

Zur Verholzung der Keimlinge von *Pinus silvestris* L.*

WERNER ZENTSCH

Forstbotanisches Institut der Technischen Universität Dresden, Tharandt

On lignification of seedlings of *Pinus silvestris* L.

Summary. Lignification of vessels of pine seedlings begins already when the radicle has reached a length of 1 cm. The degree of lignification of slowly developing seedlings is higher than that of fast developing ones.

KARSCHON (1949) konnte die physiologische Variabilität von Kiefernkeimlingen autochthoner Populationen u. a. durch den unterschiedlichen Verlauf des Welkens erkennen. FABIJANOWSKI (1950/S. 87) weist aber auf die Schwierigkeiten hin, bei verholzenden Keimlingen einen bestimmten Welkepunkt zu erfassen: „Es ist dabei zu bemerken, daß die rasche Verholzung der Fichtenkeimlinge den Welkepunkt nur sehr schwer erfassen läßt.“ ZENTSCH (1963/S. 64) fand bei Keimlingen von *Pinus silvestris* L. „schon beim Abwerfen der Samenschalen einige verholzte Tracheiden.“ Aufgabe der durchgeführten Untersuchungen war deshalb, festzustellen, wann die Verholzung bei Kiefernkeimlingen beginnt. Da es hinsichtlich des Keimvermögens große Unterschiede gibt, sollte gleichzeitig der Frage nachgegangen werden, ob die Verholzung von Keimlingen, die sich aus Proben hoher und niedriger Keimkraft entwickeln, unterschiedlich verläuft. Das für diese Untersuchungen verwendete Saatgut besaß folgende Eigenschaften:

Herkunft	Keim-schn.	Keim-kraft	die nicht gekeimten Samen waren		
	%	%	frisch %	faul %	hohl %
Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Jena	15	42	5	48	5
Staatlicher Forstwirtschaftsbetrieb Gotha	85	92	1	1	1

Die Samen wurden auf dem Jakobsonschen Keimapparat bei diffusem Tageslicht eingekieimt. Die Temperatur des Wasserbades wechselte zwischen 20 °C in der Nacht (16 h) und 30 °C am Tage (8 h). Nachdem die Keimwurzeln eine Länge von 1 bis 1,5; > 1,5 bis 2; > 2 bis 2,5; > 2,5 bis 3 cm, von der Samenschale aus gerechnet, erreicht hatten, wurden an 10 keimenden Samen je Längsstufe 0,4 bis 0,5 cm von der Testa entfernt Radialschnitte von der Radicula angefertigt. Durch Anfärben mit Phloroglucin – Salzsäure konnte die Verholzung der Gefäße sichtbar gemacht werden. In Tabelle 1 sind die gefundenen Ergebnisse zusammengestellt.

Bei einer Radiculalänge bis zu 1 cm sind nur vereinzelt verholzte Gefäße zu finden, bei einer Länge von > 1 cm jedoch stets. (Von 80 untersuchten Keimlingen hatten 44 drei und 36 vier Leitbündel.) Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, scheinen die Keimlinge der Keimprobe mit der geringen Keimkraft einen stärkeren Verholzungsgrad aufzuweisen als die Keim-

Tabelle 1. Durchschnittliche Anzahl verholzter Gefäße pro Leitbündel bei einer Länge der Keimwurzeln von 1–3 cm bei Keimlingen aus Saatgut hoher und niedriger Keimkraft.

Radiculalänge	hohe	niedrige
	Keimkraft	
1,0 bis 1,5	2,0	2,4
> 1,5 bis 2,0	2,2	2,5
> 2,0 bis 2,5	2,8	2,9
> 2,5 bis 3,0	3,2	3,5

linge gleicher Größe aus dem Saatgut mit hoher Keimkraft. Dieses Ergebnis überrascht zunächst. Ob der Verholzungsgrad tatsächlich durch die Keimkraft beeinflusst wird, kann jedoch anhand dieser beiden Proben noch nicht entschieden werden. Es wurden deshalb von 4 Keimproben hoher und von 4 niedriger Keimkraft (94%, 94%, 93%, 86%, bzw. 70%, 69%, 67%, 63%) nochmals auf die gleiche Weise pro Längsstufe und Herkunft 3 Keimlinge untersucht. Das Ergebnis (vgl. Tab. 2) zeigt ebenfalls in jeder Längsstufe einen geringeren Verholzungsgrad der Keimlinge aus hoher gegenüber den Keimlingen aus dem Saatgut niedriger Keimkraft. Trotz des geringen Stichprobenumfanges ergab sich (nach dem U-Test von MANN und WITNEY, vgl. WEBER, 1961) ein gesicherter Unterschied in der Anzahl verholzter Gefäße zwischen Keimlingen, die sich aus Saatgut hoher und niedriger Keimkraft entwickelten und eine Radiculalänge von 1 bis 1,5 und > 2,5 bis 3,0 cm erreicht hatten.

Tabelle 2. Durchschnittliche Anzahl verholzter Gefäße pro Leitbündel bei einer Länge der Keimwurzel von 1–3 cm bei Keimlingen aus Saatgut hoher und niedriger Keimkraft.

Radiculalänge		hohe	niedrige	U-Test
		Keimkraft		
V V V V	1,0 bis 1,5	2,2	2,6	gesichert
	1,5 bis 2,0	2,8	3,1	nicht gesichert
	2,0 bis 2,5	3,1	3,3	nicht gesichert
	2,5 bis 3,0	3,4	3,6	gesichert

Demnach darf angenommen werden, daß Keimlinge gleichen Entwicklungsstadiums aus langsam keimendem Saatgut (Saatgut mit geringer Keimkraft keimt wesentlich langsamer als gut keimendes bei gleichen Keimbedingungen) eine geringfügig größere Anzahl verholzter Gefäße als Keimlinge aus schnell keimendem Saatgut besitzen. Es scheint deshalb sinnvoll, Keimlinge für Welkeversuche unter solchen Bedingungen zu ziehen, die eine schnelle Entwicklung der Keimlinge ermöglichen. Folgender Versuch hat dieses Ergebnis bestätigt: Saatgut (Herkunft: StFB Weimar) mit einer Keimkraft von 93% und einer Keimschnelligkeit von 93% wurde unter den o. g. Bedingungen und bei konstanter Temperatur von nur 10 °C eingekieimt. Die Anzahl der verholzten Gefäße lag bei den Längsstufen > 2,0 bis 2,5 und > 2,5 bis 3,0 cm (nach dem U-Test, vgl. WEBER

* Zum 60. Geburtstag Herrn Professor Dr. JAHNEL gewidmet.

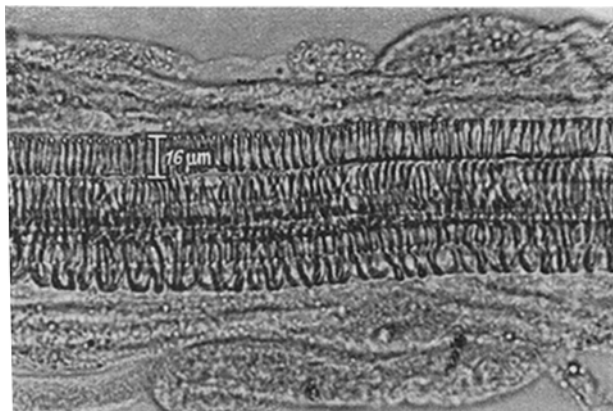


Abb. 1. Leitbündel eines Kiefernkeimlings (Leitbündelscheide und mehrere aus-gesteifte Gefäße); ungefärbtes Quetschpräparat.



Abb. 2a. Verholzung des Maitriebes eines 2jährigen Kiefern-sämlings. Der Mai-trieb krümmte sich bei Wassermangel. Querschnitt, gefärbt.

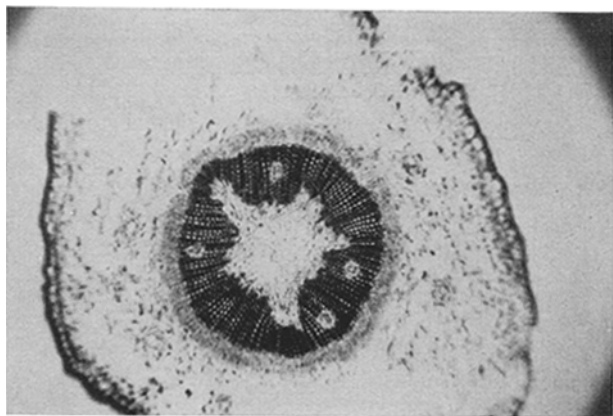


Abb. 2b. Der Maitrieb krümmt sich bei Wassermangel wegen der fortgeschrit-tenen Verholzung nicht mehr.

1961) der sich langsamer entwickelnden Keimlinge gesichert höher als bei den schneller wachsenden. Die sich langsam entwickelnden Keimlinge hatten für das Erreichen der entsprechenden Längsstufe 5 bis 10

Tage mehr benötigt als die schnell keimenden (vgl. Tab. 3).

Für die Durchführung von Versuchen zur Bestimmung des Welkepunktes bei Keimlingen von *Pinus silvestris* wird sich demnach eine Anzucht bei Temperaturen zwischen 20 und 25 °C günstiger erweisen als bei 10 °C.

Die Differenzierung der Leitbündel wird durch das Auftreten der ersten wendelförmigen Versteifungen (in einer Entfernung von 2 bis 3 mm von der Wurzel-spitze) erkennbar, die man in Quetschpräparaten von in Längsrichtung halbierten Keimwurzeln beobachten kann, auch ohne das Präparat anzufärben.

Abb. 1 zeigt ein Leitbündel mit Leitbündelscheide und mehreren ausgesteiften Gefäßen. Auch bei 2jähri-gen Kiefern-sämlingen ist das Bestimmen des Welke-punktes anhand der Triebkrümmung des Maiwuchses nur so lange möglich, bis sich durch die fortschreitende Verholzung der Trieb trotz Wassermangels nicht mehr krümmt. Die durchschnittliche Anzahl der verholzten Zellen auf je einem Querschnitt von 5 Sämlingen, die einen Welkepunkt deutlich erkennen ließen, betrug 650 und die von 5 Sämlingen, deren Triebe nicht mehr auf Wassermangel durch Krüm-men reagierten, 1240 (Bild 2a und 2b). Die Sämlinge besaßen die gleiche Herkunft und waren auf gleiche Weise kultiviert worden.)

Tabelle 3. Durchschnittliche Anzahl verholzter Gefäße pro Leitbündel bei einer Länge der Keimwurzel von 1–3 cm, die sich bei 10 °C und 20 bis 30 °C entwickelten.

Radiculalänge	10 °C	20 bis 30 °C	U-Test
	Keimtemperatur		
1,0 bis 1,5	2,1	2,2	nicht gesichert
> 1,5 bis 2,0	2,8	3,1	nicht gesichert
>> 2,0 bis 2,5	3,1	4,6	gesichert
>>> 2,5 bis 3,0	3,3	4,8	gesichert

Zusammenfassung

Die Verholzung der Gefäße von Kiefernkeimlingen beginnt bereits, wenn die Radicula ≈ 1 cm erreicht hat. Der Verholzungsgrad von langsam sich entwickelnden Keimlingen ist größer als der von schnell keimenden.

Literatur

1. FABIJANOWSKI, J.: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich. Bern: Verlag H. Huber 1950. — 2. KARSCHON, R.: Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochthoner Populationen. Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswes. XXVI, 205–244 (1949). — 3. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena: VEB G. Fischer Verlag 1961. — 4. ZENTSCH, W.: Keimungs-physiologische Untersuchungen an Kiefern-saatgut (*Pinus silvestris* L.) nasser und trockener Standorte. Dissertation d. TU Dresden (Fak. f. Forstwirtschaft Tharandt), unveröffentlicht, 1963.