlungen der von ihm produzierten Klone geben zu können.

Wenn FRÖHLICH (1964) die Pappel als bisher einzige züchterisch bearbeitete Baumart betrachtet, so trifft das nur insofern zu, als bisher einzig und allein bei Pappeln das Stadium der Handelssorte erreicht ist, auch wenn diese Handelssorten eigentlich erst jetzt einer exakten Prüfung unterzogen werden können. FRÖHLICH erwähnt auch nicht das Vorhandensein dieses Versuchs, der über die von ihm aufgeführten Fragen die Antwort liefern kann.

Abschließend sei auf die relativ große Differenzierung der Versuchspopulation hingewiesen. Das Vorhandensein größerer Unterschiede zwischen hier und dort „zufällig“ entstandenen Klonen ist auch nicht weiter verwunderlich, so daß selbst innerhalb des Komplexes der Altstammsorten bei Auslese auf rasches Höhenwachstum sicher noch gute Fortschritte zu erwarten sind. Das beim Bundesinstitut in Schmalenbeck laufende Prüfprogramm für Pappelklone umfaßt derzeit bereits 117 Klone der Sektionen Aigeiros und Tacamahaca und stützt sich daher auf eine wesentlich breitere Grundlage. Die Pläne sind entsprechend dem heutigen Stand der Feldversuchsmethodik ähnlich denen, die E. SAUER dem 16-Sorten-Versuch zugrunde legte, so daß die Resultate aus diesen erheblich größeren Versuchspopulationen die heute bestehenden Probleme der Sortenwahl und Sortenprüfung werden verringern helfen.

Zusammenfassung

1. Die Höhenmessungen im Alter von vier Jahren an einer nicht orthogonalen Feldversuchsserie mit den 16 Altstammsorten der Schwarzpappel ergaben beträchtliche Klonunterschiede. Die Varianz der Interaktion zwischen Klonen und Anbauorten kann hier nicht auf Signifikanz getestet werden, ist aber bemerkenswert hoch.

2. Der Unterschied zwischen den Mitteln des höchsten Klons Missouriensis (455 cm) und des niedrigsten Klons Marilandica (364 cm) beträgt schon in diesem vergleichsweise geringen Alter fast einen

Meter. Für das Merkmal Höhenwachstum wird auf die Möglichkeiten der Auslese zwischen den Alttammsorten hingewiesen.

3. Der Wert von Versuchsserien für die Gewinnung von Anbauempfehlungen sowie für die Erarbeitung von Verfahren bei der Klonauslese forstlicher Sorten wird diskutiert.

Literatur

1. FRÖHLICH, H. J.: Die Exkursion des Zentral-europäischen Pappelkongresses unter dem Blickwinkel

aktueller Fragen der Pappelwirtschaft in Deutschland. Der Forst- u. Holzwirt 19, 249–253 (1964). — 2. HARVEY, W. R.: Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv., 1960. — 3. HENDERSON, C. R.: Estimation of variance and covariance components. Biometrika 9 (1953). — 4. MÜLLER, R., und E. SAUER: Alttammsorten der Schwarzpappelbastarde. Sonderdrucke aus Holz-Zentralblatt 1957–1961. Erw. Ausg. Stuttgart 1961. — 5. WRICKE, G.: Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzüchtung 47, 91–96 (1962).

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

Zur Aggressivität der Fuß- und Brennfleckenkrankheitserreger von *Pisum sativum* L.¹

Von E. CLAUSS

Mit 2 Abbildungen

Ihrer weiten Verbreitung und dem Ausmaß ihrer Schadwirkung entsprechend, können *Ascochyta pisi* Jones, *A. pinodella* Lib. und *Mycosphaerella pinodes* (Berk. et Blox.) Stone als die wichtigsten Erreger von Fuß- und Brennfleckenkrankheiten der Erbse gelten. Die gefährlichste der drei miteinander verwandten Arten ist erfahrungsgemäß die *Mycosphaerella*. Zahlreiche Notizen über Ertragsausfälle im Erbsenanbau aus allen Teilen der Erde, die allein auf diese Art zurückzuführen sind, wurden schon von BAUMANN (1953) zusammengestellt. In den deutschen Anbaugebieten sind jedoch die *Ascochyta*-Arten, vor allem *A. pinodella* vorherrschend (NOLL 1939), *M. pinodes* wird nur relativ selten gefunden. Die Ursache dafür besteht darin, daß *M. pinodes* die klimatisch maritimen Gebiete bevorzugt. Die Hauptverbreitungsgebiete der *Ascochyta*-Arten liegen dagegen in den kontinentalen Regionen. Unabhängig von der klimatisch bedingten Bevorzugung bestimmter Verbreitungsgebiete ist vergleichenden Untersuchungen zu entnehmen, daß sich die Pathogene in ihrer Aggressivität deutlich voneinander unterscheiden. Bereits JONES (1927) fand für *M. pinodes* eine kürzere Inkubationszeit und eine größere Schadwirkung als für *Ascochyta pisi*. SÖRGEL u. UNGER (1954) konnten Infektionsversuchen und den Beobachtungen des Befallsverlaufes an Stengeln, Blättern und Hülsen von Erbsen entnehmen, daß *M. pinodes* die aggressivste und am stärksten schädigende Art ist; *A. pinodella* folgt in einem gewissen Abstand, und als am wenigsten schädigend steht *A. pisi* an letzter Stelle.

Wir fanden nun eine interessante Übereinstimmung der Aggressivitätsabstufung mit der Pektinase- bzw. Cellulaseproduktion der Pathogene. Über den Nachweis von Pektinasen und Cellulasen in den Kulturfiltraten der drei Pilze haben wir bereits berichtet (CLAUSS 1963). Es ist bekannt, daß derartige Fermente von einer ganzen Reihe bakterieller und pilzlicher Pflanzenparasiten gebildet werden und in den Pathogenen eine wichtige Rolle spielen (z. B. WOOD 1960).

Die Aktivität der Fermente wurde im wesentlichen mit den Methoden unserer früheren Versuche nachgewiesen. Als Nährsubstrat verwendeten wir jedoch filtriertes 2%iges Erbsensamenschalendekokt (Sorte 'Wunder von Kelvedon') und setzten je Kultur (1250 ml) 2 g Pektin,

2 g Carboxymethylcellulose und 50 mg Stickstoff als Calciumnitrat zu. Um die Fermentproduktion der drei Pilze nach 1 Woche Bewuchs vergleichen zu können, wurden bei der Einengung der Kulturfiltrate für 600 mg Mycel (Tr.-gew.) 800 ml Filtrat festgesetzt; wir berücksichtigten die Differenzen in der Mycelentwicklung und konzentrierten die errechneten Filtratmengen schonend auf 80 ml. Ansätze für die Viskositätsmessungen: a) Pektinase-Aktivität: 25 ml 2%iges Pektin aus Äpfeln (Fa. C. Roth, Karlsruhe) + 15 ml Phosphatpuffer pH 7,16 + 5 ml H₂O + 5 ml konz. Kulturfiltrat. b) Cellulase-Aktivität: 25 ml 3%ige Carboxymethylcellulose + 15 ml Puffer pH 7,16 + 10 ml konz. Kulturfiltrat.

Nach den Ergebnissen unserer Versuche (Abb. 1) verfügt die *Mycosphaerella* über die höchste Pektinase-Aktivität; unter den angewandten Versuchsbedingungen wurde die Anfangsviskosität der Pektinlösung innerhalb von 55 min um 69% reduziert. *A. pinodella* folgt mit geringfügig niedrigerer Pektinase-Aktivität: Reduktion der Anfangsviskosität innerhalb 55 min um 67%. Diese wenn auch recht kleine Differenz zwischen *M. pinodes* und *A. pinodella* ließ sich trotzdem in mehreren Versuchsserien immer wieder feststellen. Vergleichsweise auffällig niedrig ist dagegen die pektolytische Aktivität von *A. pisi*: Reduktion der Anfangsviskosität in 70 min nur um 6%!

Hinsichtlich der Cellulaseproduktion sind die Unterschiede zwischen den drei Pilzarten noch deutlicher (Abb. 2). Die höchste Cellulase-Aktivität fanden wir ebenfalls bei *M. pinodes*; bereits nach 75 min Ver-

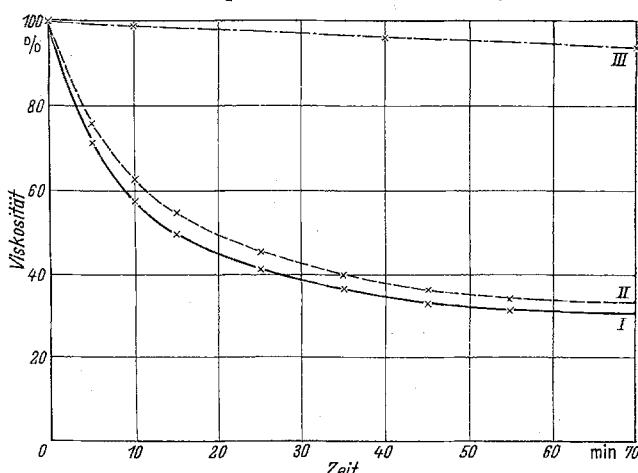


Abb. 1. Pektolytische Aktivität der Kulturfiltrate von *Mycosphaerella pinodes* (I), *Ascochyta pinodella* (II) und von *A. pisi* (III). Die bleibende Restviskosität beträgt 21%.

¹ Quedlinburger Beiträge z. Züchtungsforschung Nr. 62