

Untersuchungen zur Klonabhängigkeit der Bewurzelungsfähigkeit und der Qualität der Wurzelbildung bei der Stecklingsvermehrung von 40- bis 350jährigen Auslesebäumen der Eibe (*Taxus baccata* L.)¹⁾

Von V. SCHNECK

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstpflanzenzüchtung,
Eberswalder Chaussee 3, D-15377 Waldsieversdorf

(Eingegangen 17. Mai 1996)

Zusammenfassung

1994 wurde ein Versuch zur Stecklingsvermehrung von 54 Eiben aus Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Dabei sollte die Eignung dieser Methode für Zwecke der Erhaltung von Genressourcen der Eibe anhand der Ermittlung und Quantifizierung der Einflüsse von Klon und Geschlecht auf die Bewurzelungsfähigkeit und -qualität untersucht werden. Alterseffekte konnten nur eingeschränkt berücksichtigt werden.

Insgesamt bewurzelten sich fast 50% der Stecklinge. Die dabei auftretenden Klonunterschiede waren sehr groß und machten 71,2% der Gesamtvarianz aus. Eine unterschiedliche Bewurzelungsrate von weiblichen und männlichen Eiben konnte nicht nachgewiesen werden. Es konnte eine Abhängigkeit der Bewurzelungsfähigkeit vom Alter der Ausgangsbäume beobachtet werden. Es gab allerdings keinen klaren Trend, da die ältesten und die jüngsten Bäume die besten Bewurzelungsergebnisse aufwiesen. Diese Tatsache wird im Zusammenhang mit Problemen des Phasenwechsels diskutiert. Für die Merkmale der Bewurzelungsqualität, Wurzelanzahl und Gesamtwurzellänge, konnte ein ähnliches Verhalten wie für die Bewurzelungsfähigkeit beobachtet werden. Allerdings war bei diesen Merkmalen der Hauptteil der Varianz durch Unterschiede zwischen den Stecklingen innerhalb der Klone bedingt. Die Untersuchung zeigt, daß die Stecklingsvermehrung von Eiben nach der angewandten Methode gut für die Genressourcenerhaltung bei dieser Baumart zu verwenden ist.

Schlagwörter: Eibe, *Taxus baccata* L., vegetative Vermehrung, Stecklinge, Varianzkomponenten, Generhaltung.

FDC: 165.3; 165.441; 174.7 *Taxus baccata*.

Summary

In 1994 an experiment was started for the vegetative propagation of 54 trees of *Taxus baccata* L. from Mecklenburg-Vorpommern. The aim was to investigate the suitability of this method for the conservation of genetic resources and to determine the influence of clone and sex on the rooting ability and -quality of cuttings. The determination of the influence of age was possible only partially.

About 50% of all cuttings developed roots. The clonal differences for rooting ability were high 71.2% of the total variance was caused by clones. No differences for rooting ability between female and male clones were observed. On the other hand the rooting ability was influenced by the age of the ortet but without a clear trend. This observation is discussed in connection with the problem of phase change. The results for the quality of rooting and the number and total length of roots, were similar to that for rooting ability. The differences between cuttings within clones were the main part of the total variance for these traits. This experiment shows the usefulness of vegetative propagation by cuttings for the purpose of conservation of genetic resources of *Taxus baccata* L.

¹⁾ Prof. Dr. WOLFGANG LANGNER zu seinem 90. Geburtstag gewidmet.

Einleitung

In den letzten Jahren ist die Eibe verstärkt in das Interesse der forstlichen Öffentlichkeit getreten, wie auch ihre Wahl zum Baum des Jahres 1994 in Deutschland beweist. In den meisten Bundesländern, die über natürliche Eibenvorkommen verfügen, wurden in den letzten Jahren die Anstrengungen zu ihrer Erhaltung und Förderung verstärkt (THOMA und KLEINSCHMIT, 1994; SCHMIDT, 1994). Neben der Erhaltung bestehender Vorkommen ist auch die Nachzucht und Verbreitung der Art von großer Bedeutung. Wegen der meist nur kleinflächigen Vorkommen (oftmals nur Einzelbäume) stößt die generative Vermehrung wegen eingeschränkter Bestäubungsmöglichkeiten an Grenzen. Deshalb werden Bemühungen unternommen, Pflanzensamenplantagen anzulegen oder Einzelbäume durch autovegetative Vermehrungstechniken (z. B. Stecklinge) zu vermehren (RUETZ, 1993; SCHNECK et al., 1995; THOMA und KLEINSCHMIT, 1994).

Über die Stecklingsvermehrung von Eiben ist im Garten- und Baumschulbereich schon des öfteren berichtet worden (ECCHER, 1988; GOUVEIA, 1984; SCHEER, 1976; VAN HOFF, 1978; VERKADE, 1976; VON KORNYA, 1976). Meist ging es dabei in erster Linie um die Klärung technischer Fragen der Eibenstecklingsvermehrung. Bei diesen Untersuchungen wurden aber auch Hinweise auf Unterschiede in der Bewurzelungsfähigkeit verschiedener Klone gefunden (DAVIDSON und OLNEY, 1964; ECCHER, 1988). Einige Autoren berichten auch über möglicherweise geschlechtsspezifische Differenzen bei diesem Merkmal (EWALD und STAUBER, 1994).

Ziel dieser Arbeiten war es, die Eignung der Stecklingsvermehrung für die Generhaltung bei der Eibe zu untersuchen. Das Versuchsdesign wurde so gewählt, daß der Kloneinfluß auf die Bewurzelungsfähigkeit und -qualität der Stecklinge ermittelt werden konnte. Darüber hinaus sollte der mögliche Einfluß des Geschlechts der Ausgangsbäume auf die Stecklingsbewurzelung untersucht werden. Alterseffekte und topophysische Effekte konnten nur eingeschränkt beziehungsweise nicht berücksichtigt werden.

Material und Methode

Im August 1994 wurden in Mecklenburg-Vorpommern in Zusammenarbeit mit der Landesforstverwaltung in 8 Forstämtern Zweige von besonders erhaltungswürdigen Eiben geerntet (Abbildung 1). In den Versuch wurden Stecklinge von insgesamt 54 Ausgangsbäumen einbezogen.

Von jedem Ausgangsbäum wurden soweit möglich das Alter, das Geschlecht und einige wichtige Wuchsmerkmale erfaßt. Leider war die Ermittlung des Alters nur bei 31 und des Geschlechts nur bei 43 Bäumen möglich. Für die spätere Auswertung des Alterseinflusses erfolgte eine Zusammenfassung der Klone in 5 Altersklassen (Tabelle 1).

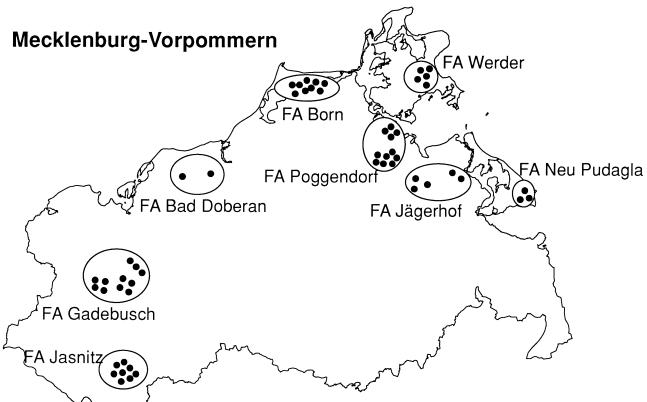


Abbildung 1. – Herkunftsorte der Ausgangsbäume.

Tabelle 1. – Altersklassen der Ausgangsbäume.

Altersklasse	Alter in Jahre	Anzahl Klone
1	40 - 59	8
2	60 - 79	9
3	80 - 99	7
4	100 - 130	5
5	>130	2

Insgesamt wurden von jedem Ausgangsbauum 96 Stecklinge gewonnen und in 4 Wiederholungen zu je 24 Stecklingen in mit Sand gefüllten Minifrühbeetkästen entsprechend der von EWALD und STAUBER (1994) beschriebenen Methode abgesteckt. Verwendet wurden nur Kopfstecklinge aus einjährigen Trieben, die mit einer Bewurzelungspaste mit Indol-3-Buttersäure (2 g/l) als Wirkstoff behandelt waren. Die Kästen wurden über Winter frostfrei im kalten Gewächshaus aufgestellt und nur bei Bedarf bewässert. Die erste Auszählung der bewurzelten Stecklinge erfolgte im März 1995. Dabei wurden neben der Bewurzelungsrate (Prozentsatz der bewurzelten Stecklinge) auch die Anzahl der gebildeten Wurzeln und die Gesamtwurzellänge je Steckling als Parameter der Bewurzelungs-

qualität erfaßt. Die zu diesem Termin noch nicht bewurzelten, aber noch frisch und gesund aussehenden Stecklinge wurden erneut abgesteckt und im Juni beurteilt. Die nachfolgende Auswertung bezieht sich nur auf die Ergebnisse der ersten Auszählung. Die Verrechnung der ermittelten Werte erfolgte mit SAS-Programmpaket. Für die Ermittlung der Unterschiede zwischen den Klonen und die Schätzung der entsprechenden Varianzkomponenten wurde eine einfache Varianzanalyse Modell II verwendet, für den Vergleich der beiden Geschlechter der t-Test. Der Vergleich der verschiedenen Altersstufen erfolgte mittels einfacher Varianzanalyse Modell I mit anschließendem TUKEY-Test. Für die kombinierte Bewertung des Kloneneffekts und des Einflusses des Geschlechts bzw. der Altersstufe wurde eine Varianzanalyse mit hierarchischer Klassifikation Modell II mit ungleicher Klassenbesetzung gewählt (RASCH et al., 1973).

Ergebnisse

Bewurzelungsrate

Die Bewurzelungsrate der einzelnen Klonen lag zwischen 0% und 91,7%. Im Mittel hatten sich bis zum ersten Auszählungszeitpunkt 42,7% der Stecklinge bewurzelt. Für die Mehrheit der Klonen (36 Stück) lag die Bewurzelungsrate zwischen 25% und 75% (Abbildung 2). Bei 4 Klonen hatte bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Bewurzelung stattgefunden. Für weitere 7 Klonen lag die Bewurzelungsrate unter 20%. Andererseits hatten sich bei 9 Klonen über 75% der Stecklinge bewurzelt.

Die männlichen Klonen wiesen zwar eine im Mittel etwas bessere Bewurzelungsrate (48,7%) als die weiblichen Klonen (36,5%) auf. Dieser Unterschied ließ sich aber nicht statistisch sichern, so daß davon ausgegangen werden kann, daß es in diesem Versuch keine Unterschiede in der Bewurzelungsrate der beiden Geschlechter gegeben hat. Die Bewurzelungsrate in Abhängigkeit von der jeweiligen Altersklasse ist in Abbildung 3 dargestellt. Es konnten signifikante Unterschiede zwischen den Altersstufen hinsichtlich der Bewurzelungsrate festgestellt werden. Dabei waren in der ältesten und der jüngsten Altersklasse signifikant höhere Raten zu beobachten als in den anderen drei Klassen. In der ältesten Klasse waren allerdings nur 2 Klonen vertreten.

Eibenstecklingsversuch 1994/95

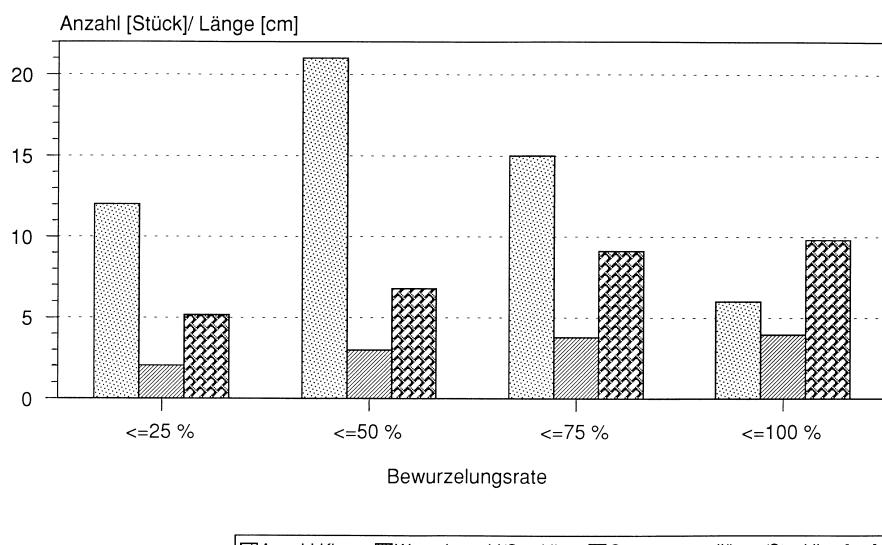


Abbildung 2. – Anzahl von Klonen, mittlere Wurzelanzahl und mittlere Gesamtwurzellänge in Abhängigkeit von der Bewurzelungsrate.

Eibenstecklingsversuch 1994/95

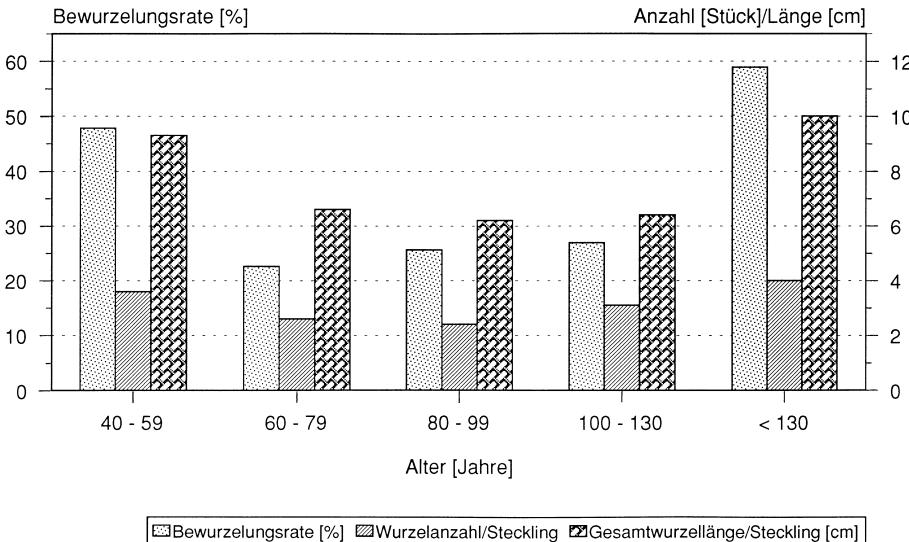


Abbildung 3. – Mittlere Bewurzelungsrate, mittlere Wurzelanzahl und mittlere Gesamtwurzellänge in Abhängigkeit von der Altersklasse

Die Schätzung der Varianzkomponenten ergab, daß 71,2% der Gesamtvarianz bei der Bewurzelungsrate in diesem Versuch durch den Kloneinfluß verursacht wurden (*Tabelle 2*). Auch bei der zusätzlichen Aufteilung der Varianz auf Klon- und Geschlechtereinfluß bzw. Einfluß von Klon und Altersklasse wurde der überwiegende Teil der Gesamtvarianz durch den Kloneinfluß bedingt (63,1% bzw. 61,9%). Dagegen waren das Geschlecht und die Altersklasse mit nur 6,1% bzw. 12,1% an der Gesamtvarianz beteiligt.

Bewurzelungsqualität

Bei der Auswertung für die Merkmale Wurzelanzahl und Gesamtwurzellänge konnten nur die 50 Klonen, die bewurzelte Stecklinge hatten, berücksichtigt werden. Für beide Merkmale ergaben sich bei der Varianzanalyse signifikante Klonunterschiede. Die Klonmittelwerte für die Wurzelanzahl lagen zwischen 1,2 Stück und 6,0 Stück (Versuchsmittel = 3,5 Stück), für die Gesamtwurzellänge zwischen 2,6 cm und 16,7 cm (Versuchsmittel = 8,7 cm). Dabei wurden die jeweils größeren Werte von Klonen erreicht, die auch bei der Bewurzelungsrate an der Spitze lagen (*Abbildung 2*). Diese Beobachtung wird auch durch das Ergebnis der Korrelationsanalyse belegt. Für die Beziehung Bewurzelungsrate : Wurzelanzahl betrug der Korre-

lationskoeffizient $r = 0,653$ und für Bewurzelungsrate : Gesamtwurzellänge war $r = 0,622$. In beiden Fällen war der Korrelationskoeffizient signifikant ($r_{(0,05; 49)} = 0,288$).

Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Klonen konnten bei beiden Merkmalen nicht nachgewiesen werden. Beim Vergleich der Mittelwerte der Altersklassen für beide Merkmale zeigte sich dasselbe Bild wie bei der Bewurzelungsrate (*Abbildung 3*). Die älteste und die jüngste Klasse wiesen für beide Merkmale signifikant größere Mittelwerte auf als die 3 anderen Altersstufen.

Die Varianzkomponentenschätzung erbrachte, daß der überwiegende Teil der Variation (zwischen 80 % und 87 %) bei beiden Merkmalen durch Unterschiede zwischen den Stecklingen innerhalb der Klonen bedingt wird (*Tabelle 2*). Der reine Kloneneffekt lag für die Wurzelanzahl bei 13,3 % und für die Gesamtwurzellänge bei 16,5 %. Die Varianzkomponenten für die Altersklassen und das Geschlecht bewegten sich zwischen 0 % und 5,2 %.

Diskussion

Die Ergebnisse des hier dargestellten Versuchs belegen die auch bei Eibe schon mehrmals gemachte Erfahrung (DAVIDSON

Tabelle 2. – Ergebnisse der Varianzanalysen und Varianzkomponentenschätzungen (σ) - a) Ermittlung des Kloneinflusses; b) Ermittlung von Klon- und Geschlechtereinfluß; c) Ermittlung von Klon- und Alterseinfluß.

Varianz-ursache	Bewurzelungsrate				Wurzelanzahl				Gesamtwurzellänge			
	FG	MQ	σ	$\sigma \%$	FG	MQ	σ	$\sigma \%$	FG	MQ	σ	$\sigma \%$
a) Klon Rest	53 162	1546,36 142,33	351,01 142,33	71,2 28,8	49 2165	35,44 4,56	0,70 4,56	13,3 86,7	49 2165	32551,62 3342,35	662,69 3342,35	16,5 83,5
b) Geschlecht Klon Rest	1 41 129	3991,20 1412,48 153,74	30,40 314,69 153,74	6,1 63,1 30,8	1 38 1690	8,45 37,21 4,80	0,00 0,76 4,80	0,0 13,7 86,3	1 38 1690	414,22 25582,00 2977,61	0,00 529,41 2977,61	0,0 15,1 84,9
c) Altersklasse Klon Rest	4 26 93	2493,53 1208,57 120,33	53,98 272,06 120,33	12,1 60,9 27,0	4 22 950	78,09 23,38 4,26	0,27 0,56 4,26	5,2 11,0 83,8	4 22 950	59963,00 25613,00 3244,09	152,11 651,45 3244,09	3,8 16,1 80,1

und OLNEY, 1964; ECCHER, 1988; EWALD und STAUBER, 1994), daß die Bewurzelungsfähigkeit von Stecklingen in hohem Maße klonabhängig ist. Dabei wird diese Klonabhängigkeit nur in relativ geringem Umfang vom Alter der Ausgangsbäume bestimmt, wie das Ergebnis der Varianzkomponentenschätzung belegt. Trotzdem ergaben sich signifikante Unterschiede in der Bewurzelungsfähigkeit der einzelnen Altersklassen. Allerdings konnte kein klarer Trend hinsichtlich der Beziehung Alter zu Bewurzelungsfähigkeit nachgewiesen werden. Vor allem das gute Ergebnis für die älteste Klasse war überraschend. Diese Tatsache und der geringe Anteil der Altersklassen an der Gesamtvarianz weisen auf eine mögliche Diskrepanz zwischen dem Alter der jeweiligen Ausgangsbäume und dem physiologischen Alter der Reiser für die Stecklingsgewinnung hin.

Die Eibe verfügt in hohem Maße über die Fähigkeit, Wasserreiser zu bilden, die oft ein physiologisch viel geringeres Alter aufweisen als das des eigentlichen Baumes. Von solchen Reisern gewonnene Stecklinge bewurzeln sich wegen der häufig auftretenden Phasenwechseleffekte meist besser als Stecklinge aus höheren Kronenbereichen (WAREING, 1987).

Der in anderen Untersuchungen gelegentlich beobachtete Unterschied in der Bewurzelungsfähigkeit zwischen männlichen und weiblichen Eiben konnte bei dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Bei den Merkmalen zur Beurteilung der Bewurzelungsqualität wurden erwartungsgemäß deutliche Unterschiede zwischen den Klonmittelwerten festgestellt, wobei die Klone mit hoher Bewurzelungsrate meist auch die höheren Werte für diese Merkmale aufwiesen. Trotz dieser Klonunterschiede war der Anteil des Faktors „Klon“ an der Gesamtvarianz relativ gering. Den weitaus größeren Anteil hatten Unterschiede zwischen Stecklingen innerhalb der Klone. Hier wirkte sich der Umstand aus, daß die Stecklinge, auch wenn sie von ein und demselben Ausgangsbau stammten, oft sehr verschieden waren (besonders in der Länge). Dies war der Fall, weil eine Zielstellung der Arbeiten die Gewinnung möglichst vieler Pflanzen aus dem zur Verfügung stehenden, begrenzten Material für die Genressourcenerhaltung war.

Durch die Korrelationsanalyse konnte ein Zusammenhang zwischen der Bewurzelungsfähigkeit und der Qualität der Wurzelbildung nachgewiesen werden. Dabei bedeutet eine gute Bewurzelungsfähigkeit meist auch eine gute Bewurzelungsqualität (siehe auch Abbildung 2). Diese Tatsache ist besonders auch für die weitere Entwicklung und die Überwinterung der Stecklingspflanzen von Bedeutung.

Es kann festgestellt werden, daß die vegetative Vermehrung durch Stecklinge ein durchaus praktikables Verfahren zur Erhaltung und Verbreitung dieser oft in isolierten Einzel'exemplaren vorkommenden Baumart darstellt. Wenn die Ergebnisse der 2. Auszählung im Juni, als noch einmal 12% bewurzelte

Stecklinge erhalten wurden, mit in Betracht gezogen werden, kann gesagt werden, daß es möglich war, alle in die Untersuchungen einbezogenen Bäume zu vermehren. Allerdings war die Anzahl der bewurzelten Stecklinge je Ausgangsbau sehr unterschiedlich. Wegen dieser großen Unterschiede in der Bewurzelungsfähigkeit der Altbäume sollten bei der Anwendung der Methode zum Zwecke der Generhaltung genau auf eine Wahrung der Klonidentität während des Vermehrungsprozesses geachtet werden, um später im Wald Populationen aus möglichst vielen genetisch verschiedenen Individuen aufzubauen zu können.

Die bei dieser Untersuchung angewandte Methode, die sich durch einen relativ geringen Energieeinsatz für Heizung und Bewässerung auszeichnet, hat sich bewährt und kann für den breiten Einsatz in der Praxis empfohlen werden.

Zur abschließenden Klärung des Einflusses des Alters der Ausgangsbäume auf die Bewurzelungsfähigkeit von Stecklingen sind noch weitere Untersuchungen erforderlich. Dabei sollten besonders die Probleme des Phasenwechsels und das Auftreten möglicher Positionseffekte berücksichtigt werden.

Danksagung

Für die Bereitstellung des Untersuchungsmaterials wird der Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommerns und den beteiligten Forstämtern gedankt.

Weiterhin ist allen an den Steck- und Ausszählungsarbeiten beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts zu danken.

Literatur

- DAVIDSON, H. and OLNEY, A.: Clonal and sexual differences in the propagation of *Taxus*. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **14**: 156–160 (1964). — ECCHER, T.: Response of cuttings of 16 *Taxus* cultivars to rooting treatments. Acta Horticulturae **227**: 251–253 (1988). — EWALD, D. und STAUBER, T.: Untersuchungen zur autovegetativen Vermehrung von Eiben. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. **28**: 70–72 (1994). — GOUVEIA, R. J.: Rooting cuttings in outdoor mist beds. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **34**: 537–539 (1984). — HOFF, E. VAN: Rooting *Taxus* cuttings with no heat. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **28**: 514–516 (1978). — KORNYA, J. P. VON: Propagation of *Taxus* cuttings. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **26**: 178–179 (1976). — RASCH, D., ENDERLEIN, G. und HERRENDÖRFER, G.: Biometrie – Verfahren, Tabellen, Angewandte Statistik. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 390 S. (1973). — RUETZ, W.: Anmerkungen zur Eibennachzucht. Tätigkeitsbericht der Bayerischen Landesanstalt f. Forstl. Saat- u. Pflanzenzucht Teisendorf: 15–17 (1993). — SCHEER, C.: *Taxus* propagation by cuttings. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **26**: 173–174 (1976). — SCHMIDT, O.: Die Eibe in Bayern. Forst und Holz **49**: 150–152 (1994). — SCHNECK, H., GRIMM, M. und SCHNECK, D.: Konzept zur Erhaltung und Vermehrung wichtiger, seltener heimischer Baumarten in Mecklenburg-Vorpommern. Unveröffentlicht (1995). — THOMA, S. und KLEINSCHMIT, J.: Grundlagen für die Erhaltung der Eibe (*Taxus baccata* L.). Forst und Holz **49**: 147–150 (1994). — VERKADE, G.: Propagation of *Taxus* by cuttings. Proc. Inter. Plant Propagators Soc. **26**: 177 (1976). — WAREING, P. F.: Phase change and vegetative propagation. In: ABBOTT, A. J. and ATKIN, R. K.: Improving vegetatively propagated crops. Academic Press Limited, London. 416 S. (1987).