

# Experimentelle Erzeugung von haploiden Weißpappeln (*Populus alba* L.)

Von FERENC KOPECKY, Sarvar, Ungarn

(Eingegangen am 1. 3. 1960)

Die Parthenogenese kommt in der Natur viel öfter vor als dies früher im allgemeinen angenommen wurde.

Beim Tabak hatte FRUHWIRT die Aufmerksamkeit schon im Jahre 1914 und HARLAND 1920 bei einer Baumwollart auf einen sonderbaren, durch Parthenogenese entstandenen Typ gelenkt. BLAKESLEE und seine Mitarbeiter (1922) hatten auch zytologisch die haploide Mutante des Stechapfels (*Datura stramonium* L.) geprüft. Im Laufe weiterer Untersuchungen berichteten zahlreiche Forscher über natürliche Haploide von Krautgewächsen (IVANOV 1938, KOSTOFF' 1941).

Bei den Holzgewächsen hatte PRATASSENJA (1939) natürliche haploide Formen in der Gattung *Prunus* und TRALAU (1957) bei der *Aspe* beobachtet.

Die Untersuchungen über die Ursachen der Entstehung von Haploiden zeigten, daß eine Behandlung mit niedrigen und hohen Temperaturen (BLAKESLEE et alii 1927), starke Röntgenbestrahlung, Anwendung von Kobalt- und Phosphorisotopen (GUSTAFSSON 1935, GERASSIMOWA 1936, NATARAJAN und SWAMINATHAN 1958) entsprechende Methoden zur Erzeugung von Haploiden sind. Bei den Blütenpflanzen entsteht jedoch die Mehrzahl der Haploiden durch Kreuzungen von Arten und Varietäten (SIRKS 1956). Die Teilung der haploiden Eizelle kann durch den Pollen fernverwandter Arten und Gattungen, aber auch durch den geschwächten Pollen derselben Art hervorgerufen werden, da solcher Pollen zwar auf der Narbe zu keimen beginnt, aber der Keimschlauch nicht bis zur Samenanlage dringt und keine Befruchtung erfolgt. Die Eizelle wird ausschließlich durch den Reizeffekt zur Umwandlung in die Embryophase angeregt. Die selbständige Entwicklung kann auch durch die Unverträglichkeit der beteiligten Genome, fallweise sogar durch starke plasmatische Unterschiede herbeigeführt werden, die das Absterben des Spermakernes zu bewirken vermögen (EAST 1930, DAVIS 1931, TSCHERMAK 1935, 1939, EHRENSBERGER 1948, SCHEIBE 1951).

Die mit Auxinen durchgeführten neueren Untersuchungen lassen vermuten, daß der Reizeffekt auf gewisse Pollenhormone zurückgeführt werden kann (TSCHERMAK, 1949). Mit wuchsfördernden Stoffen ist es nämlich gelungen, künstliche Reizbefruchtung zu erzeugen.

Zum Aufsuchen von Haploiden werden seit langem auch die sog. Zwillingsskeimlinge verwendet (ZIMMERMANN 1951).

Da haploide Pflanzen fast immer steril sind und nur nach Verdoppelung der Chromosomensätze ihre Keimbildungsfähigkeit erlangen, müssen zwecks Wiederherstellung der Fertilität aus den Haploiden vorerst reine Linien diploider Homozygoten produziert werden. Durch die somatische Verdoppelung der Chromosomenzahl erhält die haploide Form zwei gleiche Chromosomensätze und erzeugt zufolge der Reduktionsteilung gleiche Gameten. Als Ergebnis dieses Vorganges entstehen aber in den diploiden Nachkommen „ideale Homozygoten“, die das genetische Äquivalent der vorgeschrittenen Generation bei den Inzuchtlinien bilden (NAVASCHIN 1933, KARPETSCHENKO 1935, CHASE 1952, SYRACH LARSEN 1956, STANFORD und CLEMENT 1958, ROHMEDEK und SCHÖNBACH 1959).

## Material und Methode

Die Erfolge, die zahlreiche Forscher in der Herstellung von Haploiden bei Krautgewächsen erzielen konnten, haben uns dazu bewogen, die Anwendbarkeit des Verfahrens auch in der forstlichen Pflanzenzüchtung zu prüfen.

Als Methode haben wir die Schwächung der Keimfähigkeit des Pollens gewählt, und die Reizbefruchtung durch Kreuzung von Pappeln verschiedener Arten — *P. alba* und *P. tremula* — erzielt.

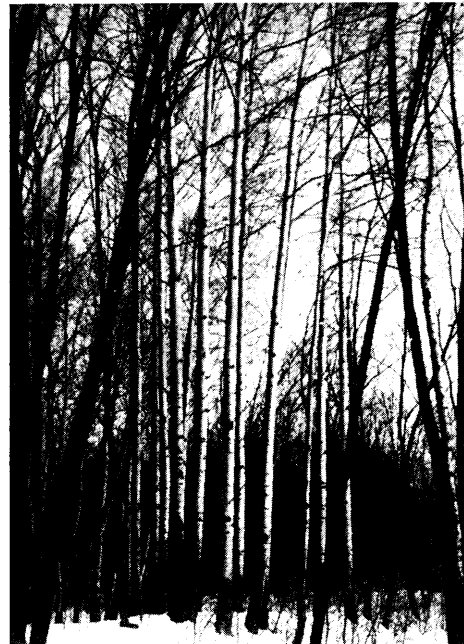


Abb. 1. — Auswahlbaumgruppe von Weißpappel Nr. 176. ♀ bei Kunpeszer. — Photo: KOPECKY.

Es wurden etwa 1500 Kätzchen der Weißpappel mit dem geschwächten Pollen der *Aspe* bestäubt.

Zur Schwächung der Keimfähigkeit des Blütenstaubes diente eine Art der Fermentierung. Mit dem im Gewächshaus bei hochgradiger Luftfeuchtigkeit eingesammelten Pollen wurden Reagenzgläser bis zum Rand angefüllt und mit einem Gummipfropfen luftdicht verschlossen. Der in den Röhren zusammengedrückte, feuchte Blütenstaub wird in einigen Tagen klumpig und seine Keimfähigkeit nimmt jäh ab; nach einer Woche ist sie fast völlig vernichtet.

Die Bestäubung der Weißpappelkätzchen erfolgte zu einer Zeit, wo bereits die Mehrzahl der *Aspen*pollenkörner überhaupt nicht und ein verschwindend geringer Teil von ihnen nur noch schwach keimte.

Die Pollenkeimung — d. h. die Kontrolle der Wuchsergie der Pollenschläuche — ist in einer Hängetrophenkultur, die durch das Auflösen von 20 v. H. Saccharose und 0,001 v. H. Borsäure in destilliertem Wasser hergestellt wurde, und die Chromosomenfärbung mit der Karmin-Essigsäuremethode vorgenommen worden.

### Besprechung der Ergebnisse

Aus der Bestäubung, bei der die weiblichen Blüten von *P. alba* mit dem in seiner Keimfähigkeit geschwächten Pollen von *P. tremula* bestäubt wurden, sind fünf Kätzchen mit 17 Samen entstanden. Von den Kätzchen brachten also nur 0,2 v. H. Samen, aus diesen wurden sechs Pflanzen gezogen.

Eine Kreuzung von zwei Pappelsektionen — *P. alba* × *P. nigra* — lieferte ebenfalls weitere fünf Weißpappelhaploide. Hier war jedoch das Ziel des Versuches nicht die Induktion von Haploiden, sondern es handelte sich um die Fortsetzung einer früher begonnenen Versuchsreihe (Übersicht 1).

Während ältere Kreuzungen von anderen Artgruppen zwergwüchsige, in ihrer Lebensfähigkeit geschwächte, aber ausnahmslos diploide Hybridnachkommen zeitigten, waren die aus der geschilderten Kombination hervorgegangenen und am Leben gebliebenen fünf Sämlinge alle Weißpappelhaploide.

Übersicht 1. — Herkunftsangaben der haploiden Weißpappel-Nachkommenschaften.

Lfd. Nr. der Kreuzung	♀	Herkunft	Lfd. Nr. der Auswahlbäume	Tag der Zweig-entnahme	Beginn des Treibens	Zeitpunkt des Bestäubens
460.	<i>P. alba</i> L.	Kunpeszér	176	II. 25	II. 27	III. 3—7
461.	<i>P. alba</i> L.	Kunpeszér	176	II. 25	II. 27	III. 3—7

Lfd. Nr. der Kreuzung	♂	Herkunft	Lfd. Nr. der Auswahlbäume	Zeit des Pollensammelns	Zeit der Samenreife	Zahl der Samen je Kapsel	Samen insgesamt	Tag der Aussaat	Tag der Verpflanzung	Zahl der am Leben geblieb. Pflanzen
460.	<i>P. tremula</i> L.	Kemencepatak	184	II. 23—25	III. 25	1—2	17	III. 25	IV. 16	6
461.	<i>P. nigra</i> L.	Győr	203	III. 3—8	IV. 2—14	5—6	156	IV. 2—14	IV. 29	5

Aus der Kombination Nr. 460 konnten je Kapsel nur ein bis zwei Samen gewonnen werden, die Kreuzung Nr. 461 zwischen fernverwandten Arten lieferte hingegen fünf bis sechs Samen bei allen Kapseln.

Der haploide Charakter in diesen Kreuzungen war sehr bald zu erkennen, da im ersten Falle statt Graupappel-nachkommen Weißpappelsämlinge entstanden sind. Auch die Nachkommenschaft der letzteren Kombination zeigt keine Hybridenmerkmale, alle Individuen erwiesen sich ohne Ausnahme als Weißpappeln.

Das Wachstum der Haploiden ist bei den Weißpappeln auffallend langsamer als das der Diploiden (Übersicht 2).

Übersicht 2. — Höhenwuchs der haploiden Weißpappel-Nachkommenschaften

Laufende Nr.	Laufende Nr. der Kreuzung	Eltern bei der Kreuzung	Höhe in cm	
			1958. XI.	1959. XI.
1	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	17,0	90,0
2	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	13,0	115,0
3	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	47,5	52,0
4	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	28,0	78,0
5	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	55,0	89,5
6	460	<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	27,0	84,0
7	461	<i>P. alba</i> × <i>P. nigra</i>	24,5	100,0
8	461	<i>P. alba</i> × <i>P. nigra</i>	4,0	76,0
9	461	<i>P. alba</i> × <i>P. nigra</i>	27,0	81,0
10	461	<i>P. alba</i> × <i>P. nigra</i>	11,0	56,0
11	461	<i>P. alba</i> × <i>P. nigra</i>	22,0	97,0

In morphologischer Hinsicht ist bei den Blättern und dem Stiel zwischen den haploiden und diploiden Pflanzen kein Unterschied wahrnehmbar. In der Größe der Blätter weichen sie jedoch wesentlich von einander ab, bei den Haploiden erreichen sie kaum ein Drittel der diploiden Blätter.

Dieser Unterschied in der Größe zeigt sich auch bei den Zellen und Stomata (Übersicht 3).

Übersicht 3. — Dimensionen der Stomata bei den haploiden und diploiden Formen von *Populus alba* L.

Laufende Nr. der Kreuzung	Varietät der Pappelarten	Größe d. Stomata in Okulareinheiten*)										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
—	<i>P. alba</i> L. Kunpeszér						3	14	48	19	12	4
460	<i>P. alba</i> L. haploid	32	40	25	3							
461	<i>P. alba</i> L. haploid		8	49	29	14						

\*) 1 Okulareinheit = 1,25 μ.

Die Größe der Stomata bei der diploiden Form ist also etwa das Doppelte jener, die bei den haploiden Blättern in Erscheinung tritt.

Die Chromosomenzahl war zweifellos immer n = 19.

Aus den Erfolgen, die in der Herstellung von Haploiden bei *Populus alba* erzielt wurden, sollen keine weitgehenden und hoffnungsvollen Schlüsse gezogen werden. Dies würde jetzt, zu Beginn der Arbeit, eine verfrühte und voreilige Stellungnahme bedeuten. Soviel kann man aber bereits feststellen, daß die Haploiden der Weißpappel ein

wertvolles Ausgangsmaterial zur Untersuchung ihrer Morphologie bzw. Genetik darstellen und mit ihrer Hilfe sehr

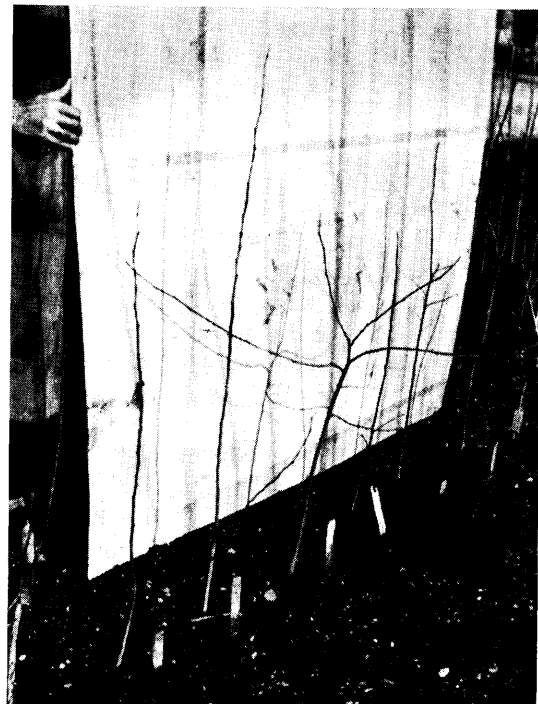


Abb. 2. — Zweijährige Haploide von *Populus alba* L. — Photo: KOPECKY.

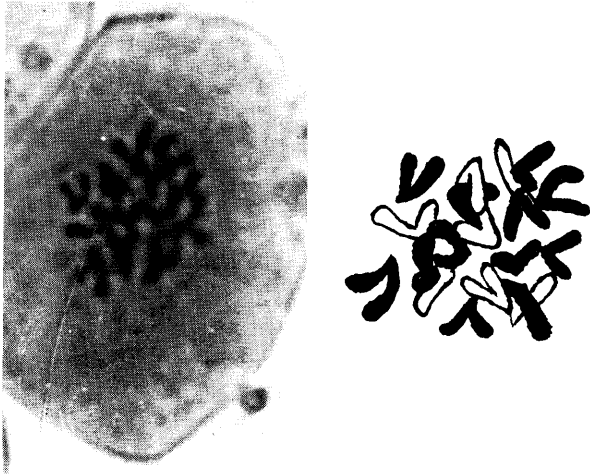


Abb. 3. — Chromosomensatz der haploiden Weißpappel *P. alba* L.  
— Photo: KOPECKY.

interessante Kreuzungen vorgenommen werden können. Es ist geplant, ihre Verwendbarkeit als Unterlage zu prüfen, wenn bei der Anlage von Saatgutbeständen die Produktionsfähigkeit gesteigert werden soll. Man kann nämlich damit rechnen, daß die verminderte Wuchsenergie der Unterlage die Bäume zu öfteren und höheren Samen-erträgen anspornt.

Die beiden haploiden Populationen sind sowohl hinsichtlich der Schaftform als auch der Kronenbildung sehr mannigfaltig. Für die Züchtung müssen also massenhaft Haploide erzeugt werden, um die wirklich entsprechenden Homozygoten aus den Kombinationen zu erhalten.

Der Weg der Heterosizüchtung ist in der Forstpflanzenzüchtung wegen des hohen Mannbarkeitsalters der Waldbäume und der häufigen Unmöglichkeit einer Selbstbefruchtung derzeit noch nicht gangbar. Die aus Hapliden erzeugten Diploiden werden auch dazu Möglichkeiten bieten, die für die Inzucht nötige Zeitspanne wesentlich zu verkürzen.

#### Zusammenfassung

1. Verfasser gelang es, haploide Samen von Weißpappeln (*Populus alba* L.) zu erzeugen, indem er die Narben der Blüten dieser Holzart mit dem in seiner Keimfähigkeit künstlich geschwächten Pollen von Aspen (*Populus tremula* L.) bestäubte.

2. Haploide Weißpappelsamen entstanden auch als Ergebnis einer Kreuzung der fernverwandten Arten *P. alba*  $\times$  *P. nigra*.

3. Bei der Kombination *P. alba*  $\times$  *P. tremula* brachten nur 0,2 v. H. der bestäubten Kätzchen Samen.

4. Bei der Kombination *P. alba*  $\times$  *P. nigra* waren fast in allen Kätzchen Samen vorhanden, doch nur aus 3,2 v. H. dieser Samen entwickelten sich lebensfähige Pflanzen.

5. Das Wachstum der haploiden Weißpappeln ist ziemlich langsam, in den ersten zwei Jahren ihres Lebens erreichten sie nicht einmal die Dimensionen der einjährigen diploiden Pflanzen.

6. Die Blätter der haploiden Weißpappeln haben nur ein Drittel der Größe von den Blättern der diploiden Form; ihre Spreite ist auch dünner.

7. Epidermiszellen und Stomata der Blätter sind bei der haploiden Weißpappel nur halb so groß, wie bei den diploiden Individuen.

#### Summary

Title of the paper: *The experimental production of haploid White Poplars (Populus alba L.)*.

1. Haploid seeds of *Populus alba* were produced by pollinating the stigma of flowers with pollen of weakened viability originating from *Populus tremula* L.

2. Haploid White Poplars were also produced when crossing the *Populus alba* and *P. nigra* which are only loosely related.

3. In the *P. alba*  $\times$  *P. tremula* crosses seeds resulted from only 0.2% of the catkins.

4. In the *Populus alba*  $\times$  *Populus nigra* crosses nearly all catkins produced seeds, but only 3.2% of these yielded viable plants.

5. The haploid White Poplars grow slowly. During the first two years they did not reach the dimensions of one-year old diploid plants.

6. The leaves of the haploid White Poplars are only one third the size of those of diploid plants, and their lamina are also thinner.

7. The epidermal cells and stomata of the leaves of haploid plants are only half the size of those of diploid individuals.

#### Résumé

Titre de l'article: *Production expérimentale de peupliers blancs (Populus alba L.) haploïdes*.

1. La pollinisation de fleurs de peupliers blancs avec du pollen de tremble (*Populus tremula* L.) de vitalité affaiblie, a permis la production de graines haploïdes.

2. Le croisement de *Populus alba* avec *Populus nigra* a permis également d'obtenir des graines haploïdes.

3. Dans les croisements *P. alba*  $\times$  *P. tremula* on a obtenu des graines sur 0,2% des chatons seulement.

4. Dans les croisements *P. alba*  $\times$  *P. nigra* presque tous les chatons ont produit des graines mais 3,2% seulement de celles-ci ont donné des plants viables.

5. Les peupliers blancs haploïdes poussent lentement. Au cours des deux premières années ils n'atteignent pas les dimensions de plants diploïdes de un an.

6. Les feuilles des peupliers blancs haploïdes sont 3 fois plus petites que celles des plants diploïdes et sont également plus minces.

7. Les cellules de l'épiderme et les stomates des feuilles des plants haploïdes sont 2 fois plus petits que ceux des individus diploïdes.

#### Literatur

- BLAKESLEE, A. F., BELLING, J., FARNHAM, M. E., and BERGNER, A. D.: A haploid mutant in the Jimson Weed, *Datura stramonium*. Science, N. S. 55: 646—647 (1927). — BLAKESLEE, A. F., MORRISON, G., and AVERY, A. G.: Mutation in a haploid *Datura*. Journ. Heredity 18: 193—199 (1927). — CHASE, S. S.: Monoploids in Maize. Gowen: Heterosis, Iowa 389—399 (1952). — DAVIS, B. M.: Some attempts to obtain haploids from *Oenothera Lamarckiana*. Amer. Nat. 65: 233—243 (1931). — EAST, E. M.: The origin of the plants of maternal type which occur in connection with interspecific hybridizations. Proc. Nat. Acad. Sci. 16: 337—441 (1930). — EAST, E. M.: The production of homozygotes through induced parthenogenesis. Science 72: 148—149 (1930). — EHRENSBERGER, R.: Versuche zur Auslösung von Haploidie bei Blütenpflanzen. Biol. Zbl. 67: 537—546 (1948). — FRUHWIRT, C.: Parthenogenesis bei Tabak. Ztschr. Pflanzenzüchtung 2: 95 ff. (1914). — GERASSIMOWA, H.: Experimentally produced haploid plant in *Crepis tectorum* L. Biologitscheski Zsurnal 5: 895—900 (1936). — GUSTAFSSON, A.: Studies on the mechanism of parthenogenesis. Hereditas 21: 1—112 (1935). — HARLAND, S. C.: A note on a peculiar type of "rogue" in Sea Island cotton. Agr. News, Bar-

bados, 19: 29 ff. (1920). — IVANOV, H. A.: Experimental production of haploids in *Nicotiana rustica* L. and discussion of haploidy in flowering plants. *Genetica* 20: 295—397 (1938). — KARPETSCHENKO, G. D.: (Der Ertrag von Haploiden, Charakter und Bedeutung ihrer Nachkommen.) O produkcii karakteristike potomstva i snatschnie gaploidov. *Teoret. Osn. Selekc. Rast.* 1: 419—426 (1935). — KOSTOFF, D.: Das Problem der Haploidie. *Bibliographia Genetica* 1: 1—148 (1941). — NATARAJAN, A. T., and SWAMINATHAN, M. S.: Haploidy induced by radiations in Wheat. *Experientia* 9: 336—337 (1958). — NAVASCHIN, M. S.: (Neue Möglichkeiten der Pflanzenzüchtung.) *Novie vosmoschnosti selekcii rastenij. Semenowodstwo* 2: 11—16 (1933). — PRATASSENJA, G. D.: Production of polyploid plants. Haploid and triploids in *Prunus persica*. *Dokladi Akad. Nauk UdSSR. Ref. Plant Breed. Abstr.* 9: 1602 (1939). — ROHMEDE,

E., and SCHÖNBACH, H.: *Genetik und Züchtung der Waldbäume.* Hamburg—Berlin, 1959. — SCHEIBE, A.: *Einführung in die Allgemeine Pflanzenzüchtung.* Stuttgart, 1951. — SIRKS, M. J.: *General Genetics.* Haag, 1956. — STANFORD, E. H., and CLEMENT, W. M.: Cytology and crossing behavior of a haploid alfalfa plant. *Agr. Jour.* 3: 589—592 (1958). — SYRACH LARSEN, C.: *Genetics in silviculture.* London, 1956. — TRALAU, H.: Über eine haploide Form von *Populus tremula* aus Uppland. *Botaniska Notiser*, Lund, 1957: 481—483. — TSCHERMAK, E. V.: Über hybridogene Parthenogenesis. *Züchter* 7: 137 ff. (1935). — TSCHERMAK, E. V.: Über muttergleiche Scheinbastarde. *Züchter* 11: 337 ff. (1939). — TSCHERMAK, E. V.: Reizfruchtung, Samenbildung ohne Befruchtung. *Biologia Generalis* 19: 3 ff. (1949). — ZIMMERMANN, K.: Zwillingsauslese als Möglichkeit zur Züchtung von Fremdbefruchtern. *Züchter* 21: 253—255 (1951).

(Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Zweigstelle Wächtersbach, der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft)

## Ringelungsversuche zur Steigerung der Blühwilligkeit an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [Sieb. & Zucc.] Gord.) und an europäischer Lärche (*Larix decidua* Mill.)\*

Von G. H. MELCHIOR

(Eingegangen am 11. 2. 1960)

### Einleitung

Zur Erhöhung der Blühwilligkeit ist im Obstbau neben anderen Methoden schon lange die Methode der Ringelung bekannt (vgl. GOEBEL 1908, MOLISCH 1930, KEMMER 1943, KOBEL 1954, SAX 1954). KEMMER (1943) stellte fest, daß nach einer Ringelung während der Hauptwachstumszeit das nicht zerstörte Kambium noch vor dem Winter eine dünne Rindenschicht bildet. Erste Erfolge, durch Rindenringelung an Waldbäumen die Blühwilligkeit zu erhöhen, hatten LANTELMÉ 1933 an Buche und POND 1936 an *Fraxinus nigra*. In den folgenden Jahren konnten an Waldbäumen, besonders der Kiefer STEFANSSON 1948, HOLMES und MATTHEWS 1951, HITT 1954, MANN und RUSSEL 1957 und HOEKSTRA und MERGEN 1957 durch partielle Ringelung, HITT 1954 und 1958 durch Spiralringelung, ARNBORG 1946, HOLMES und MATTHEWS 1951 und BERGMAN 1955 durch Ganzringelung eine Erhöhung der Blütenzahl, speziell der Zahl der Zapfenblüten, erreichen. BOUVARELS Annahme (1954), daß Wurzelschnitt bessere Resultate als Strangulation und Ringelung verspricht, wurde durch die Untersuchungen BERGMANS 1955, zumindest für die Kiefer, widerlegt. Ringelung am Wurzelhals ergab eine anhaltende Blühstimulation, welche durch Düngung mit Kalisalzen und durch Wurzelschnitt verstärkt werden konnte. BERGMAN 1955 kommt auf Grund seiner Versuche an der Kiefer weiterhin zu der Ansicht, daß die Vitalität geringelter Bäume nicht nennenswert geschwächt wird, wenn es sich nicht um besonders schwache Exemplare handelt.

Ringelversuche an Lärchen wurden m. W. nur von MITCHELL 1957 durchgeführt. Er konnte nachweisen, daß durch zwei im Juni am Schaft von Hybridlärchen übereinander ausgeführte Halbringelungsschnitte die Blütenzahl erhöht werden kann.

\*) Die Arbeit gehört zu den in Wächtersbach mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten „Untersuchungen zur Förderung der Blüten- und Samenbildung an Waldbäumen“, wofür ich hier der Deutschen Forschungsgemeinschaft meinen Dank sagen möchte. Herrn Forstmeister Dr. H.-H. HEITMÜLLER danke ich für die stetige Unterstützung bei diesen Untersuchungen.

Da unsere verschiedenen Lärchenklonen angehörenden Pflöpfinge bis zum Zeitpunkt der Behandlung kaum geblüht hatten, neben MITCHELLS knappen Angaben weitere Untersuchungen über die Wirkung und den Zeitpunkt der Ringelung an Lärchen nicht existieren, wurde in unseren Versuchen zunächst einmal der günstigste Zeitpunkt der Behandlung festgestellt. Weiter wurde untersucht, ob durch Ringelung das Geschlechtsverhältnis beeinflusst werden kann, ob klonspezifische Unterschiede in der Reaktionsweise der gleichen Art bestehen und ob Unterschiede in der Reaktionsweise zwischen europäischen und japanischen Lärchen zu erkennen sind.

### Pflanzenmaterial, Behandlungsweise und statistische Auswertung

Alle Ringelungsversuche im Jahr 1957 wurden an vierjährigen europäischen Lärchen-Pflöpfingen durchgeführt, deren Pflöpfreiser von 100- bis 160jährigen Plusbäumen geworben waren. Insgesamt handelt es sich um 100 Pflöpfinge von 15 Klonen. Die Stärke der Pflöpfinge an der Ringelungsstelle betrug zwischen 1 und 3 cm. Ungefähr ein Drittel der Pflöpfinge wuchs zum Zeitpunkt der Behandlung mit aufrechtem oder wenig geneigtem Haupttrieb; der Rest wuchs plagiotrop; die Ansatzwinkel der Seitenzweige waren meist größer als 90 Grad. Alles in allem zeigten letztere Pflöpfinge den Habitus von aus den Kronen alter Lärchen entnommenen, in den Boden gesteckten Seitenzweigen. Alle Pflöpfinge waren im 50 × 50 cm Verband ausgepflanzt.

Die Behandlung wurde von Ende Mai bis Ende August 1957 in vierwöchigem Abstand an mehreren Pflanzen jedes Klones so vorgenommen, daß sich mehrere Seitenzweige, jedoch mindestens einer, unterhalb der Ringelungswunde befanden, um bei eventuellem Abgang des über der Ringelungsstelle befindlichen Pflöpfingsteiles den Pflöpfing zu erhalten. Es wurden nur Bastringelungen durchgeführt, d. h. ein Rindenband konstanter Breite ohne stärkere Verletzung der kambialen Schichten wurde entfernt (vgl. KEMMER 1943). Die Wunde wurde mit Hilfe zweier