

milieu gélosé avec 10% de saccharose. Les deux autres feuillus: *Betula papyrifera* et *Ulmus americana* donnèrent des résultats médiocres dans ces expériences. Il est probable que des causes autres que les conditions de conservation et de germination en sont surtout responsables. La vitesse de germination et la longueur du tube pollinique ont été mesurées et une corrélation positive décelée entre ces deux facteurs. De nouvelles études sont nécessaires et vont être entreprises.

References

BRINK, R. A.: The Physiology of Pollen. Amer. Journ. Bot. 11, 218—228, 283—294, 351—364, 417—434 (1924). — BUCHHOLZ, J. T., and BLAKESLESS, A. J.: Pollen Tube Growth at Various Temperatures. Amer. Journ. Bot. 14, No. 7, 358—369 (1927). — DUFFIELD, J. W., and SNOW, A. G., Jr.: Pollen longevity of *Pinus strobus* and *Pinus resinosa* as controlled by temperature and humidity. Amer. Journ. Bot. 28, 175—177 (1941). — DUFFIELD, J. W.: Studies of Extraction, Storage and Testing of Pine Pollen. Z. Forstgenetik 3, 39—45 (1954).

— DURHAM, O. C.: The Pollen Harvest. Econ. Bot. 5, No. 3, 211—254 (1951). — ERDTMAN, G.: Do you Collect Pollen? New York Botanical Garden Journ. 48, No. 575, 245—253 (1947). — ERDTMAN, G.: Introduction to Pollen Analysis. Chronica Botanica Publ. Co. Waltham, Mass., 1943. — ERDTMAN, G.: Pollen Morphology and Plant Taxonomy of Angiosperms. Almquist and Wiksell, Stockholm, 1952. — JOHNSON, L. P. V.: Storage and Artificial Germination of Forest Tree Pollen. Canad. Journ. Res. 21, C, 332—342 (1943). — JOHNSON, N. C.: Pollen. Nature Magazine 28, No. 2, 73—76 (1936). — KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Zweite Auflage, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1954. — RIGHTER, F. I.: A Simple Method of Making Pine Pollen Germination Tests. Journ. Forestry 37, 574—576 (1939). — SANTAMOUR, F. S., and NIENSTAEDE, HANS: The Extraction, Storage, and Germination of Eastern Hemlock Pollen. Journ. Forestry 54, No. 4, 269—270 (1956). — WALDERDORFF, M. V.: über die Kultur der Pollenschläuche und Pilzmyzelien auf festem Substrat bei verschiedener Luftfeuchtigkeit. Bot. Arch. 6, 84—110 (1924). — WODEHOUSE, R. P.: Pollen Grains and Worlds of Different Sizes. Scientific Monthly 40, No. 1, 58—62 (1935). — WODEHOUSE, R. P.: Pollen Grains. McGraw Hill Publishers, New York, 1935.

(Aus dem Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München)

Keimschnelligkeit als Erbeigenschaft

Von G. SCHELL

(Eingegangen am 11. 11. 1959)

Unter Keimschnelligkeit — früher auch Keimenergie genannt — versteht man den Prozentsatz keimfähiger Samen, der in einem bestimmten verkürzten Abschnitt des gesamten Keimzeitraumes keimt. Der Zeitraum zur Bestimmung der Keimfähigkeit und der verkürzte Zeitabschnitt zur Ermittlung der Keimschnelligkeit sind nach Baumart verschieden; ihre Zeitdauer ist für die amtliche Samenprüfung im sog. landwirtschaftlichen Methodenbuch (EGGEBRECHT 1949) verbindlich festgelegt. Bei Fichte zum Beispiel beträgt die Zeitspanne zur Feststellung der Keimschnelligkeit 7 Tage, bei Kiefer nur 4 Tage. Während die Frage der Keimschnelligkeit bisher hauptsächlich im Zusammenhang mit der Pflanzenausbeute, also mit dem Pflanzenprozent eine Rolle spielte, wurde sie erneut aktuell im Zusammenhang mit Fragen der forstlichen Genetik und Züchtung (BARTELS 1953, SCHRÖCK und STERN 1953, E und M. ROHMEDE 1955).

Auf die Einmaligkeit der Erscheinung der Lebewesen Waldbäume haben besonders KÖSTLER (1950) und ROHMEDE (1953) hingewiesen. Die mehr oder minder deutlich wahrnehmbaren Unterschiede von einem zum anderen Einzelbewesen auch innerhalb der kleinsten Einheit unseres botanischen Systems, nämlich der Varietät oder Sorte, sind durch den Erbanlagenbestand bestimmt. Das durch den Erbanlagenbestand in seinem Grundtyp bestimmte Erscheinungsbild wird jedoch stark durch die Umweltbedingungen variiert. Ebenso wie die einzelnen Pflanzen sind auch die einzelnen Samen einer Saatgutpartie niemals von gleichem Wert. Sie unterscheiden sich, wenn man sie zum Beispiel in entsprechend großer Vergrößerung betrachtet, in morphologischen Eigenschaften, z. B. Länge, Breite, Form, Wölbung, Farbe usw. und außerdem in ähnlicher Weise in ihrem keimungsphysiologischen Verhalten. Diese Unterschiede können ihre Ursache in der verschiedenen genetischen Ausrüstung der Samen haben, liegen aber meist in scheinbaren Zufälligkeiten begründet, die in ihrer Gesamtheit von GERM (1953) im Unterschied zur genetischen Ausrüstung als somatische Ausrüstung bezeichnet werden. Eigene Untersuchungen über

die Faktorenabhängigkeit der Keimschnelligkeit haben gezeigt, daß die Keimschnelligkeit weit mehr als die Keimkraft durch topo-, cyclo- und perigene Einflüsse bestimmt wird. Hinzu kommen die vielfältigen Wirkungen der Umweltfaktoren während der eigentlichen Keimung, d. h. vom Zeitpunkt des Einquellens ab. Im Ganzen wird die Keimschnelligkeit so sehr durch Faktoren der Umwelt bestimmt, daß diese in ihrer starken Wirkung eine erblich bedingte, von den Durchschnittswerten abweichende Keimschnelligkeit oder Keimverzögerung wohl in den meisten Fällen verdecken werden. Dies und die Schwierigkeit, die Einflüsse der einzelnen Faktoren klar abzugrenzen, sind wohl die Gründe, daß nur wenige Arbeiten bekannt sind, deren Ergebnisse darauf hinweisen, daß die Keimschnelligkeit als Individualeigenschaft und damit als kennzeichnendes Merkmal für die Verschiedenheit in der Erbanlage innerhalb einer Art angesprochen werden kann.

Es interessiert vor allem die Frage, ob eine keimungsphysiologische Eigenschaft wie die Keimschnelligkeit als charakteristisch für eine Populations- oder Individualnachkommenschaft gelten kann und sich als signifikantes und auf die weitere Leistung des Sämlings über das Stadium der Keimung hinaus etwas aussagendes Merkmal bei Fröhsten zur Nachkommenschaftsprüfung verwenden läßt. Die Eignung der Keimschnelligkeit als Testfaktor wird von einigen Autoren z. B. für Provenienz-Diagnose bejaht (KARSCHON 1949 und HAASIS und THRUPP 1931) und für Wuchskraftprognosen zunächst in Frage gestellt (SCHRÖCK 1951, SCHRÖCK und STERN 1953).

1888 beschreiben NOBBE und Mitarbeiter in der Arbeit „Über den Einfluß der Keimungsenergie der Samen auf die Entwicklung der Pflanzen“, daß man an Levkojen bei allen beobachteten Sorten feststellen konnte, daß u. a. die schnellkeimenden überwiegend gefüllte, die träge keimenden Samen ebenso überwiegend einfache Blumen lieferten. Daß die Anlage zu schneller Keimung in diesem Fall erblich bedingt ist, erhielten die Verfasser durch nachfolgend durchgeführte Kreuzungsversuche bestätigt. Arbeiten von KAPPER (1957) haben später gezeigt, daß gefüllte Levko-

jen im homozygoten Zustand absolut steril sind. Damit können sie immer nur aus einfach blühenden Samenpflanzen, die heterozygotisch die Erbanlage für gefüllt enthalten, entstehen. Es gelingt daher niemals eine hundertprozentig gefüllte Nachkommenschaft zu erhalten, vielmehr muß ein Verhältnis einfach und gefüllt blühender Typen von ungefähr 50 : 50% hingenommen werden. KAPPERT entdeckte 1940 eine für die Züchtung solch gefüllter Levkojen ausnutzbare Koppelung verschiedener Eigenschaften. Als geeignet erwies sich ein Gen, das homozygotisch einen schwachen Chlorophylldefekt, eine hellgrüne Laubfärbung hervorrief. Dieses Gen ist rezessiv und im Füllungschromosom lokalisiert. Pflanzen mit einer hellen Blattfärbung, die sich bereits an den Kotyledonen zeigt, besitzen daher auch den Füllungsfaktor homozygotisch und zwar innerhalb eines Fehlerbereiches von 2%, wie KAPPERT zeigen konnte. Damit wurde dieser Chlorophyllfaktor als Markierungsgen und vorläufig einziger „Signalfaktor“ von größter Bedeutung für die Levkojenkultur, da einfach blühende Levkojen im Gärtnereibetrieb praktisch wertlos sind.

Es wäre nun zu untersuchen, ob diese Auslese auf Blütenfüllung sich nicht noch weiter im Stadium der Keimung vorverlegen läßt, indem man sich die Beobachtung von NOBBE, daß die schnellkeimenden Samen überwiegend gefüllte Blüten lieferten, zunutze macht. Es wäre zu untersuchen, ob neben dem genannten Chlorophyllfaktor nicht etwa die unter kontrollierten Bedingungen feststellbare Keimschnelligkeit als „Signalfaktor“ in der Praxis zu verwenden wäre. Genaue und eingehende Untersuchungen der von NOBBE beobachteten Koppelungserscheinung — auch auf ihre praktische Anwendbarkeit — wäre Voraussetzung. Ob und inwieweit solche Untersuchungen bereits geführt wurden, ist dem Verfasser nicht bekannt.

KARSCHON (1949) hat bei der Entwicklung „eines einfachen Verfahrens der Provenienzdiagnose“ Versuche über die Beziehung zwischen Keimgeschwindigkeit und Herkunft der Kiefern Samen autochthoner Bestände durchgeführt. Mit Hilfe der Korrelationsrechnung fand KARSCHON einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Höhe ü. d. M. des Herkunftsortes und der Keimgeschwindigkeit der Samen aus autochthonen Beständen. Unter bestimmten Keimbedingungen nahm die Keimschnelligkeit mit zunehmender Höhe des Herkunftsortes so gesetzmäßig ab, daß KARSCHON die Möglichkeit gegeben sieht, aus den erhaltenen Keimschnelligkeitswerten die Höhe ü. d. M. der Herkunft schweizerischen Kiefern Samens annähernd bestimmen zu können. Voraussetzung für solche Untersuchungen ist, daß das zu untersuchende Saatgut weder durch Lagerung noch durch Aufbereitung geschädigt wurde.

HAASIS und THRUPP (1931) untersuchten die gleichen Beziehungen zwischen Samenkeimung und Herkunft bei *Pinus contorta murrayana* (BALF.) ENGELM. und fanden wie WIBECK für *Pinus sylvestris* (1917), daß die Keimgeschwindigkeit mit der Höhe ü. d. M. oder der mittleren Temperatur der Monate Juli bis September des Herkunftsortes der Samen korreliert. Eine ähnliche Korrelation zeigte sich zwischen dem absoluten Samengewicht (1000-Korngewicht) und der Höhenlage und der geographischen Breite (SCHMIDT, W., 1930, VINCENT, 1939, SIMAK und GUSTAFSSON, 1954).

Es liegt zunächst nahe, diese Zusammenhänge als vorwiegend genetisch bedingt zu interpretieren. Es ist jedoch zu beachten, daß hier verschiedene Rassen und Herkünfte verglichen wurden, die den untersuchten Samen nicht unter vergleichbaren Umweltbedingungen produziert haben. Diese Untersuchungen bringen also keine eindeutige Klärung, ob diese Sameneigenschaften durch perigene Ein-

flüsse bewirkt werden oder ob es sich um selektive Wirkungen handelt. Die Entscheidung darüber können erst exakte Anbauversuche gleicher Herkünfte in verschiedenen Höhenlagen und verschiedener geographischer Breite oder umgekehrt Anbauversuche mit Herkünften verschiedener Höhenlage an einem Anbauort oder noch besser vergleichende Untersuchungen an Samen von Mutterbäumen und erbgleichen Pfropflingen liefern.

Solch vergleichende Untersuchungen führten SIMAK und GUSTAFSSON (1954) an skandinavischen Kiefern Samen durch. Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen zwar den beobachteten Effekt, daß die Keimschnelligkeit der Samen mit der Höhenlage ü. d. M. und dem Breitengrad korreliert. Jedoch darf die festgestellte Keimungsverzögerung mit zunehmender Höhe ü. d. M. und zunehmender nördlicher Lage nicht in erster Linie genetisch gedeutet werden. Vielmehr ist die Keimschnelligkeit zumindest für den Bereich dieser Untersuchungen weitgehend von der Ausbildung der Samen und damit der Reife der Samen an den Mutterbäumen abhängig.

E. und M. ROHMEDE (1955) führten 1951 Untersuchungen über das Samentragen und in den folgenden Jahren über das Keimen der bekanntlich stark keimgehemmten Zirbelkiefer (*Pinus cembra* L.) durch. Dabei wurde der Keimverlauf für die Zirbelkiefer an Samen von Einzelbäumen, die zu verschiedener Zeit beerntet wurden, beobachtet und festgestellt, daß der Keimverlauf der Samen einzelner Bäume beträchtlich differierte. Abb. 1 zeigt diesen

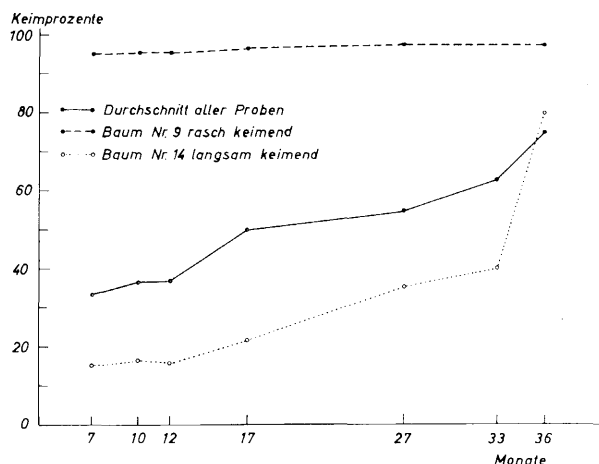


Abb. 1. — Die Abhängigkeit der Keimschnelligkeit von der Anlage des Einzelbaumes. Durchschnittlicher Keimverlauf einer rasch und einer langsam keimenden Zirbelkiefer (nach E. und M. ROHMEDE 1955).

unterschiedlichen Keimverlauf der Samen von Einzelbäumen. Durch Kaltnaßbehandlung gelang es, die Samen eines Baumes innerhalb von 7 Monaten zu 94% zum Keimen zu bringen, während bei zwei anderen Bäumen infolge mangelhafter Embryonalentwicklung sich erst 14% der Samen zu Keimlingen entwickelt hatten. Auch bei Berücksichtigung der verschiedenen Erntezeiten und damit des verschiedenen Reifestadiums kommen die genannten Autoren zu dem Schluß, daß die aufgetretenen krassen Unterschiede nicht nur durch Unterschiede im Reifegrad allein bedingt sein können, sondern solche der Erbanlage vorliegen müssen: „Wenn Reife- und Erntezeit allein ausschlaggebend für die Keimbereitschaft wären, dann hätten die am spätesten geernteten Proben höhere Keimschnelligkeitswerte liefern müssen als die früher geernteten“.

Die bekanntlich sehr starke Keimhemmung bei der Zirbelkiefer beruht in erster Linie darin, daß im Zeitpunkt der Zapfenreife der im Endosperm eingeschlossene Embryo noch nicht voll entwickelt ist und erst im Sameninneren zur vollen Größe heranwachsen muß, ehe er mit seiner Wurzelspitze die Samenschale erreicht und durchbrechen kann. E. und M. ROHMEDEr führten den bei ihren Versuchen beobachteten unterschiedlichen Keimverlauf zurück auf deutliche Individualunterschiede der Eigenschaft, die Embryonen bis zum Herbst entsprechend größer oder kleiner auszubilden.

1951 zeigten RICHTER und DUFFIELD, daß die Keimschnelligkeit Ausdruck von Sortendifferenzen sein kann. Nach diesen Untersuchungen unterschieden sich Kiefernbestände von den Ausgangsformen wesentlich in der Keimschnelligkeit.

Auch SIMAK und GUSTAFSSON (1954) fanden genetisch bedingte Differenzen in der Samenentwicklung bei verschiedenen Kiefernmutterbäumen, wodurch die Keimschnelligkeit wesentlich beeinflusst wurde.

ROHMEDEr (1956) nimmt genetisch bedingte mehr oder weniger stark ausgeprägte Keimhemmung bei *Pinus strobus* an. Er berichtet weiter, daß er bei der Prüfung von Sanddornbeerensträuchern einzelne mit relativ geringer, andere mit stark keimhemmender Wirkung im Fruchtfleisch der Beeren gefunden hat (1942).

Im folgenden Abschnitt soll auf Grund von wiederholt ermittelten Keimschnelligkeitswerten für das Saatgut einzelner Fichten untersucht werden, ob bestimmte Mutterbäume ihren Samen die Anlage zu verzögerter oder besonders rascher Keimung mitgeben und ob weitere erbliche Eigenschaften eventuell damit gekoppelt sind.

Im Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München wird seit 1935 unter Leitung von Herrn Prof. Dr. ROHMEDEr unter anderem die Nachkommenschaftsprüfung von ausgesuchten Einzelbäumen als Verfahren der Forstpflanzenzüchtung bearbeitet. Das Ausgangsmaterial bilden sechzig Fichten-

mutterbäume, die, soweit sie Zapfen trugen, sechsmal beerntet wurden, nämlich 1935, 1936, 1938, 1942, 1948 und 1951. Von jeder dieser Ernten wurden die Zapfen und Sameneigenschaften jedes einzelnen Baumes untersucht. Von allen Einzelbäumen wurden getrennte Absaaten durchgeführt. Die Untersuchungen an den hieraus entstandenen Pflanzen dauern noch an. Das bisher gewonnene, noch nicht veröffentlichte Zahlenmaterial — soweit es zur Beantwortung des Keimschnelligkeitsproblems beitragen kann — stellte Herr Prof. Dr. ROHMEDEr dem Verfasser zur Auswertung zur Verfügung, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

In Übersicht 1 sind die in jedem Erntejahr festgestellten Keimschnelligkeitswerte einiger Mutterbäume zusammengestellt, die bei allen Keimversuchen durch verzögerte Keimschnelligkeit auffielen oder sich immer wieder durch besonders rasches Keimen auszeichneten. Die je nach den Witterungsbedingungen des Erntejahres schwankenden Keimschnelligkeits-Mittelwerte für alle Bäume liegen in diesen Fällen bei den verzögert keimenden Bäumen immer — zum Teil beträchtlich — über den Keimschnelligkeitswerten der Einzelbäume und bei den besonders rasch keimenden immer unter den Mittelwerten.

Die Mehrzahl der insgesamt sechzig Bäume zeigte keine in einer dieser beiden Richtungen hin klar ausgeprägten Keimschnelligkeitswerte. In den Fällen von verzögerter oder besonders rascher Keimschnelligkeit treten deutlich Individualunterschiede in Erscheinung, die genetisch bedingt sein müssen und vermutlich bei den verzögert keimenden Samen auf besonders dicke Samenschale zurückzuführen sind.

Bereits 1939 beschreiben ROHMEDEr und CHI-YÜN-CHEN bei Keimversuchen mit verschieden großen Körnern von fünf Einzelfichten für alle nach drei Korngrößen geordneten Keimgruppen bei einem Baum den auffallend gleichmäßig verzögerten Keimablauf, der in diesem Fall mit erblicher Anlage zur Keimungsverzögerung (beruhend auf besonders dicker Samenschale) erklärt wird.

Übersicht 1. — Von dem mittleren Keimschnelligkeitswert auffallend abweichende Keimschnelligkeitswerte von Fichten-Einzelbäumen

(Soweit Werte in der Übersicht fehlen, war an den Einzelbäumen in dem betreffenden Jahr keine Ernte möglich)

1	2	3					4	5	6
		Keimschnelligkeitswerte in %							
		1935	1936	1938	1942	1948			
Bäume mit verschiedenem Keimschnelligkeitswert	Baum Nr.						mittl. 1000-Korn-gewicht g	Durchschnittliche Höhenwuchsleistung in cm im Alter 20	Rangstellung nach der mittleren Höhenwuchsleistung*) der Nachkommenschaft
Auffallend verzögert keimende Samen	15 23 37 54 56 58	86 47 73 70 83 54	2 — — — 25 2	70 72 71 26 12 3	— 85 — 89 — —	29 29 44 — — 76	7,43 6,89 6,07 8,90 7,85 9,27	702 858 684 683 675 658	8 1 23 17 25 34
Mittel	—	68,8	9,2	42,3	87,0	44,5	7,74	710	
Besonders rasch keimende	11 25 32 35 36	98 98 97 96 95	— — 73 — 95	95 99 97 97 100	100 98 100 99 —	95 — 96 96 91	8,72 6,94 7,40 9,77 9,46	693 689 724 755 665	18 23 24 5 31
Mittel	—	96,8	84,0	97,6	99,2	94,5	8,46	705	
Mittel aller untersuchten Bäume	—	89,5	52,8	73,5	97,7	90,0	8,07	681	

*) Ermittelt aus den durchschnittlichen Höhenwuchsleistungen im Alter von 9, 12, 13, 16 und 20 Jahren.

Übersicht 2. — Keimschnelligkeitswerte der sechs wüchsigsten und der sechs geringsten Fichten-Nachkommenschaften

Nachkommenschaften mit unterschiedlicher Wuchsleistung	Durchschnittliche Höhenwuchsleistung der 20j. Nachkommenschaften in cm	Rangstellung nach der Höhenwuchsleistung im Alter 20	Baum-Nr.	Keimschnelligkeitswerte				
				1935	1936	1938	1942	1948
Wüchsigste Nachkommenschaften	858	1	23	47	—	72	85	29
	815	2	26	93	49	64	98	—
	755	3	35	96	—	97	99	96
	733	4	6	99	—	—	100	78
	721	5	8	97	67	92	98	97
	719	6	21	80	—	69	—	62
Mittel	767	—	—	85,3	58,0	78,8	96,0	72,4
Geringste Nachkommenschaften	637	55	40	96	98	—	99	94
	592	56	24	94	—	—	97	87
	589	57	4	96	30	93	98	80
	588	58	52	92	—	—	—	—
	582	59	39	93	—	80	98	77
	546	60	51	90	—	—	24	99
Mittel	589	—	—	93,5	64,0	86,5	83,2	87,4
Mittel aller untersuchten Bäume	681	—	—	89,5	52,8	73,5	97,7	90,0

Im Rahmen der allgemeinen Prüfung dieser 1955 letztmals aufgenommenen damals 20jährigen Nachkommenschaften wurde auch die Höhenleistung ermittelt. Es lag nahe zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen der Keimschnelligkeit der Samen und der Wuchsleistung der daraus entstandenen Pflanzen zu finden ist. Schon die Werte der *Übersicht 1* zeigen, daß Bäume mit verzögerter Keimung hohe und niedrige Höhenwuchsleistung aufweisen, ebenso wie die Bäume mit sehr rascher Keimung. Zu dem gleichen Schluß kommt man, wenn man jeweils die Wuchsleistung der sechs Bäume mit bester und die der sechs mit schlechtester Wuchsleistung gegenüberstellt und hier die Keimschnelligkeitswerte betrachtet (*Übersicht 2*).

Bei Betrachtung der wiederholt festgestellten Keimschnelligkeitswerte der sechs wüchsigsten und der sechs geringsten Nachkommenschaften der insgesamt sechzig Mutterbäume in *Übersicht 2* ergab sich, daß zum Beispiel die wüchsigste Nachkommenschaft, nämlich die des Mutterbaumes Nr. 23, immer deutlich verzögerte Keimschnelligkeit aufweist. Ähnlich keimen die Samen des sechstbesten Baumes Nr. 21 langsamer als der Durchschnitt aller untersuchten Bäume.

Der zweitbeste Baum Nr. 26 und der viertbeste Nr. 6 weisen keine besonders ausgeprägten Keimschnelligkeitswerte auf, d. h. die Samenpartien neigen weder zu verzögertem noch, besonders raschem Keimverlauf, die Keimschnelligkeitswerte liegen meist um den Mittelwert, manchmal darunter. Der drittbeste Baum Nr. 35 und Nr. 8 mit Rangnummer 5 zeigen wieder in allen Beobachtungsjahren relativ hohe Keimschnelligkeitswerte, die immer über dem jeweils errechneten Mittel für alle Einzelbäume liegen. Von den sechs geringsten Nachkommenschaften zeigt Baum Nr. 40 ausschließlich hohe Keimschnelligkeitswerte, Baum Nr. 39 zeigt überwiegend hohe Keimschnelligkeitswerte. Bei den Saatgutproben der übrigen vier Bäume war weder eine Neigung zu besonders hohen noch zu besonders niederen Keimschnelligkeitswerten festzustellen.

Damit ist erwiesen, daß kein genetisch bedingter Zusammenhang zwischen der Keimschnelligkeit der Samen und der späteren Wüchsigkeit der daraus entstehenden Pflanzen gegeben ist. Die Schwankungen der mittleren Keimschnelligkeitswerte aller Bäume in den einzelnen

Erntejahren sind durch Witterungseinflüsse und die dadurch hervorgerufenen Unterschiede in der Reife der Samen bedingt.

Im Mittel der einzelnen Baumklassen unterscheidet sich die Keimschnelligkeit nicht wesentlich. Wenn auch ein deutlicher Zusammenhang nicht gegeben ist, so kann man aus *Übersicht 3* doch erkennen, daß die Keimschnelligkeitswerte von der Baumklasse 1 zur Baumklasse 3 hin etwas geringer werden. Der Grund dürfte in den für die Samen- und Zapfenentwicklung ungünstigeren Licht- und Wärmeverhältnissen dieser Baumklasse liegen.

Übersicht 3. — Keimschnelligkeitswerte getrennt nach Baumklassen für die Jahre 1935, 1936, 1938 und 1942 bei Fichte (nach ROHMEDEY unveröffentl.)

Baumklasse	1935	1936	1938	1942	Mittel
1	91,1	61,8	72,9	98,3	81,0
2	91,1	50,3	74,7	98,5	78,7
3	86,3	46,2	73,0	96,2	75,4
im Mittel	89,5	52,8	73,5	97,7	78,4

Ein Zusammenhang zwischen Keimschnelligkeit und mittlerem Tausendkorngewicht der Mutterbäume war nicht zu finden. Weder Samenproben mit kleinem, noch solche mit hohem Tausendkorngewicht keimten ausschließlich rasch oder verzögert (*Übersicht 1*).

Aus den Keimergebnissen der vergleichenden Untersuchung an Samen einzelner Fichten läßt sich zusammenfassend folgern, daß individuelle, erblich bedingte Unterschiede in der Keimschnelligkeit einzelner Bäume vorhanden sind. Diese Unterschiede lassen sich nicht auf Unterschiede in der Korngröße bzw. im Tausendkorngewicht zurückführen. Das wichtigste Ergebnis liegt in der Feststellung, daß die Wuchsleistung im späteren Alter (hier bis zum 20jährigen Alter untersucht) von der Keimschnelligkeit nicht beeinflußt wird.

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Frühtestverfahren zur Beschleunigung der Nachkommenschaftsprüfungen unserer Waldbäume ist eine der wichtigsten Aufgaben der Forstpflanzenzüchtung. Die damit verbundene Zeiteinsparung ist

bei den langlebigen und spät mannbar werdenden Waldbäumen sehr ausschlaggebend für die Durchführbarkeit von Züchtungsmaßnahmen.

Während die Frage nach dem Erfolg der Auslese von Saatgut nach morphologischen Merkmalen, wie z. B. der Korngröße, schon des öfteren erörtert worden ist, wurden physiologische Eigenschaften auf ihre Eignung als Testfaktoren für gewisse Erbeigenschaften, die erst in späterem Lebensalter zum Ausdruck kommen, kaum untersucht. Es lag deshalb nahe zu prüfen, ob eine keimungsphysiologische Eigenschaft wie die Keimschnelligkeit sich als Kriterium für die Auslese von Saatgut eignet.

Es sollten daher im einzelnen folgende Fragen beantwortet oder wenigstens einer Klärung zugeführt werden:

- a) läßt die Keimschnelligkeit des Saatgutes Rückschlüsse auf die spätere Wuchsleistung zu,
- b) ist die Keimschnelligkeit allenfalls mit anderen erblichen Eigenschaften gekoppelt,
- c) welche Folgerungen soll die forstliche Züchtung und forstliche Praxis aus sich allenfalls ergebenden Zusammenhängen ziehen?

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Ein Zusammenhang zwischen der Keimschnelligkeit und späterer Wachstumsleistung ist nicht gegeben. Die Keimschnelligkeit kann daher nicht als Ausdruck der Wuchspotenz oder als Jugendtest für spätere Wuchsleistung benutzt werden. Dies zeigt sich darin, daß (a) die durch den verschiedenen Keimzeitpunkt bedingten Wuchsleistungsunterschiede sich innerhalb weniger Jahre wieder ausgleichen, — (b) die in den Einzelbaumnachkommenschaften sich ausdrückende erbliche Wuchspotenz nicht mit den wiederholt festgestellten Keimschnelligkeitswerten der gleichen Bäume irgendwie korreliert und — (c) die Keimschnelligkeit in einem weiten Bereich zwar durch die Erbanlage gesteuert wird, im einzelnen aber vorwiegend von der somatischen Ausrüstung der Samen, der endogenen Jahresrhythmik und den Umwelteinflüssen bestimmt wird. Eine Verwendung der keimungsphysiologischen Eigenschaft Keimschnelligkeit als Testfaktor für eine Prognose der späteren Wuchsleistung unserer Waldbäume ist deshalb nicht möglich.

Dagegen läßt sich die Keimschnelligkeit bis zu einem gewissen Grad als Testmerkmal für Provenienz- und Sortenteste verwenden. Voraussetzung dazu ist jedoch, daß vergleichende exakte Anbauversuche gleicher Sorten oder Herkünfte auf verschiedenen Standorten oder verschiedener Herkünfte oder Sorten auf gleichem Standort durchgeführt werden, um perigene Einflüsse von der Wirkung der Erbanlage abgrenzen zu können. Aus dem gewonnenen Saatgut können dann durch die Samenprüfung unter Konstanthaltung topogener und cyclogener Faktoren und durch Kontrolle der Umweltfaktoren unter Berücksichtigung der endogenen Jahresrhythmik die entsprechenden Rückschlüsse aus der Keimschnelligkeit gezogen werden.

Samen bestimmter Einzelbäume können besonders schnell oder auch besonders langsam keimen. Die Keimschnelligkeit ist in diesen Fällen eine charakteristische Einzellebewesenseigenschaft, die vor allem bei ausgeprägter verzögerter Keimschnelligkeit an von Natur aus schon langsam keimenden Samenarten von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung sein kann. Stark verzögert keimende oder überliegende Samen sind für die Pflanzenanzucht in Baumschulen oft völlig wertlos. Es wird des-

halb besonders von Bedeutung sein, Individuen mit der genetischen Anlage zu starker Keimverzögerung für Züchtungszwecke gar nicht auszuwählen. In Sonderfällen, wie zum Beispiel bei der stark keimgehemmten Zirbelkiefer, kann eine ausgesprochene Züchtung auf Keimschnelligkeit von größerer wirtschaftlicher Bedeutung sein. Es würde die Nachzuchtmaßnahmen im Pflanzgarten sehr erleichtern, wenn man bei der Auswahl von Mutterbäumen für die Anlage von Samenplantagen solche Bäume bevorzugen würde, die neben allen anderen erwünschten Eigenschaften, durch die Erbanlage bedingt, im Zeitpunkt der Zapfenreife bereits gut entwickelte Embryonen besitzen.

Zwischen dem Tausendkorngewicht als Erbeigenschaft von Einzelbäumen und der Keimschnelligkeit als Erbeigenschaft besteht kein Zusammenhang. Samen von Einzelbäumen mit hohem Tausendkorngewicht können sowohl anlagemäßig besonders schnell, als auch anlagemäßig stark verzögert oder in dieser Beziehung indifferent keimen.

Keimschnelligkeitswerte unterscheiden sich im Durchschnitt für die ersten beiden Baumklassen (1 und 2 nach KRAFT) nicht wesentlich. Bei den eingeeengten und schwach mitherrschenden Bäumen der Klasse 3 ist der somatische Wert der Samen geringer, was sich in den etwas kleineren Keimschnelligkeitswerten dieser Baumklasse ausdrückt. Die Unterschiede sind jedoch so klein, daß ihnen kaum eine praktische Bedeutung zukommt.

Summary

Title of the paper: *The heritability of germinative energy.*

In this paper the following questions are investigated:

- a) Does germinative energy provide an indication of later growth rate?
- b) Is germinative energy linked with other heritable characters?
- c) What conclusions may be drawn from such relationships in forest tree breeding and practical forestry?

The results may be summarized as follows: No connection was found between germinative energy and later growth rate. Therefore germinative energy could not be used as an expression of growth potential or as an early test for later growth rate.

To some extent it is possible to use germinative energy as a test character in provenance and variety tests. In the comparative field trials established for separating site conditions from heritable characteristics the same origins and varieties were planted on different sites; also the different origins and varieties were planted on the same site.

Seed of single trees individually differs in the speed of germination. The germinative energy is a characteristic of single individuals. This could be of economic interest in the case of seeds which germinate very slowly or show delayed germination. Such seed are very often useless for nursery sowings. In this case it would be of value not to select individuals with the genetical character of delayed germination.

In single trees there exists no connection between 1000-seed-weight and the germinative energy. Seeds of trees with a high 1000-seed-weight may germinate extremely quickly as well as very slowly or indifferently.

Résumé

Titre de l'article: *Héritabilité de l'énergie germinative.*

Les problèmes suivant sont étudiés:

- a) L'énergie germinative donne-t-elle une indication sur la vitesse de croissance ultérieure?
- b) L'énergie germinative est-elle liée avec d'autres caractères héréditaires?
- c) Quelles conclusions peut-on tirer de telles liaisons pour l'amélioration des arbres forestiers et la pratique forestière?

Les résultats peuvent être ainsi résumés: aucune relation n'a pu être mise en évidence entre l'énergie germinative et la vitesse de croissance ultérieure. Par conséquent, l'énergie germinative ne peut être utilisée comme une expression de la croissance potentielle ou comme un test précoce pour la croissance.

Il est possible, dans une certaine mesure, d'utiliser l'énergie germinative comme un test dans les essais de provenance. Dans les plantations comparatives de provenances établies pour l'étude de caractères héréditaires, dans des stations variées, les mêmes provenances furent plantées; d'autre part, des provenances différentes furent plantées dans la même station.

Des lots de graines récoltées sur des individus différents ont des énergies germinatives différentes. Il s'agit donc d'un caractère individuel. Ce fait peut présenter un intérêt économique dans le cas des graines qui germent très lentement ou ont une germination retardée. Ces graines sont souvent inutilisables en pépinière. Dans ce cas, il peut être intéressant d'éliminer les individus qui présentent ce caractère de germination retardée.

Dans les descendance individuelles, il n'existe pas de relation entre le poids de 1 000 graines et l'énergie germinative.

Literatur

- BARTELS, H.: Untersuchung über die Vitalität der Koniferenkeimlinge in Abhängigkeit vom Keimzeitpunkt. *Z. Forstgenetik* 2, 42—45 (1953). — EGGERRECHT, H.: Die Untersuchung von Saatgut. Handbuch landwirtschaftlich. Versuchs- u. Untersuchungsmethodik (Methodenbuch) V, Neudamm u. Berlin, 1949. — GERM, H.: Ein Weg zur physiologischen Prüfung der Samen (Messung von Dunkelkeimlingen). *Comptes rendus de l'Association Internationale d'Essais de Semences*, Copenhague 18, 277—288 (1953). — HAASIS, F. W., and THRUPP, A. C.: Temperature relations of lodgepole pine seed germination. *Ecology* 12, 1931. — KAPPERT, H.: Die genetischen Grundlagen der Frühdiagnose. *Züchter*, 4. Sonderheft, 4—9, 1957. — KARSCHON, R.: Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochthoner Populationen. *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.* 26, 205—244 (1949). — KÖSTLER, J.: Bäume als Individuen und Sozialwesen in der Waldbehandlung. *Forstw. Centralbl.* 69, 98—111 (1950). — NOBBE F., SCHMID, E., HILTNER, L., und RICHTER, L.: Über den Einfluß der Keimungsenergie auf die Entwicklung der Pflanze. *Die landw. Versuchstationen* 35, 137—148 (1888). — RICHTER, F. J., and DUFFIELD, J. W.: Interspecies hybrids in pines, a summary of interspecies crosses in the genus *Pinus*, made at the Institute of Forest Genetics Placerville. *Journ. Heredity*, Wash., 42, 75—80 (1951). — ROHMEDE, E.: Keim- und Saatversuche mit Sanddorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Forstw. Centralbl.* 64, 241—245 (1942). — ROHMEDE, E.: Individualeigenschaften unserer Waldbäume als Grundlage der forstlichen Pflanzenzüchtung. *Allg. Forstzeitschr.* 8, 501—505 (1953). — ROHMEDE, E.: Eigenschaften des Weymouthskiefernsaatgutes. *Allg. Forstzeitschr.* 11, 113—116 (1956). — ROHMEDE, E., und ROHMEDE, M.: Untersuchungen über das Samentragen und Keimen der Zirbelkiefer (*Pinus cembra* L.) in den bayerischen Alpen. *Allg. Forstzeitschr.* 10, 83—86 (1955). — ROHMEDE, E., und CHI-YÜN-CHEN: Keimversuche mit Fichtensamen verschiedener Korngröße. *Forstw. Centralbl.* 61, 177—184 (1939). — SCHELL, G.: Die Abhängigkeit der Lebenskraft und der Pflanzengröße von der Keimschnelligkeit. *Forstw. Centralbl.* (in Vorbereitung). — SCHMIDT, W.: Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. Berlin 1930. — SCHRÖCK, O.: Beitrag zur Methode der Leistungsprüfungen in der Forstpflanzenzüchtung. *Züchter* 21, 368—370 (1951). — SCHRÖCK, O., und STERN, K.: Prüfung des Wachstumsganges der Kiefer im Keimlingstest als Auslesemethode. *Züchter* 23, 137—148 (1953). — SIMAK, M., und GUSTAFSSON, Å.: Fröbeskaffenheten hos moderträd och ympar av tall. *Meddel. Statens Skogsforskningsinstitut* 44, Heft 2, 1954. — VINCENT, C.: Die Wandelbarkeit der Nadelholzsamen und der aus ihnen gezogenen Pflanzen. *Forstw. Centralbl.* 61, 250—255 (1939). — WIBECK, E.: Om eftergroning hos tallfrö. *Meddel. Statens Skogsforskningsinstitut* 13—14, 141—174; 201—234 (1917).

Buchbesprechungen

Frost, Drought, and Heat Resistance. By J. LEVITT. *Protoplasmatologia*, Bd. VIII, Kap. 6. 87 S., mit 29 Fig. und 23 Tab., 1958. Springer-Verlag, Wien, Geh. DM 31,—.

Das Handbuch der Protoplasmaforschung besteht aus einzelnen, in sich abgeschlossenen Darstellungen, von denen hier das Kap. 6 über „Frost-, Trockenheits- und Hitzeresistenz“ vorliegt. Der Gliederung des Werkes entsprechend, gehört dieser Teil zum Band VIII über die „Physiologie des Protoplasmas“. — Die Arbeit von LEVITT (University of Missouri, Columbia, USA) hat vorwiegend die Besprechung pflanzlicher Resistenz zum Inhalt, geht aber auch im Abschnitt 5 (p. 35) auf die Frostresistenz bei Tieren ein. — Die Gliederung des abgehandelten Stoffes ergibt sich aus dem Titel des Büchleins. Dem speziellen Hauptteil sind drei kurze allgemeine Abschnitte vorangestellt: Zuerst werden die benutzten Termini definiert und betont, daß „klare Vorstellungen nur mit einer klaren Terminologie“ vermittelt werden können. U. a. gilt es auseinanderzuhalten, ob die Pflanze ungünstige Umwelteinflüsse infolge bei ihr vorhandener Barrieren übersteht, oder ob sie sie toleriert. Außerdem bestehen oftmals auch wechselseitige Beziehungen zwischen beiden Möglichkeiten. — In einem zweiten Abschnitt folgt die Besprechung quantitativer Erfassungsweisen für die Umwelteinflüsse Frost, Trockenheit und Hitze. Sie bilden die Grundlage für das Experiment (unter konstanten Bedingungen). — Ein dritter Abschnitt befaßt sich mit den für die Pflanze verfügbaren Abwehrmöglichkeiten. — Dem sich aus diesen drei Abschnitten ergebenden Grundplan folgend, wird der spezielle Hauptteil abgehandelt, in dem aus einer sehr umfangreichen Literatur eine Fülle von Einzeldaten zusammen-

getragen worden sind. Ihr Studium im Original muß auch im Rahmen der Forstpflanzenzüchtung nachdrücklich empfohlen werden. — Die Publikation schließt mit einer Gegenüberstellung von Frost-, Hitze- und Trockenheitstoleranz. Während Frost- und Hitzeresistenz primär auf Toleranz beruhen, kann die Trockenheitsresistenz oftmals auf der Nichtbeeinflussung der Pflanzen infolge Barrieren aufgebaut sein. Eine Frost- und Hitzeresistenz ohne vorhandene Toleranz ist jedoch undenkbar. Wenn also Trockenheitsresistenz mit den beiden anderen Widerstandsfähigkeitsformen verglichen und beurteilt werden soll, so muß zuvor geklärt werden, ob sie auf einer Eigenschaft der Pflanze selbst (Barriere) oder auf etwa vorhandener Toleranz beruht. SEITZ

Die Bastardierung in der Gattung Larix. Von RUDOLF DIMPFLEMEIER. 75 Seiten, mit 16 Abb. *Forstwiss. Forschungen*, Heft 12. (Beih. zum *Forstwiss. Centralbl.* 1959.) Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. Kart. DM 16,50

Die Arbeit ist ein erneuter Beweis für das Interesse, das mit Artkreuzungen in der Gattung *Larix* verbunden ist, seitdem die klassische *Larix leptolepis* × *europaea* vor rund 60 Jahren in Schottland aufgefunden wurde. — Der Stoff gliedert sich in fünf Kapitel: (I) Geschichtlicher Rückblick. — (II) Vergleichender Anbauversuch mit *Larix europaea*, *Larix leptolepis* und schottischer Bastardlärche im Forstamt Starnberg aus dem Jahre 1927. — (III) Kreuzungsversuche mit *Larix europaea*, *Larix leptolepis* und schottischer Bastardlärche aus den Jahren 1941 und 1942. — (IV) Kreuzungsversuch mit *Larix europaea*, Herkunft Schlitz, und *Larix leptolepis* von H. Gothe aus dem Jahre 1950. Ergebnisse