

ÜBER KIEFERNHARZUNG

Bericht über Versuche in den Jahren 1940 bis 1951 und Bemerkungen über die wirtschaftliche Lage und technische Entwicklung der Kiefernharzung in Österreich sowie über die Methodik von Harzungsversuchen.

Von Dr. Rudolf Scheuble.

Inhaltsübersicht:

	Seite
A. Die Bedeutung der Gewinnung und Verarbeitung von Kiefernharz in der Wirtschaft der Welt und Österreichs	3
B. Die technische Entwicklung der Kiefernharzung in Österreich seit dem ersten Weltkrieg	8
C. Bericht über noch unveröffentlichte Harzungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Mariabrunn.....	10
D. Allgemeine Richtlinien für die Durchführung von Harzungsversuchen	2
E. Schlußwort	43

A. DIE BEDEUTUNG DER GEWINNUNG UND VERARBEITUNG VON KIEFERNHARZ IN DER WIRTSCHAFT DER WELT UND ÖSTERREICH.

Die schon Jahrhunderte alte Gewinnung von Kiefernharz und seine Weiterverarbeitung auf Kolophonium und Terpentinöl hat sich bekanntlich in den letzten Jahrzehnten, vor allem in den USA, zu einer bedeutenden Industrie entwickelt. Daran sind drei Verfahren beteiligt, die Lebendharzung (Balsamharzung), die Extraktion oder Destillation von harzreichem Holz (Erzeugung von Holzharz und Holzterpentinöl) und die Gewinnung von Tallöl als Nebenprodukt

der Sulfatzellstofffabrikation. Insgesamt beträgt die Welterzeugung heute jährlich rund 740.000 t Kolophonium und 180.000 t Terpentinöl und ist somit in der Größenordnung z. B. nicht weit von der Welterzeugung von Naturkautschuk entfernt, die auf 1,800.000 t geschätzt wird. Die Lebendharzung und Holzharzgewinnung zeigen eine rückläufige Tendenz zugunsten der rasch zunehmenden Verwendung von Tallöl; von der genannten Welterzeugung dürfte annähernd ein Drittel auf jedes der drei Verfahren entfallen. Der beachtliche Aufschwung der Tallölverarbeitung ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß es gelungen ist, aus Tallöl Kolophonium und Terpentinöl („Sulfat-terpentinöl“) in Qualitäten zu gewinnen, die den Produkten aus Balsamharz schon recht nahe kommen. Ursprünglich stand die Balsamharzung an erster Stelle, wurde aber von der billiger arbeitenden Holz- oder Wurzelharzextraktion überflügelt. Daß letztere heute auch in den USA wieder zurückgeht, ist auf die Verknappung des Rohmaterials infolge Verschwindens der alten Raubbaumethoden und auf eine geordnete Forstwirtschaft zurückzuführen. Man vergleiche Sandermann¹⁾ und insbesondere die ausführliche Darstellung von Hakens²⁾.

Eine Schwierigkeit, die alle drei Harzgewinnungsverfahren gemeinsam haben, besteht darin, daß der Anfall an den beiden Hauptprodukten Kolophonium und Terpentinöl nicht reguliert werden kann, sondern ein zwangsläufiger ist; doch ist der Anfall an dem heute mehr gebrauchten Kolophonium glücklicherweise auch von Natur aus der größere. Die Hauptverwendung des Kolophonums (auch des aus Tallöl gewonnenen) ist die Leimung des Papiers, ferner dient es als Zwischenprodukt in der Kunststofferzeugung und als Rohstoff für Lacke, Farben, Seifen, Kitte, Klebstoffe, Schmiermittel, Linoleum- und Kautschukmassen. Auf diesen Verwendungsgebieten — am wenigsten noch bei der Papierleimung *) — verliert das Kolophonium zwar all-

¹⁾ W. Sandermann, Deutsche Farbenzeitschrift, Februar 1954 S. 41—45: „Wandlungen in Produktion und Verwendung von Kolophonium und Terpentinöl.“

²⁾ W. von Haken, Chem. Ind., Sept. 1954 S. 495—499: „Naval stores auf dem Weltmarkt.“

*) Aber auch für die Papierleimung hat man schon, insbesondere während des Krieges, Ersatzprodukte und solche Chemikalien verwendet, welche das Kolophonium zwar nicht ersetzen, aber den Bedarf daran verringern. Man vergleiche diesbezüglich die S. 5 unter ³⁾—⁶⁾ zitierten Veröffentlichungen. Laut einer liebenswürdigen Privatmitteilung des unter ⁵⁾ genannten Herrn Autors gibt es schon vorzügliche Ersatzmittel für Kolophonium, die mit dem heutigen

mählich einen Teil seines Absatzes an synthetische Produkte, doch wächst anderseits der Gesamtbeford der genannten Industrien so rasch, daß von einer absoluten Abnahme des Kolophoniumverbrauchs noch keine Rede ist. Verhältnismäßig stark ist hingegen der Bedarf an Terpentinöl infolge der Konkurrenz von Erdölprodukten (Testbenzin) und synthetischen Lösungsmitteln zurückgegangen, und es ist gelegentlich schon vorgekommen, daß man unverkäuflich gebliebenes Terpentinöl verheizt oder als Zusatz zu Kraftstoffen verwendet hat. Neuerdings scheint sich aber hier ein Umschwung anzubahnen, einerseits weil manche Industrien im Interesse einer besseren Qualität ihrer Fabrikate wieder das Terpentinöl vor seinen Ersatzmitteln bevorzugen, anderseits weil die chemische Weiterverarbeitung des Terpentinöls, abgesehen von der bekannten Kampfererzeugung, auf neue technisch wertvolle Derivate (z. B. Weichmacher) gelungen ist.

Die Kriegszeiten und die vielfach auch außerhalb dieser aufrechterhaltenen Autarkiemassnahmen oder auch andere wirtschaftliche Rücksichten haben manches Land zur Harzerzeugung veranlaßt, auch wenn die Selbstkosten höher waren als der Preis der importierten Harzprodukte. So sind die großen Anstrengungen bekannt, die Deutschland während der beiden Weltkriege und in der Zwischenzeit gemacht hat, um eine intensive Lebendharzung und Gewinnung von Extraktionsharz aufzubauen; bald nach dem letzten Weltkrieg ist aber in Westdeutschland die Harzgewinnung, abgesehen von der Tallölerzeugung, fast wieder zum Stillstand gekommen.

Angaben darüber, wie sich die auf S. 4 angegebene Weltproduktion auf die einzelnen Länder verteilt, sind unter ⁷⁾ bis ⁹⁾ zu finden. Hauptproduktionsländer sind die USA (rund 58%), Portugal, die

niedrigen Kolophoniumpreis zwar nicht konkurrieren können, aber zur Verbesserung der Kolophoniumleimung bereits herangezogen werden.

³⁾ Franco d'Elia, L'Industria della Carta, VIII/6 (1941) S. 216—218: „Ausiliari della colofonia nella collatura della carta.“

⁴⁾ C. J. Bergendahl und C. E. Libby, Paper Trade J., 1947 Nr. 10 S. 40—48: „Beater sizing with the silicones“ (Leimung im Holländer mittels Silicon-Präparaten).

⁵⁾ O. Hansen, Papier, 1952 Heft 1/2 S. 10—18: „Synthetisch hergestellte Produkte für die Papierleimung in der Masse“.

⁶⁾ Chem. Eng. News, 1955 S. 1018: „Papierleimung mit Aquapel, einem Erzeugnis der Hercules Powder Co.“.

⁷⁾ Naval stores review. International Yearbook 1955.

⁸⁾ B. Pejoski, Naval stores rev. Febr. 1952 S. 16, 17, 24—26: „Europes naval stores industry.“

⁹⁾ Ebenderselbe, Papier, Dezember 1953 S. 498—499: „Die Weltproduktion von Kolophonium und Terpentinöl.“

Sowjetunion, Frankreich, China, Spanien, Mexiko, Griechenland. Das heutige Österreich, das etwa an der 10. Stelle steht, erzeugt nur 0,5% der Weltproduktion.

Bei uns wurde von altersher die Schwarzföhre wegen ihrer im Vergleich zur Weißföhre wesentlich größeren Ergiebigkeit auch in Friedenszeiten geharzt. Während der beiden Weltkriege wurde die Harzerzeugung naturgemäß gesteigert und auch die Weißföhrenharzung aufgenommen, die seit dem zweiten Weltkrieg in geringem Umfang aufrechterhalten wurde (siehe S. 10); während des ersten Weltkrieges wurde auch Extraktionsharz in ansehnlicher Menge erzeugt. Im Jahre 1935 betrug die Erzeugung von Balsamharz in der Republik Österreich fast 6000 t, wozu noch kleinere Mengen von Holzterpentinöl kamen, die aus importiertem Kienteer gewonnen wurden.

Betreffs der Entwicklung der Harzproduktion und Harzverarbeitung in Österreich vergleiche man die nachstehenden Literaturstellen ¹⁾, ²⁾ und ³⁾.

Nach dem zweiten Weltkrieg hat sich die durch die Kriegsergebnisse schwer mitgenommene österreichische Balsamharzproduktion allmählich wieder erholt; sie betrug z. B.

1948	1850 t Rohharz
1951	4000 t
1954	4680 t
1955	4490 t

Der Rückgang gegen 1935 ist teils auf die geringere Anzahl von Pechern, teils darauf zurückzuführen, daß man heute aus forstlichen Rücksichten nicht mehr so junge Stämme anharzt, wie das seinerzeit der Fall war.

Das Balsamharz wird derzeit nur mehr von der Piestinger Harzgenossenschaft in ihren 2 Werken (Piesting und Pottenstein) und von der Firma Franz Furtenbach, Wiener Neustadt, auf Kolophonum und Terpentinöl verarbeitet; auf letztgenannte Firma entfallen schätzungsweise 29%. Die von mir in meiner unter ³⁾ zitierten Veröffentlichung genannte Neunkirchner Fabrik und die Firma Perko sind ausgeschieden.

¹⁾ Piestinger Harzgenossenschaft: „25 Jahre landwirtschaftliche Genossenschaft zur Verwertung der Harzprodukte in Piesting 1909—1934“, Selbstverlag 1934.

²⁾ A. Reichert, Österr. Forst- und Jagdzeitung, 1917 S. 159—160: „Der Ausbau der heimischen Harzproduktion.“

³⁾ R. Scheuble, Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1938 S. 1—31: „Die holzchemische Industrie Österreichs“, insbesondere S. 12—17.

Da aus dem Rohharz etwa 72% Kolophonium und 17% Terpentinöl gewonnen werden, entsprechen die im Jahre 1955 verarbeiteten Mengen 3235 t Kolophonium und 765 t Terpentinöl.

Auch die in meiner Veröffentlichung von 1938 erwähnte Produktion von Holzterpentinöl aus importiertem Kienteer ist nicht wieder aufgenommen worden. Hingegen gewinnt in Österreich, wie in den übrigen Ländern, die Zellstoff aus Kiefernholz nach dem Sulfatverfahren erzeugen, die Aufarbeitung von Tallöl und Sulfatterpentinöl immer größere Bedeutung. Nach einer liebenswürdigen Mitteilung der Sulfatzellstofffabrik Frantschach (Kärnten), die derzeit in erster Linie als österreichische Erzeugungsstätte in Frage kommt, hat die Firma 1955 rund 100 t eines Sulfatterpentinöls erzeugt, das unter dem Namen „Frantschacher Spezialterpentinöl extra mild“ große Verbreitung gefunden hat. Jährlich etwa 70—80 t Sulfatterpentinöl erzeugt die Nettingsdorfer Papierfabrik. Frantschach gewinnt aber auch jährlich 400 t Rohtallöl, das in der Qualität dem schwedischen Produkt nahekommt und infolge seines Gehaltes von 46% Harz- und 35% Fettsäuren mannigfache Verwendung findet.

Nachstehend sind diese Produktionsziffern und der Außenhandel der Jahre 1935 und 1955 einander gegenübergestellt und daraus der schätzungsweise österreichische Verbrauch berechnet; bei dieser Berechnung sind die Zu- und Abgänge der Lagerbestände nicht berücksichtigt.

	Kolophonium und Tallöl	
	1935	1955
Österr. Erzeugung aus Balsamharz	4000 t	3235 t
Österr. Erzeugung von Tallöl	—	400 t
Überschuß des Imports über den Export	1000 t	2900 t
Österr. Verbrauch	5000 t	6535 t
 Terpentinöl (Balsam- und Sulfatterpentinöl)		
	1935	1955
Österr. Erzeugung aus Balsamharz	1050 t	765 t
Österr. Erzeugung aus Tallöl	—	170 t
	1050 t	935 t
Hievon ab Überschuß des Exports über den Import	84 t
Österr. Verbrauch	400 t	851 t

B. DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNG DER KIEFERNHARZUNG IN ÖSTERREICH SEIT DEM ERSTEN WELTKRIEG.

Obwohl die Schwarzföhre in Niederösterreich wegen ihres hohen Ertrags seit Jahrhunderten geharzt wurde, hat man hier noch vor fast 40 Jahren die jetzt allgemein üblichen, am Stamm aufgehängten Sammelgefäße (Töpfe) nicht gekannt, sondern das Harz in Vertiefungen (Grandl oder Schrott genannt) aufgefangen, die am Fuß des Stammes aus dem Holz herausgehauen waren. Den unermüdlichen Bemühungen des Herrn Kommerzialrat A. Reichert, des damaligen Direktors der Piestinger Harzgenossenschaft, der mehrere Studienreisen in das französische Harzgebiet unternommen hatte, ist es zu verdanken, daß etwa ab 1916 auch in Österreich die in Frankreich schon längst gebrauchten Töpfe Eingang fanden, überdies mit Deckeln, wie solche nicht einmal in Frankreich allgemein bekannt waren. Infolge dieser Neuerung wurde einerseits die Beschädigung des Stammes durch das Aushacken des Grandls vermieden und anderseits eine bessere Ausbeute und Qualität des Harzes erreicht. Es hat aber weitere 10 Jahre gedauert, bis sich die Töpfe in Österreich allgemein durchgesetzt hatten. Diese werden jetzt aus Ton, Eternit oder Glas, seltener aus Pappe hergestellt. Auch der ursprünglich ausschließlich zur Verwundung des Stammes verwendete Dexel begann allmählich — etwa seit 1930 — den zuerst in Deutschland verwendeten Hobeln (Reißern oder Rissern) zu weichen, bei denen ein im Querschnitt U- oder V-förmiges, an einem Griff befestigtes Messer stoßend oder ziehend gehandhabt wurde. Damit konnte man entweder schmale Risse (Rillen) oder durch dichtes Aneinanderreihen der Rillen ähnliche Flächenschnitte erzeugen, wie mit dem Dexel. Mit dem Gebrauch dieser Hobel bürgerten sich auch in Österreich die in Deutschland schon seit dem ersten Weltkrieg bekannten Fischgrätenlachten¹⁾ ein, die aus symmetrisch schräg abwärts nach der Mitte verlaufenden parallelen Rillen bestehen, deren unterer Rand bei den verbesserten Ausführungen stammwärts geneigt ist, so daß das Harz nicht überfließt, sondern erst vom tiefsten Punkt der Rille in den darunter aufgehängten Topf abläuft. Auf solche Werkzeuge bzw. Verfahren wurden der Piestinger Harzgenossenschaft die 1932 bzw. 1933 angemeldeten österreichischen Patente 126619 und 133535 erteilt, ferner dem damaligen Förster der Herrschaft Merkenstein K. Hein-

¹⁾ Splettstößer, Silva, 1918 S. 9—13 und 17—22: „Das Splettstößersche Harznutzungsverfahren.“

rich das 1937 angemeldete österreichische Patent 156838. In dieser Zeit hatten sich auch mehrere erfindungsreiche Pecher des niederösterreichischen Schwarzföhrengebietes mit der Entwicklung und Vervollkommnung von Harzungshobeln beschäftigt, so Höngsberger (Musterschutz 1930, bemerkenswert durch eine Verlängerungsstange, um ohne Leiter arbeiten zu können), Seewald (der 1933 und später gemeinsam mit Brandl einen breiten Hobel zur Herstellung von Flächenschnitt ausarbeitete), Zeisel, Woltron (DRP. 742017 vom Jahre 1941) und Zigeiner. Von diesen Werkzeugen hatte sich insbesondere der Heinrichsche Hobel (hauptsächlich Flächenschnitt), der Woltronsche Hobel (Rillenschnitt) und der Seewald-Brandlsche Hobel (Flächenschnitt) in weiten Kreisen durchgesetzt. Ein wichtiges Merkmal einiger der neuen Hobel war die bei den deutschen Rissern ursprünglich fehlende „Führung“, ein ungefähr keilförmiger Bestandteil, der in der vorher erzeugten Rille gleitet und bewirkt, daß die neue Rille streng parallel zur vorigen in größerem oder kleinerem Abstand oder auch so dicht daran verläuft, daß die Rillen zu einem Flächenschnitt verschmelzen. Veröffentlichungen über diese „ostmärkischen“ Werkzeuge findet man unter¹⁾ und²⁾. Man vergleiche auch ein anfangs 1946 erschienenes Buch, das ebenfalls Beschreibungen dieser Werkzeuge³⁾ enthält. Nach diesen drei Veröffentlichungen (August 1946) wurden noch Patente auf zwei der darin beschriebenen Hobel angemeldet; das eine wurde infolge Einspruchs noch vor der Erteilung zurückgezogen, das andere, bereits erteilte, ebenfalls fallen gelassen. Auf einige Einzelheiten in der Ausführung der Harzungswerkzeuge und auf Vorrichtungen zur Entnahme des Harzes aus den Töpfen erhielt K. Mazek-Fialla die 1950 und 1951 angemeldeten österreichischen Patente 169733, 170182, 173897 und 174241.

Mit der Vervollkommnung der Harzungsverfahren im Walde ging seit dem ersten Weltkrieg die Modernisierung der ursprünglich recht primitiven Destillationsanlagen einher, die wieder vor allem Herrn Kommerzialrat A. Reichert zu verdanken ist.

¹⁾ K. Mazek-Fialla, Intersylva, 1943 S. 28—45: „Neue Harzungsverfahren“.

²⁾ Ebenderselbe, Der Gebirgsforst, Allg. Forst-Zeitung, April—Juni 1944 S. 21—23: „Die Neugestaltung der ostmärkischen Harzgewinnung“.

In diesen zwei Veröffentlichungen werden die bis dahin unter dem Namen ihrer Erfinder bekannten Werkzeuge zum erstenmal als „Wiener Hobel“ und „Pielinger Hobel“ bezeichnet.

³⁾ Ebenderselbe, „Die Harzgewinnung in Österreich“, Verlag der Österreichischen Staatsdruckerei, Wien 1946.

Die Harzung der Weißkiefer, die im Gebiet des heutigen Österreich in normalen Zeiten wegen des geringen Harzertrags kaum geübt wurde, ist seit dem letzten Kriege in bescheidenem Umfang bis heute aufrechterhalten worden, eine hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Berechtigung umstrittene Angelegenheit. Man vergleiche eine neue Veröffentlichung, welche für die Aufrechterhaltung der Weißkiefernharzung eintritt¹⁾). Von der auf S. 6 für 1955 angegebenen österreichischen Rohharzproduktion entfielen etwa 9% auf Weißkiefernharz. Die Harzung erfolgte ursprünglich, jetzt allerdings nicht mehr, unter Zuhilfenahme von Reizmitteln. Zur Vereinfachung letzterer Arbeitsweise wurde der Harzungshobel mit dem die Säure enthaltenden Gefäß zu einem einzigen Gerät vereinigt. Hierauf hatte K. Mazek-Fialla das 1948 angemeldete, inzwischen wieder erloschene österreichische Patent 164211 erhalten.

Von anderen Nadelhölzern sind in Österreich auch noch die Fichte und die Lärche geharzt worden. Die Harzung der erstenen erfolgte nur gelegentlich, wogegen die seit altersher bekannte Lärchenharzung immer noch in Österreich geübt wird. Das Lärchenharz ist ein vom Kiefernharz sehr verschiedenes Produkt und wird zu anderen Zwecken als dieses verwendet. Auch betrug die österreichische Erzeugung von Lärchenharz höchstens 30 t jährlich, also nur 0,5% der größten Jahreserzeugung von Kiefernharz. Über dieses Spezialgebiet berichtet Herr Regierungsforstrat Dr. Herbert Schmied an anderer Stelle des vorliegenden Heftes.

Viele der in diesem Kapitel angeführten Harzungswerkzeuge sind im Museum der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn in Wien-Hadersdorf *) zu sehen, ferner zugehörige Hilfsgeräte und einige nach verschiedenen Verfahren geharzte Stämme.

C. BERICHT ÜBER NOCH UNVERÖFFENTLICHTE HARZUNGSVERSUCHE DER FORSTLICHEN VERSUCHSANSTALT MARIA-BRUNN.

Einleitung und Übersicht über die Versuche 1940—1942.

Die bereits veröffentlichten Versuche der Forstlichen Versuchsanstalt Mariabrunn aus neuerer Zeit sind in Tabelle G (S. 39 des vorliegenden Aufsatzes) unter II. zusammengestellt.

¹⁾ K. Mazek-Fialla, Allg. Forstzg., Jänner 1956 S. 1—3: „Aufbau und Weiterentwicklung der Weißkiefernharzung in Österreich“.

^{*)} Besichtigung nach Anfrage bei der Direktion.

Noch nicht veröffentlicht wurden die Versuche zum Vergleich verschiedener Harzungswerkzeuge und Harzungsverfahren, die Herr Regierungsforstrat Dr. H. Schmied in den Jahren 1940 und 1941 an je 147 Schwarz- und Weißkiefern unter meiner Mitarbeit durchgeführt hatte und die ich dann mit etwas verändertem Versuchszweck und anderer Reiheneinteilung im Jahre 1942 fortgesetzt habe. Es wurden folgende Werkzeuge verglichen: Heinrich-Hobel (Flächen- und Rillenschnitt), Iffa-Reißer (Flächen- und Rillenschnitt), Dexel, Woltron-Hobel. Aus verschiedenen Gründen konnten diese Versuche nach 1942 nicht mehr im gleichen Bestand weitergeführt werden und ich entschloß mich daher, 1943 an einem anderen Versuchsort neue Versuche aufzubauen, wo ihre Fortsetzung auf eine längere Reihe von Jahren gewährleistet schien und genügend Stämme zur Verfügung standen, um noch mehr Versuchsreihen einzurichten und diese mit reichlicheren Stammzahlen als bisher auszustatten.

Die Ergebnisse der Versuche 1940—1942 habe ich im Einvernehmen mit Schmied in der Tabelle A kurz zusammengefaßt. Da meine 1943 neu aufgenommenen Versuche zum großen Teil (in Gruppe I) ebenfalls den Vergleich von Werkzeugen zum Gegenstand hatten, werde ich auf die Ergebnisse der Versuche 1940—1942 gemeinsam mit denjenigen der Versuche 1943—1951 auf S. 20 zurückkommen.

Die Versuche 1940—1942 wurden im „Lumpengraben“ (Revier Mettau der Herrschaft Merkenstein, Abt. 30 f und 30 g) durchgeführt. Sanft nach Westen geneigter Hang mit humusreichem Lehmboden, Alter (1940) 120 Jahre, Bonität V—VI. Der Brusthöhendurchmesser der Versuchsstämme betrug 28—50,5 (im Durchschnitt 35,1) cm (SKi) bzw. 29—42,5 (im Durchschnitt 34,7) cm (WKi).

Dagegen wurden die Versuche 1943—1951 auf den rechtsseitigen Hängen des „Dammgrabens“, des unteren Teiles des Grabenwegtales, durchgeführt, das bei Pottenstein in westöstlicher Richtung in das Triestingtal mündet (Autobusstrecke Wien—Pottenstein—Gutenstein—Mariazell). Die Versuchsfäche gehört ebenfalls der Herrschaft Merkenstein, jedoch zum Revier IV (Grabenweg) Abt. 71 d. Steiler, nach Norden gekehrter Hang mit humusreichem Lehmboden, 120 Jahre (1943) alte Schwarzföhren mit einigen eingesprengten Buchen und Lärchen, Brusthöhendurchmesser 27—40 (im Durchschnitt 32,9) cm, Bestockung 0,8, Bonität VI.

Da sowohl die Versuche 1940—1942 als auch die Versuche 1943 bis 1951 im Gebiet der Herrschaft Merkenstein durchgeführt wurden, möchte ich bei dieser Gelegenheit erwähnen, daß auch die Harzungsversuche der Versuchsanstalt Mariabrunn (1937—1938, H. Schmied,

Tabelle A.

Holzart		Schwarzkiefer				Weißkiefer				1941	
Werkzeug und Verfahren		Heinrich-Hobel		Iffa-Reißer		Heinrich-Hobel		Iffa-Reißer			
		Flächen-schnitt	Rillen-schnitt	Flächen-schnitt	Rillen-schnitt	Flächen-schnitt	Rillen-schnitt	Flächen-schnitt	Rillen-schnitt		
Stammzahl und Ertrag		37 1,382 —	36 1,708 —	37 1,276 —	37 1,616 —	36 1,114 —	37 1,345 —	37 1,113 —	37 1,219 —		
Reihe Nr.		I	II	III	IV	I/w	II/w	III/w	IV/w		
Aufteilung von Stammzahl und Ertrag für die Reiheneinteilung von	1941	37 0,965 —	36 0,993 —	37 0,939 —	37 0,971 —	36 0,767 —	37 0,801 —	37 0,809 —	37 0,788 —	1940 (einheitlich Heinrich-Hobel Flächenschnitt)	
	1942	49 0,963 —	47 0,986 —	48 0,967 —		49 0,795 —	47 0,785 —	49 0,781 —			
Reihe Nr.		I	II	III	I/w	II/w	III/w			1942	
Werkzeug und Verfahren		Dexel	Woltron-Hobel normal	Heinrich-Hobel Flächenschnitt	Dexel	Woltron-Hobel normal	Heinrich-Hobel Flächenschnitt				
		49 1,371*) 1,950**) (72,5)**	47 1,745 (113)	48 1,213 (134)	49 0,749*) 1,447**) (51)**	47 1,102 (76)	49 0,977 (90)				

Die oberen Zahlen in den einzelnen Feldern bedeuten die Stammzahlen der betreffenden Reihen, die unteren die durchschnittlichen Jahreserträge je Stamm in Kilogramm; wo eine zweite Zahl in Klammern beigefügt ist, bedeutet sie den durchschnittlichen Harzertrag in Gramm je Quadratdezimeter Lachtenfläche, und zwar beim Dexel je dm² des rechteckigen Lachtenteils.

*) Ohne Scharrharz. **) Mit Scharrharz.

siehe Tabelle G, II) in einem Revier der Herrschaft Merkenstein (Mettau) stattfanden, desgleichen meine eigenen Versuche 1939 bis 1948 über die individuelle Konstanz der Harzeigenschaften¹⁾. Ferner liefen im selben Gebiet andere Harzungsversuche, die zwar nicht von der Mariabrunner Anstalt durchgeführt wurden, woran sie aber mitgewirkt hat. Es sind dies die im Jahre 1936 vom Fachausschuß für Holzfragen des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft veranstalteten Versuche (Versuchsleiter Förster K. Heinrich), ferner die sehr umfangreichen Versuche, die 1939 vom Preußischen Harzamt unter Leitung von Oberforstmeister Dr. H. J. Loycke durchgeführt wurden; keiner der beiden Versuche ist veröffentlicht worden *).

Bei den Versuchen 1940—1942, die sich mit verhältnismäßig niedrigen Stammzahlen behelfen mußten und von vornherein für eine kurze Dauer geplant waren, wurden zwecks einwandfreien Vergleichs der Werkzeuge zunächst sämtliche Versuchsstämme ein Jahr lang (1940) einheitlich mit dem Heinrich-Hobel im Flächenschnitt geharzt und dann, wie aus der Tabelle ersichtlich, auf Grund der für jeden Stamm ermittelten Erträge in zweierlei Weise in Reihen von annähernd gleichem Durchschnittsertrag eingeteilt, das eine Mal für 1941 in je 4 SKi- und WKi-Reihen, das andere Mal für 1942 in je 3 solche Reihen.

Bei den neuen Versuchen in den Jahren 1943—1951, die sich auf Schwarzkiefern beschränkten, ging ich zur Erzielung verlässlicher Vergleichsergebnisse nach einem anderen Prinzip vor. Die zu vergleichenden Versuchsreihen wurden gemeinsam aus einem einheitlichen Bestand derart ausgewählt, daß die Stämme jeder Reihe gleichmäßig über den Bestand verteilt waren und sich nach Möglichkeit nirgends mehrere Stämme derselben Reihe dicht nebeneinander befanden; ferner wurden die einzelnen Reihen mit reichlicheren Stammzahlen (49—75) ausgestattet und durch eine größere Zahl von Jahren (bis 5 Jahre) als bei den früheren Versuchen in gleicher Weise geharzt. Bei einzelnen Werkzeugen wurden überdies die Versuche doppelt geführt, z. B. beim Vergleich von Woltron-Hobel

¹⁾ R. Scheuble, Mitteilungen d. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn, 1953 Bd. 49 S. 5—45: „Individuelle Konstanz der von Individuum zu Individuum stark variierenden Harzeigenschaften der Schwarz- und Weißkiefer“ (insbesondere S. 31—35).

^{*}) Waldgebiete der ehemaligen Herrschaft Merkenstein, damit auch diejenigen, wo die oben erwähnten Harzungsversuche liefen, wurden 1955 von der Versuchsanstalt Mariabrunn als ständiger Versuchsforst übernommen.

(Rillenschnitt) und Heinrich-Hobel (Flächenschnitt), der einerseits 5 Jahre hindurch (1943—1949) in den Reihen A 2 und A 3 mit je 49—75 Stämmen, anderseits in einem anderen Bestand 3 Jahre hindurch (1949—1951) in den Reihen N 0 und N 4 mit je 49—66 Stämmen erfolgte.

Auf die zwei verschiedenen Prinzipien, nach denen bei unseren Versuchen 1940—1942 einerseits und 1943—1951 anderseits die Versuchsreihen zusammengestellt wurden, komme ich auf den Seiten 34 ff ausführlich zurück.

Übersicht über die Versuche 1943—1951 (Gruppen I—III).

Diese, wie erwähnt, nur an Schwarzkiefern durchgeführten Versuche zerfallen nach dem Versuchszweck in folgende 3 Gruppen:

1. Vergleich von Werkzeugen (z. T. Fortsetzung der Versuche von 1940—1942),
2. Vergleich von Lachtenbreiten und Pausenlängen, die beide im Verhältnis 1 : 2 variiert wurden,
3. Wirkung einiger neuartiger Reizmittel auf den Harzertrag.

Insgesamt wurden in den 3 Versuchsgruppen folgende Stamzzahlen geharzt:

1943	294	Stämme
1944	296	
1947	230	
1948	478	
1949	731	
1950	502	
1951	374	

u. zw. durchwegs Stämme, die vorher überhaupt nicht in Harzung gestanden waren.

Bei allen 3 Gruppen wurde, wie schon bei den Versuchen von 1940 bis 1942, der Harzertrag jedes einzelnen Baumes — meist zweimal bis dreimal während des Jahres — durch Wägung der Sammelgefäße (Töpfe mit Deckel) festgestellt. In die Tabellen, die jeder Gruppe der neuen Versuche beigelegt sind, konnte ich jedoch aus Raumangel bei jeder Reihe nur den von sämtlichen Stämmen im betreffenden Jahre errechneten Durchschnittsertrag aufnehmen, u. zw. sowohl den Durchschnittsertrag je Stamm als auch den Durchschnittsertrag je Quadratdezimeter Lachtenfläche. Zur Berechnung des letzteren

wurden am Ende jedes Harzungsjahres die Lachtenflächen der einzelnen Stämme mit dem Meßband gemessen. Bei den Dexel-Lachtenflächen sind im ersten Jahr die bekanntlich bei Harzungsbeginn entstehenden Dreiecksflächen in die Gesamtfläche eingerechnet. Bei den mit Heinrich-Hobel (normale Arbeitsweise) hergestellten Lachten wurden die zwischen den einzelnen Jahreslachten verbliebenen Zwischenräume nicht in die Lachtenflächen einbezogen. Da ich nach der Anregung von Dakowski¹⁾ die verwendete Lachtenfläche für das einwandfreiste Maß des Stammverbrauchs, d. h. des Verbrauchs der verfügbaren Stammoberfläche, halte, habe ich von der Berechnung des Ertrages auf die „Lachtenbreite“, wie sie z. B. von Münch²⁾ gewählt wurde, Abstand genommen.

In den Tabellen B, C und D bedeuten — wie bei der Tabelle A — die oberen Zahlen in den einzelnen Feldern die Stammzahlen der betreffenden Reihen, die unteren die durchschnittlichen Jahresherträge je Stamm in Kilogramm bzw. (in Klammern) den durchschnittlichen Harzertrag in Gramm je Quadratdezimeter Lachtenfläche.

Meine Versuche standen leider von vornherein unter keinem guten Stern. Zunächst waren es die durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten, wenn ich mich auch anderseits über das meinen Versuchen von dem damaligen Anstaltsleiter Herrn Regierungsforstrat Dr. Schmied und von der unserer Anstalt vorgesetzten Behörde, dem Reichsforstamt, entgegengebrachte Interesse und Verständnis nur anerkennend äußern kann. Aber wie schwer waren bei den damaligen Verkehrs- und Verpflegsverhältnissen die Arbeiten im Walde und wie oft flogen die Bombengeschwader so tief über unseren Harzwald, daß die von ihnen verursachte Luftbewegung die Kronen unserer Versuchsbäume zum Schwanken brachte. In den Jahren 1945 und 1946 mußten die erst 2 Jahre gelaufenen Versuche gänzlich unterbrochen werden; von den Harzarbeitern, die mitgearbeitet hatten, ist 1945 unser braver Matthias Gugumuck aus Piesting während der damaligen Wirren eines gewaltsaften Todes gestorben. Als ich dann 1947 die Versuche fortsetzen konnte, hatte ich zunächst unsägliche Schwierigkeiten, das erforderliche Personal und die Mittel zu seiner Entlohnung zu erhalten. Auch war ein Teil der 1943 und 1944 geharzten Stämme den Nachkriegsereignissen (Bodenfeuer, wilde Schlägerungen) zum Opfer gefallen. 1952 hatte ich dann die „Altersgrenze“ im Staats-

¹⁾ Dakowski, Las Polski, 1933 S. 403: „W sprawie ustalania wydajności żywicy“ (Über die Feststellung des Harzertrages).

²⁾ E. Münch, Arb. a. d. Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, X (1921) S. 1—140 (insbesondere S. 6).

Tabelle B (Versuchsgruppe I).

		Heinrich-Hobel (Flächenschnitt)		Woltron-Hobel (Rillenschnitt)		Dexel *)	Seewald-Brandl		
		normal (etagenweise)	von oben nach unten	normal (von unten nach oben)	von oben nach unten				
Nummer der Reihe		A ₃	N ₀	N ₁	A ₂	N ₄	A ₁	A ₀	N ₀ , N ₁
Versuchsjahre	1943	75/49 1,159 (165)			73/52 0,805 (96)		71/63 0,945 (97)	75/56 0,887 (63)	
	1944	74/49 1,099 (163)			75/52 1,135 (124)		75/63 1,102 (106)	72/56 1,053 (84)	
	1947	52/49 1,058 (130)			54/52 1,274 (94)		67/63 1,137 (89)	57/56 1,067 (54)	
	1948	50/49 1,884 (182)			54/52 1,790 (107)	50/49 1,244 (95)	67/63 2,056 (111)	57/56 1,492 (76)	101 1,603 (93)
	1949	50/49 1,185 (170)	66 1,400 (168)	63 1,349 (166)	54/52 1,527 (135)	63/49 1,300 (103)	67/63 1,297 (108)	57/56 1,279 (84)	
	1950		66 1,200 (158)	63 1,287 (162)		63/49 1,551 (157)			
	1951		66 1,120 (159)			62/49 1,408 (149)			
Durchschnittsertrag aller Versuchsjahre		1,277 (162)	1,239 (161)	1,318 (164)	1,268 (111)	1,376 (126)	1,307 (102)	1,156 (72)	1,603 (93)
Allgemeine Erläuterungen siehe S. 15.					*) Dexelerträge ohne Scharrharz.				

dienst überschritten und mußte meine Versuche, die ich gerne noch einige Jahre fortgesetzt hätte, endgültig abschließen.

Einerseits die Einbuße zahlreicher Versuchsstämme bei Kriegsende, anderseits ihre erst 1949 auf Grund der verbesserten Arbeitsbedingungen möglich gewordene Vermehrung brachten es mit sich, daß die Stammzahlen bei manchen Reihen im Laufe der Versuchsdauer variierten. In den folgenden Tabellen B, C und D entsprechen die horizontalen Rubriken den Versuchsjahren (die unterste dem Durchschnitt aller Versuchsjahre) und die vertikalen Rubriken den Versuchsreihen. In den einzelnen Feldern bedeuten die Zahlen der oberen Zeile die Stammzahlen (links die höchste Stammzahl, welche die Reihe im Laufe der Jahre aufwies, rechts die Anzahl der Stämme, welche sämtliche Versuchsjahre überdauert haben) und die Zahlen der unteren Zeile die jährlichen Harzerträge (links je Stamm in Kilogramm, rechts je dm² Lachtenfläche in Gramm). Ich hatte für alle Versuchsreihen die Erträge sowohl unter Zugrundelegung der maximalen als auch der minimalen Stammzahlen berechnet, doch erwies sich der Unterschied als so geringfügig, daß ich mich auf die Wiedergabe der auf die vollen Stammzahlen berechneten Ergebnisse beschränken durfte.

Versuchsgruppe I (Tab. B).

Im Anschluß an die 1940 und 1941 vom damaligen Anstaltsleiter Dr. H. Schmied an je 147 Schwarz- und Weißkiefern durchgeföhrten und von mir 1942 an fast allen diesen Stämmen weitergeföhrten Versuche, welche den Vergleich österreichischer Harzungswerkzeuge (Dexel, Heinrich-Hobel, Woltron-Hobel) untereinander und mit dem deutschen Iffa-Reißer bezweckt hatten und auf S. 11—12 kurz beschrieben sind, begann ich 1943, zwar ausschließlich an Schwarzföhren, jedoch mit größeren Stammzahlen und für eine längere Reihe von Jahren weitere Versuche zum Vergleich der gebräuchlichsten österreichischen Harzungswerkzeuge (Dexel und die Hobel von Heinrich, Woltron, Seewald-Brandl).

Um für die einzelnen Versuchsreihen große Stammzahlen verwenden zu können, wurden sämtliche Stämme einmal je Woche ohne Reizmittel gerissen und auf eine Zersplitterung des Versuchs durch Variierung mit verschiedenen Ruhepausen, Schnitttiefen, Schnittwinkeln, Reizmitteln u. dgl. verzichtet. Nur wurden beim Woltron-

und Heinrich-Hobel je zwei verschiedene Schnittfolgen *) neben-einander angewendet, um zu zeigen, daß im Gegensatz zu einer vielfach herrschenden Meinung diese Verschiedenheiten keine auffälligen Ertragsunterschiede bedingen. Ertragsunterschiede sind zwar vorhanden, sind aber so gering und treten erst so allmählich auf, daß sie sich nur bei weitaus größeren Stammzahlen und bei weit längerer Versuchsdauer verlässlich feststellen lassen würden.

Die bei meinen Versuchen mit Heinrich- und Woltron-Hobel benützten Verfahren waren die folgenden:

1. Heinrich-Hobel „normal (etagenweise)“: Erster Riß so tief am Stamm, daß gerade noch Platz für die erste Jahreslachte bleibt, die folgenden Risse unmittelbar darunter; mit der zweiten Jahreslachte wird in entsprechender Höhe über der ersten begonnen und wieder nach abwärts geharzt usw. In der Praxis bleiben zwischen den Jahreslachten Zwischenräume von etwa 10 %, bei meinen Versuchen waren sie jedoch so groß, daß Hobellachte und Zwischenraum zusammen einer Dexellachte entsprachen. Dies hatte den Zweck, daß nach Beendigung des auf 5 Jahre geplanten Versuches sich die Lachten bei allen Werkzeugen und Verfahren über die gleiche Stamm-länge erstrecken sollten.

2. Heinrich-Hobel „von oben nach unten“: Es wird mit dem ersten Riß hoch am Stamm begonnen (bei meinem Versuch so hoch, als voraussichtlich 5 Dexellachten reichen würden) und dann nach abwärts geharzt. In der Praxis verbleiben von Jahr zu Jahr keine Zwischenräume, bei meinen Versuchen waren sie jedoch so groß, daß Hobellachte und Zwischenraum zusammen einer Dexellachte entsprachen.

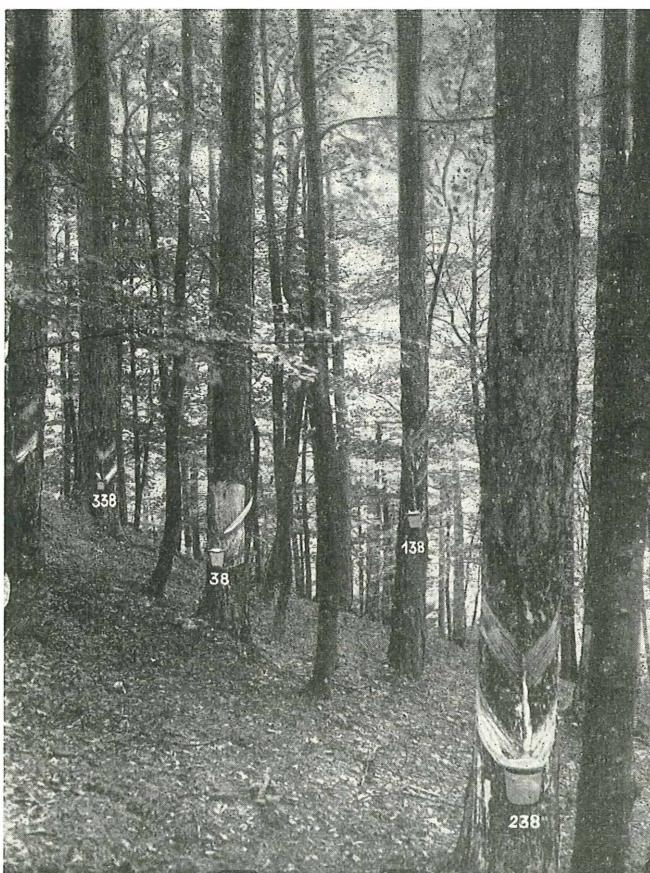
3. Woltron-Hobel „normal von unten nach oben“: Mit dem ersten Riß wird ganz unten begonnen und die folgenden darüber gesetzt. In der Praxis verbleiben von Jahr zu Jahr keine Zwischenräume, bei meinen Versuchen waren sie jedoch so groß wie bei 2.

4. Woltron-Hobel „von oben nach unten“: wie bei 2.

Ursprünglich hatte ich übrigens die Absicht, neben den erwähnten 4 Reihen (A 0, A 1, A 2, A 3) in 3 Parallelreihen mit Woltron-Hobel und Heinrich-Hobel derart zu harzen, daß keine bzw. nur sehr geringfügige Zwischenräume zwischen den Jahreslachten

*) Ich gebrauche den Ausdruck „Schnitfolge“ für die Richtung — von oben nach unten oder umgekehrt —, in der man die Schnitte aneinanderreiht. Die hiefür von andern Autoren verwendete Bezeichnung „Schneiderichtung“ ist mißverständlich, weil man darunter auch die Richtung verstehen könnte, in der man das Werkzeug führt (vom Innern der Lachte nach außen oder umgekehrt).

belassen worden wären, um zu zeigen, wie weit auch dann die Mehrerträge der Hobel pro Quadratdezimeter Lachtenfläche gegenüber dem Dexel aufrecht geblieben wären. Leider war dies infolge der zeitbedingten Schwierigkeiten unmöglich oder hätte sich nur auf Kosten der Stammzahlen je Reihe durchführen lassen, was ich aber vermeiden wollte.



Die Abbildung zeigt je einen Stamm aller 4 Reihen, u. zw. von rechts nach links: Nr. 238 Woltron-Hobel normal von unten nach oben, Nr. 138 Woltron-Hobel von oben nach unten, Nr. 38 Dexel und Nr. 338 Heinrich-Hobel normal (etagenweise).

Die in Tabelle B niedergelegten Ergebnisse der Versuchsgruppe I lassen sich am leichtesten überblicken, wenn man den Harzertrag bei normaler Arbeitsweise mit dem Heinrich-Hobel = 1 setzt und wenn

man den mit den anderen Werkzeugen und Arbeitsweisen in der gleichen Periode erzielten Ertrag wie folgt auf diese Einheit umrechnet:

	Ertrag je Stamm	Ertrag je dm ² Lachten- fläche
Dexel (ohne Scharrharz).....	0,91	0,44
Woltron-Hobel, normal von unten nach oben	1,05	0,73
Woltron-Hobel, von oben nach unten	1,02	0,63
Heinrich-Hobel, von oben nach unten	1,01	1,00
Seewald-Brandlscher Hobel	0,85	0,51

Auf die Lachtenfläche bezogen, ergeben somit alle andern Werkzeuge niedrigere Erträge als der Heinrich-Hobel (Flächenschnitt). Die absoluten Erträge je Stamm weichen dagegen beim Dexel und bei beiden Arbeitsweisen mit dem Woltron-Hobel vom Ertrag des Heinrich-Hobels nicht viel ab, nur beim Seewald-Brandl-Hobel ergab sich eine so belanglose Minderleistung, daß sich daraus keine Schlüsse ziehen lassen.

Wenn man umgekehrt den Ertrag (Durchschnitt aller Jahre und Reihen) mit dem Dexel (ohne Scharrharz) = 1 setzt, erhält man für die übrigen Werkzeuge die folgenden Zahlen:

	Ertrag je Stamm	Ertrag je dm ² Lachten- fläche
Heinrich normal (etagenweise)	1,10	2,25
Woltron normal von unten nach oben	1,10	1,54
Woltron von oben nach unten	1,13	1,42
Seewald-Brandlscher Hobel	1,08	1,22

Wenn ich im vorstehenden die Erträge aller Werkzeuge auf Heinrich-Hobel (normale Arbeitsweise) = 1 oder Dexel = 1 umgerechnet habe, gelten diese Zahlen streng genommen nur dann, wenn man zwischen den Hobellachten die auf S. 18 angegebenen Zwischenräume einhält; rückt man hingegen die Lachten näher aneinander, wozu insbesondere beim Heinrich-Hobel noch reichlich Platz bleibt, muß man mit einer kleinen Ertragsverminderung rechnen.

Meine 1943—1951 durchgeföhrten Versuche haben somit im wesentlichen die Ergebnisse der von Schmied und mir 1940—1942 angestellten Versuche bestätigt. In erster Linie der Heinrich-Hobel und in zweiter Linie der Woltronsche Hobel sind, zumindest im Ertrag pro Quadratdezimeter, d. h. also im sparsamen Stammverbrauch, dem

Dexel überlegen. Dieser Umstand im Verein mit dem viel geringeren Arbeitsaufwand der Hobel im Vergleich mit dem Dexel rechtfertigt die immer größere Verbreitung, welche die drei Hobel in der Zwischenzeit gefunden haben.

Bei den geschilderten Versuchen habe ich auf Anregung eines befreundeten Fachmannes in einer sonst einheitlichen Reihe neben einander Töpfe aus Glas, Ton und Blech verwendet und die betreffenden Harzmengen gesondert untersucht. Es ließ sich jedoch kein Unterschied im Terpentinölgehalt oder in sonstigen Eigenschaften des Harzes feststellen.

Versuchsgruppe II (Tabelle C).

		Volle Lachte		Halbe Lachte	
		1 Riß je Woche	2 Risse je Woche	1 Riß je Woche	2 Risse je Woche
Versuchsjahre	Nummer der Reihe	A ₃	N ₀	N ₅	N ₆
	1943 ..	75/49 1,159 (165)			
	1944 ..	74/49 1,099 (163)			
	1947 ..	52/49 1,058 (130)			
	1948 ..	50/49 1,884 (182)			
	1949 ..	50/49 1,185 (170)	66 1,400 (168)	60 1,721 (132)	63/62 0,884 (186)
	1950 ..		66 1,200 (158)		63 0,754 (175)
	1951 ..		66 1,120 (159)		0,950 (135)
Durchschnittsertrag aller Versuchsjahre		1,277 (162)	1,239 (161)	1,721 (132)	0,820 (180)
					1,088 (147)

Allgemeine Erläuterungen siehe S. 15.

Diese Versuche sollen zeigen, wie der Harzertrag beeinflußt wird, wenn man einerseits die 7tägige Ruhepause zwischen den aufeinanderfolgenden Rissen auf die Hälfte (3—4 Tage) verkürzt und ander-

seits von den symmetrisch aneinanderliegenden Hälften der Lachte die eine wegläßt, so daß — auf dieselbe Rißzahl bezogen — die Rißlänge und die verbrauchte Stammoberfläche sich auf die Hälfte verkleinern. Die Versuche wurden in folgenden 4 Reihen durchgeführt; der jeweilige Stammverbrauch ist hiebei angegeben:

	Stammverbrauch
1. Volle zweiteilige Lachte, 1 Riß je Woche	1
2. Volle zweiteilige Lachte, 2 Risse je Woche	2
3. Halbe Lachte, 1 Riß je Woche	0,5
4. Halbe Lachte, 2 Risse je Woche	1

Die Stammzahlen je Reihe, die Versuchsjahre, der Harzertrag je Stamm und Quadratdezimeter Lachtenfläche sind aus der Tabelle C zu entnehmen.

Wenn man den Harzertrag der 1. Reihe im gleichen Zeitraum = 1 setzt, ergeben sich für die übrigen Reihen folgende Durchschnittserträge:

	Ertrag je Stamm	Ertrag je dm ² Lachten- fläche
Reihe 2	1,33	0,78
Reihe 3	0,65	1,09
Reihe 4	0,86	0,89

Diese Ergebnisse bestätigen die schon von früheren Forschern, insbesondere von H. Schmied gemachte Beobachtung, daß zwei Verwundungen je Woche den Ertrag keineswegs verdoppeln oder, mit andern Worten, daß der Ertrag je Riß bei Herabsetzung der Ruhepause von sieben Tagen auf die Hälfte erheblich abnimmt. Bei zwei Rissen je Woche erhielt ich nämlich je Stamm bei weitem nicht um 100% mehr Harz, sondern nur um 33%, und je Quadratdezimeter Lachtenfläche ergab sich infolgedessen ein Minderertrag (0,78), weil sich die Lachtenfläche durch den zweiten Riß je Woche verdoppelt, ohne daß sich auch der Harzertrag verdoppelt hätte. Diese beiden Verhältniszahlen (1,33 und 0,78) stellen, wie vorauszusehen, reziproke Werte dar.

Interessant sind auch die Ergebnisse der Reihen 3 und 4, wo die eine der symmetrischen Hälften der Lachte weggelassen war, u. zw. einerseits bei unveränderter Rißzahl (1 Riß je Woche), anderseits bei verdoppelter Rißzahl. Die Halbierung der Lachte ergab, je Stamm

gerechnet, nicht etwa den halben Ertrag, sondern mehr als die Hälfte (65% statt 50%), wogegen der Ertrag je Quadratdezimeter nicht, wie man hätte erwarten können, der gleiche war wie bei voller Lachte, sondern um 9% höher. Die Erklärung ist, daß die beiden unmittelbar zusammenhängenden symmetrischen Hälften der Lachte einander in der Weise beeinflussen, daß sie zusammen weniger als den doppelten Ertrag einer für sich allein geharzten Hälfte ergeben, was sowohl für den absoluten Ertrag als auch für den Ertrag je Quadratdezimeter gilt. Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen ähnlicher Versuche anderer Forscher überein¹⁾.

Versuchsgruppe III (Tabelle D).

Bekanntlich wurde die Reizung mit Säuren und anderen Chemikalien zwecks Erhöhung des Harzertrages 1933 vom Professor der chemischen Technologie in Königsberg M. Hessenland gemeinsam mit Kublun und Splitter erfunden²⁾ u.³⁾ und hat sich in der Praxis vollauf bewährt, so daß dieses Hilfsmittel von vielen harzerzeugenden Ländern, auch von den USA, übernommen wurde und kaum mehr wegzudenken ist. Allerdings sprechen auf die Reizung nicht alle Kiefernarten so gut an, wie die Weißkiefer, an der das Verfahren vom Erfinder und seinen Mitarbeitern zuerst erprobt worden ist. Während sich bei der Weißkiefer der Harzertrag um etwa 100% steigern läßt, beträgt der Mehrertrag bei der österreichischen Schwarzkiefer nach den Versuchen von Schmied⁴⁾ nur etwa 40 bis 80%; dies ist offenbar der Grund, warum man in Österreich bei der Schwarzföhrenharzung bisher auf dieses Hilfsmittel verzichtet hat.

Hessenland hatte in seinen Patentanmeldungen als Reizmittel „Säuren, Alkalien, Ammoniak, Salze, oxydierende und reduzierende Stoffe, Alkohole, Äther, Phenole usw.“ angeführt; praktisch wurden aber hauptsächlich verdünnte anorganische Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure) verwendet. Biologische Erwägungen ließen mich vermuten,

¹⁾ Siehe S. 15, Zitat 2 (E. Münch), insbesondere S. 88—98.

²⁾ M. Hessenland, D. R. P. 638451 vom 16. August 1933 und D. R. P. 642.002 vom 12. September 1934: „Verbesserung des Harzflusses an Bäumen.“

³⁾ In Rußland und in den USA scheinen aber schon fast gleichzeitig mit der Veröffentlichung Hessenlands Harzungsversuche mit Säurerreizung durchgeführt worden zu sein. Man vergleiche G. P. Shingler „Cooperation with U. S. Forest Service“, Naval stores rev., August 1955 S. 10—11.

⁴⁾ H. Schmied, Centralblatt für d. ges. Forstw., 1939 S. 161—190: „Ein Harzungsversuch mittels chemischer Reizmittel an der Schwarzkiefer“.

Tabelle D (Versuchsgruppe III).

	Heinrich-Hobel (Flächenschnitt) normale Arbeitsweise						Heinrich-Hobel (Flächenschnitt) etagenweise von oben nach unten		Woltron-Hobel (Rillenschnitt)			
	ohne Reizmittel	gereizt mit					ohne Reizmittel	gereizt mit Indolyl- essigsäure	ohne Reizmittel		gereizt mit	
		Belvitan	Indolyl- essigsäure	Dichlorphen- oxycyessigsäure	Belvitan	Indolyl- essigsäure						
Nummer der Reihe	A ₃	N ₀	N ₃	N ₃	N ₆	N ₁	N ₁	A ₂	N ₄	N ₂	N ₂	N ₂
Versuchsjahre	1943	75/49 1,159 (165)						73/52 0,805 (96)				
	1944	74/49 1,099 (163)						75/52 1,135 (124)				
	1947	52/49 1,058 (130)						54/52 1,274 (94)				
	1948	50/49 1,884 (182)						54/52 1,790 (107)	50/49 1,244 (95)	49/49 1,639 (125)		
	1949	50/49 1,185 (170)	66 1,400 (168)	63 1,577 (184)			63 1,349 (166)	54/52 1,327 (135)	63/49 1,300 (103)	62/49 1,555 (134)		
	1950		66 1,200 (158)		64/63 1,441 (189)	60 1,376 (182)	63 1,287 (162)		63/49 1,551 (157)		61 1,893 (192)	
	1951		66 1,120 (159)		64/63 1,219 (172)	60 1,219 (183)		62 1,348 (193)	62/49 1,408 (149)		61 1,621 (169)	
Durchschnittsertrag aller Versuchsjahre	1,277 (162)	1,239 (161)	1,577 (184)	1,331 (180)	1,296 (182)	1,318 (164)	1,348 (193)	1,266 (111)	1,376 (126)	1,597 (130)	1,757 (180)	

daß auch den Wuchsstoffen (Auxinen) eine ähnliche oder vielleicht noch intensivere Wirkung zukommen könnte und ich entschloß mich daher, im Frühjahr 1948 Versuche mit „Belvitan“ *) in 0,15%iger wäßriger Lösung zu machen. Als diese Versuche bereits liefen, erhielt ich von einem im Oktober 1947 angemeldeten USA-Patent ¹⁾ Kenntnis, wonach die Verwendung von Wuchsstoffen und Herbiziden, die aus substituierten aromatischen Verbindungen bestehen, insbesondere von 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure als Reizmittel unter Schutz gestellt wurde. Dies veranlaßte mich, im nächsten Jahr die letztgenannte Verbindung in meine Versuche einzubeziehen; sie wurde in 0,24%iger wäßriger Lösung verwendet. Gleichzeitig ging ich von dem bisher benützten Belvitan auf den chemisch reinen Wirkstoff dieses Präparats, die β -Indolylessigsäure (Heteroauxin) über, die mir erst damals zugänglich wurde **).

Die 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure hat seither infolge ihres niedrigen Preises besonders in Form des von den Linzer Stickstoffwerken hergestellten Dicopurs die β -Indolylessigsäure bei den meisten Verwendungszwecken der Auxine verdrängt ²⁾. Auch das Belvitan ist heute nicht mehr im Handel.

Mit allen 3 Reizmitteln wurden gegenüber den gleichen Werkzeugen ohne Reizmittel deutliche Mehrerträge erzielt. Diese waren allerdings kleiner als die von Schmied mit 25%iger Salzsäure bei der Schwarzkiefer erzielten Mehrerträge, doch war die Reizwirkung in Anbetracht der verwendeten niedrigen Konzentrationen (104 bis 170mal kleiner als die der Salzsäure) immerhin erstaunlich groß, so daß sich die Fortsetzung der Versuche mit 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (Dicopur) in etwas höherer Konzentration bei der Schwarz- und Weißkiefer lohnen dürfte, um so mehr, als beim Dicopur kaum Schädigungen der Bäume zu befürchten sind, wie solche bei der Reizung mit starken Mineralsäuren beobachtet worden sind. Die Reizmittel wurden bei meinen Versuchen in wäßriger Lösung mittels eines Zerstäubers unmittelbar nach der Herstellung des Risses auf

*) Einem damals besonders zur Stecklingsbewurzelung verwendeten Präparat der Farbwerke Bayer.

¹⁾ C. E. Ostrom und C. S. Schopmeyer, USA-Patent 2,435,724 vom 8. Oktober 1947: „Increasing and prolonging the flow of oleoresin from trees (Verstärkung und Verlängerung des Harzflusses).“

**) Von den Linzer Stickstoffwerken freundlichst zur Verfügung gestellt.

²⁾ Über Auxine und Herbizide gibt das Buch von H. Söding, „Die Wuchsstoffe“, Verlag G. Thieme, Stuttgart 1952, erschöpfend Auskunft; jedoch enthält es über die Verwendung dieser Stoffe bei der Harzgewinnung keine Angaben.

die Wunde aufgebracht. Der Verbrauch an Lösung betrug etwa 5 cm³ je Riß oder 100 cm³ je Stamm und Jahr (20 Risse), dürfte sich aber in der Praxis durch verbesserte Konstruktion und sparsamere Handhabung des Zerstäubers wesentlich verringern lassen. Immerhin stand schon bei meinen Versuchen z. B. in der Reihe N 5 einem Verbrauch von 14 g Dichlorphenoxyessigsäure (Preis rund S 1,10) ein Mehrertrag von 8,3 kg Harz gegenüber.

Inzwischen wurde auch von anderer Seite über Versuche berichtet, den Harzertrag mit Hilfe ähnlicher Mittel zu steigern, siehe die untenstehenden Literaturstellen ¹⁾⁻⁴⁾.

D. ALLGEMEINE RICHTLINIEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON HARZUNGSVERSUCHEN.

1. Allgemeines über den Zweck der Harzungsversuche.

Es handelt sich bei Harzungsversuchen darum, die Ergiebigkeit verschiedener Verfahren miteinander zu vergleichen, die sich z. B. durch das angewendete Werkzeug oder durch die Länge der Pausen zwischen den einzelnen Verwundungen oder durch die auf die Verwundungen aufgebrachten Reizmittel oder dadurch unterscheiden, in welcher Richtung oder auf welcher Seite (Himmelsrichtung) des Stammes oder in welcher Höhe oder in welchem Umfang (Lachtenbreite) die Verwundungen aneinander gereiht werden. Es kann sich aber auch darum handeln, unter Beibehaltung des gleichen Verfahrens die Harzergiebigkeit der Bäume je nach Alter, Stärke, Rasse oder nach der Bestandesbeschaffenheit, den Bodenverhältnissen usw. zu untersuchen.

¹⁾ P. B. Holliman, Naval stores review, September 1954 S. 14: „New chemical stimulant for gum naval stores production (Neues chemisches Reizmittel für die Harzgewinnung).“

²⁾ A. J. Kalnīns, Sitzungsbericht d. Lett. Akad. d. Wiss., 6 (1953) S. 19—28: „Versuche mit chemischer Reizung bei der Kiefern- und Fichtenharzung in Lettland.“

³⁾ A. A. Besser, Sitzungsberichte d. Akad. d. Wiss. d. UdSSR., 72 (1950) S. 1143 bis 1146: „Die Anwendung von Wuchsstoffen bei der Terpentingewinnung.“

⁴⁾ B. Pejoski und D. Radimir, Šumarski list 77 (Mai 1953) S. 206—214: „Gegenwärtige Ansichten über die Harzgewinnung mit chemischen Reizstoffen.“

2. Fehlerquellen bei Harzungsversuchen.

Der Harzertrag hängt auch von Faktoren ab, die wir nicht nach Belieben regulieren können, so

- A. von der individuellen Harzergiebigkeit des Baumes (im Zusammenwirken mit den lokalen Einflüssen),
- B. von Zufälligkeiten bei der Durchführung des Versuches:
 1. von der Witterung,
 2. von den Zufälligkeiten beim Gelingen der einzelnen Verwundungen (insbesondere von der größeren oder kleineren Tiefe des Schnittes) und von der augenblicklichen Verfassung des Arbeiters,
 3. von den Zufälligkeiten, die nach jeder Verwundung das vollständige Abfließen des Harzes in das Sammelgefäß beeinträchtigen können,
 4. von der zufällig größeren oder kleineren Beimischung von Regenwasser, das vom Harz nur unvollständig getrennt werden kann,
 5. von den Ungenauigkeiten, welche unvermeidlicherweise den Wägungen bzw. Volumbestimmungen des Harzes im Walde und (bei Bezug des Ertrags auf Lachtenbreite oder Lachtenfläche) der Messung der Lachten anhaften, und
 6. von den Unterschieden in der persönlichen Geschicklichkeit, Leistungsfähigkeit und Sorgfalt der Arbeiter, wenn diese im Laufe des Versuches gewechselt werden *).

Was die individuellen Unterschiede im Harzertrag betrifft (Punkt A), verweise ich auf einen von mir 1953 veröffentlichten Aufsatz¹⁾.

3. An den Ergebnissen eines Versuchs wird einerseits die Unverlässlichkeit der individuellen Beständigkeit des Harzertrags und anderseits die Tragweite der Zufälligkeiten gezeigt.

Als Beispiel greife ich willkürlich die Reihe I der Versuche heraus, über die ich in Tabelle A (S. 12) berichtet habe. Diese bestand aus

*) Diese Unterschiede können unter Umständen größer sein als die Unterschiede zwischen zwei verschiedenen Werkzeugen. Hobel I kann, einmal vom Arbeiter A und das andere Mal vom Arbeiter B gehandhabt, größere Ertragsunterschiede ergeben, als zwischen den Hobeln I und II bestehen, wenn derselbe Pecher damit arbeitet.

¹⁾ Siehe S. 13 (R. Scheuble), insbesondere S. 31—35.

37 Stämmen, die 1940 und 1941 mit demselben Werkzeug und nach dem gleichen Verfahren geharzt wurden. Stamm Nr. 37 lasse ich bei den folgenden Betrachtungen nur deswegen weg, weil ich auch die Auswirkungen zeigen will, welche sich bei einer Teilung der Reihe in 2 oder 3 gleich große Gruppen ergeben und die Zahl 37 nicht teilbar wäre.

Daß die absoluten Erträge in den beiden Jahren ungleich waren, versteht sich von selbst, weil die Erträge desselben Bestandes in verschiedenen Jahren sehr von der Witterung abhängen. Z. B. betrug der Gesamtertrag der 36 Stämme 1940 33,79 kg, dagegen 1941 48,82 kg d. i. 1,45mal so viel. Man könnte aber erwarten und es ist dies auch vielfach angenommen worden, daß derselbe Faktor wenigstens annähernd auch bei den Erträgen aller Stämme der Reihe zutrifft und daß die Stämme somit in beiden Jahren ungefähr dieselbe Reihenfolge aufweisen; nach dieser Annahme müßte in einem Diagramm, worin die Stämme nach steigendem Ertrag des ersten Jahres geordnet und die Ertragskurven für beide Jahre gezeichnet sind, nicht nur die Kurve des ersten Jahres einen gleichmäßig ansteigenden Verlauf zeigen, sondern auch — wenigstens annähernd — die des zweiten Jahres. Eine derartige Annahme ist nicht nur mehrfach in der Harzliteratur zu finden, sondern es wurde geradezu von einer charakteristischen „Ertragskurve“ eines Bestandes gesprochen.

Für unser Beispiel, d. i. für die 36 Stämme, welche 1940 und 1941 nach dem gleichen Verfahren geharzt wurden, habe ich im Diagramm I die Erträge beider Jahre bei unveränderter Reihenfolge der Stämme durch die Kurven a und b veranschaulicht. Während a (Ertrag 1940) selbstverständlich einen gleichmäßig ansteigenden Verlauf zeigt, ist die Kurve b (Ertrag 1941) davon weit entfernt und eher als regellose Zacklinie zu bezeichnen, die nur in allgemeinen Umrissen die ansteigende Tendenz von a erkennen läßt.

Auch aus der Tabelle E sind diese Verhältnisse zu ersehen. Kolonne a enthält die nach dem Ertrag 1940 fortlaufend numerierten Stämme 1—36, die Kolonnen b und c die Erträge jedes einzelnen Stammes von 1940 und 1941 und Kolonne d die Reihenfolge, in welche die Stämme auf Grund der Erträge von 1941 zu ordnen sind. Wie im Diagramm, zeigt sich auch hier auf den ersten Blick, daß die Reihenfolge gänzlich umgestellt ist. In Kolonne e ist für jeden Stamm das Verhältnis der Erträge 1941 1940 angegeben. Wie man sieht, schwanken diese Verhältniszahlen zwischen 0,65 und 2,45, wogegen sich, wie bereits erwähnt, für das Verhältnis der Gesamterträge sämtlicher 36 Stämme die Zahl 1,45 ergibt. Diese Verschiedenheit der Ver-

Diagramm I

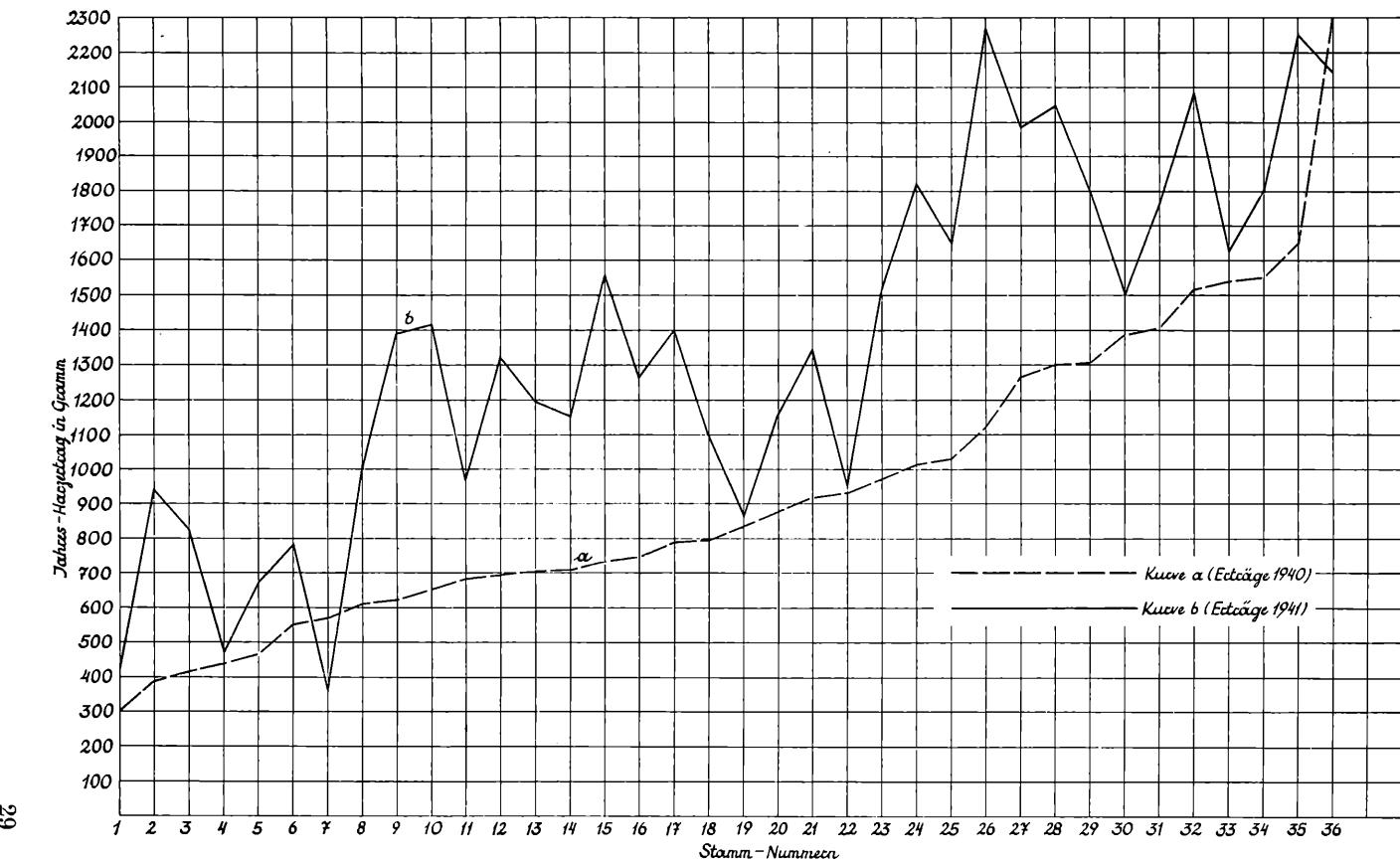


Tabelle E

a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p				
Fortlaufende Nummer nach Ertrag 1940	Jahreserträge aller 36 Stämme in Gramm		Reihenfolge Ertrag 1941	Verhältnis der Erträge 1941:1940	Jahreserträge													
					der 1940 geradzähligen Nummern		der 1940 ungeraden Nummern		Gruppe A Stämme Nr. 1, 4, 7		Gruppe B Stämme Nr. 2, 5, 8		Gruppe C Stämme Nr. 3, 6, 9					
	1940	1941			1940	1941	1940	1941	1940	1941	1940	1941	1940	1941	1940	1941		
1	305	435	2	1,43			305	435	305	435								
2	385	945	8	2,45	385	945					385	945			415	825		
3	415	825	6	1,99			415	825										
4	440	470	3	1,07	440	470			440	470								
5	465	675	4	1,45			465	675			465	675						
6	550	775	5	1,40	550	775							550	775				
7	570	370	1	0,65			570	370	570	370								
8	610	1.005	11	1,65	610	1.005					610	1.005						
9	620	1.390	19	2,24			620	1.390					620	1.390				
10	650	1.410	21	2,17	650	1.410			650	1.410								
11	686	965	10	1,41			686	965			686	965			695	1.320		
12	695	1.320	17	1,90	695	1.320												
13	705	1.195	15	1,70			705	1.195	705	1.195								
14	710	1.165	14	1,64	710	1.165					710	1.165			737	1.555		
15	737	1.555	24	2,11			737	1.555										
16	744	1.265	16	1,70	744	1.265			744	1.265								

17	792	1.395	20	1,76		
18	797	1.095	12	1,39	797	1.095
19	837	870	7	1,04		
20	881	1.160	13	1,32	881	1.160
21	918	1.340	18	1,46		
22	927	950	9	1,02	927	950
23	973	1.520	23	1,56		
24	1.013	1.805	30	1,78	1.013	1.805
25	1.032	1.655	26	1,60		
26	1.122	2.265	36	2,02	1.122	2.265
27	1.265	1.990	31	1,57		
28	1.299	2.045	32	1,57	1.299	2.045
29	1.304	1.795	28	1,38		
30	1.387	1.500	22	1,08	1.387	1.500
31	1.403	1.765	27	1,26		
32	1.521	2.080	33	1,37	1.521	2.080
33	1.538	1.625	25	1,06		
34	1.550	1.800	29	1,16	1.550	1.800
35	1.648	2.255	35	1,37		
36	2.293	2.145	34	0,94	2.293	2.145
Summe	33.787	48.820		1,445 (Durch- schnitt)	17.574 16.213 33.787 (f + h)	25.200 23.620 48.820 (g + i)

792	1.395			792	1.395		797	1.095
837	870	837	870	.	881	1.160	918	1.340
918	1.340		927	950	973	1.520		
973	1.520				1.122	2.265	1.013	1.805
1.032	1.655	1.032	1.655					
1.265	1.990		1.299	2.045	1.304	1.795	1.265	1.990
1.304	1.795						1.387	1.500
1.403	1.765	1.403	1.765		1.521	2.080		
1.538	1.625		1.550	1.800			1.538	1.625
1.648	2.255				1.648	2.255		
							2.293	2.145
16.213	23.620	10.462	14.230	11.097	17.225	12.228	17.365	
		11.097	17.225					
		12.228	17.365					
		33.787	48.820					
		(k+m +o)	(l+n +p)					

hältniszahlen und die dadurch bewirkte Umstellung der Reihenfolge erklärt sich einerseits daraus, daß die Harzergiebigkeit keineswegs von jedem Baumindividuum so präzise beibehalten wird, wie man vielfach geglaubt hat, andererseits daraus, daß sie von den auf S. 27 unter B erwähnten Zufälligkeiten stark verwischt wird. Wenn man die Erträge in mehrjährigen Perioden miteinander vergleicht, zeigt allerdings die individuelle Ergiebigkeit der Stämme und daher auch der Verlauf der Kurven geringere Abweichungen.

Es kann für die Diskussion von Versuchsresultaten von Interesse sein, den Grad der erwähnten Abweichungen, welche sich innerhalb einer Versuchsreihe beim Vergleich der Einzelerträge in zwei Perioden ergeben, zahlenmäßig zu ermitteln. Diagramme, wie das Diagramm I auf S. 29, ermöglichen es zwar, den Grad der Abweichung zwischen den Kurven a und b annähernd zu schätzen; man kann die Abweichung aber präzise auf arithmetischem Wege berechnen. Zu diesem Zweck schreibt man, wie folgt, unter die der Kurve a entsprechenden arithmetisch geordneten Stammnummern (fett gedruckt) die regellose Nummernfolge, welche sich ergibt, wenn man die 36 Stämme nach den Erträgen von 1941 ordnet (entsprechend Rubrik d der Tabelle E), berechnet die Differenzen der untereinanderstehenden Nummern unter Hinweglassung des Vorzeichens und addiert diese Differenzen. Man erhält so die „Differenzensumme“ S, die im vorliegenden Fall 158 beträgt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	8	6	3	4	5	1	11	19	21	10	17	15	14	24	16	20	12
1	6	3	1	1	1	6	3	10	11	1	5	2	—	9	—	3	6

$s = 69$

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
7	13	18	9	23	30	26	36	31	32	28	22	27	33	25	29	35	34
12	7	3	13	—	6	1	10	4	4	1	8	4	1	8	5	—	2

$s' = 89$

$$S = 158$$

Aus der Stammzahl n ergibt sich der Maximalbetrag M, den die Differenzsumme erreichen würde, wenn die Reihe auf den Kopf gestellt wäre, u. zw. ist bei geraden Zahlen von n $M = \frac{n^2}{2}$, bei ungeraden $M = \frac{n^2-1}{2}$, im vorliegenden Fall somit $M = 324$. Man braucht jetzt nur mehr zu berechnen, wie viele Prozent von M die gefundene Differenzsumme S beträgt, um ein Maß für die Abweichung der Kurven a und b zu erhalten; bei völliger Identität der Kurven wäre der Prozentsatz Null und bei regelloser Mischung der Stammnummern würde er nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung im Durchschnitt bei geraden Zahlen von $n \frac{200}{3}(1 - \frac{1}{n^2})$ und bei ungeraden $\frac{200}{3}$ betragen. Im obigen Beispiel würde die Kurve b einem Prozentsatz von 48,8 entsprechen.

Bei den Versuchen gemäß Tabelle A, aus denen die in Rede stehende Reihe I herausgegriffen war, gab es aber noch die weiteren Versuchsreihen II—IV, die 1940 alle wie I mit dem Heinrich-Hobel im Flächenschnitt, 1941 dagegen nach drei anderen Verfahren geharzt wurden. Der Wert dieser Verfahren wurde dann in der Weise beurteilt, daß man die Gesamterträge der betreffenden Reihen untereinander und mit dem im gleichen Jahr erzielten Ertrag der Reihe I verglich. Einem solchen Vergleich liegt aber die Annahme zugrunde, daß auch die Reihen II, III und IV im Jahre 1941 denselben Gesamtertrag wie I aufgewiesen hätten, wenn sie ebenfalls mit dem Heinrich-Hobel im Flächenschnitt geharzt worden wären. Es fragt sich nun, ob eine solche Annahme angesichts der Verschiedenheiten, welche die einzelnen Stämme aufwiesen, berechtigt ist und ob man erwarten darf, daß sich diese Verschiedenheiten bereits bei einer Zahl von 36 Stämmen weitgehend ausgleichen. Um dies zu prüfen, habe ich in der Tabelle E die 36 Stämme in rein mechanischer Weise, ohne Rücksicht auf ihre Eigenschaften, das eine Mal in zwei, das andere Mal in drei Gruppen aufgeteilt:

- A. in 18 Stämme mit geraden Nummern (Rubriken f, g der Tabelle) und 18 Stämme mit ungeraden Nummern (Rubriken h, i).
- B. Die 12 Stämme Nr. 1, 4, 7 34 wurden in eine Gruppe (Rubrik k, l der Tabelle), die 12 Stämme Nr. 2, 5, 8 35 in eine zweite Gruppe (Rubriken m, n) und die restlichen 12 Stämme Nr. 3, 6, 9 36 in eine dritte Gruppe (Rubriken o, p) eingeteilt.

Für alle diese Gruppen wurden die Erträge 1940 und 1941 gesondert addiert und das Ertragsverhältnis 1941 1940 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle F übersichtlich zusammengestellt.

Bei der Aufteilung des Bestandes in zwei Gruppen zu je 18 Stämmen sind also die Verhältniszahlen der Erträge 1941 1940 noch unwe sentlich verschieden, nämlich nur um 2%; hingegen ist bei der Aufteilung in drei Gruppen zu je 12 Stämmen die höchste Verhältniszahl (1,552) bereits um 14% höher als die niedrigste (1,360).

Dies ist aber nicht etwa ein Zufallsergebnis gerade bei der Auf teilung der Gruppe I. Ich habe noch mehrere andere Reihen aus den auf S. 12 (Tabelle A) und S. 16 (Tab. B) beschriebenen Versuchen in gleicher Weise analysiert und bin zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt, die ich aber aus Raum mangel leider nicht veröffentlichen kann.

Eine Verschiedenheit um 14% läßt sich aber nicht mehr ignorieren, denn wie häufig sollen Harzungsversuche Unterschiede zwischen

Tabelle F.

	1940		1941		Verhältnis der Erträge 1941:1940
	Rubrik der Tab. E	Jahresertrag	Rubrik der Tab. E	Jahresertrag	
Sämtliche 36 Stämme.....	b	33.787 kg	c	48.820 kg	1,445
A. 18 Stämme m. gerader Nr...	f	17.574	g	25.200	1,434
18 Stämme m. unger. Nr....	h	16.213		23.620	1,457
B. 12 St. m. d. Nr. 1, 4, 7 usw.	k	10.462	l	14.230	1,360
12 St. m. d. Nr. 2, 5, 8	m	11.097	n	17.225	1,552
12 St. m. d. Nr. 3, 6, 9	o	12.228	p	17.365	1,420

verschiedenen Werkzeugen und Verfahren beweisen, bei denen von vornherein nicht mehr als 14% zu erwarten sind!

4. Wie läßt sich bei Harzungsversuchen der Einfluß der individuellen Unterschiede des Harzertrages und der Einfluß der Zufälligkeiten verringern?

Die Forscher, welche sich mit systematischen Untersuchungen über die Lebendharzung befaßt haben, haben verschiedenartige Maßnahmen getroffen, um einwandfrei vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, und man hat auch bereits an die Aufstellung von Richtlinien gedacht. So hielt beim IX. Kongreß des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (Budapest 1936) A. Ugrenović (Zagreb) einen Vortrag „Vereinheitlichung der Methoden bei Harzungsversuchen“¹⁾, welcher zahlreiche Vorschläge in dieser Hinsicht enthielt, und es wurde unter dem Vorsitz von A. Oudin eine Kommission für Harzungsforschung gebildet, der Ugrenović, H. Schmied (Mariabrunn), Harper (USA), Sevilla (Spanien) und Trevor (Indien) angehörten²⁾.

Um die Ergebnisse von den individuellen Verschiedenheiten der Bäume und von den jährlichen Schwankungen des Harzertrags un-

¹⁾ A. Ugrenović, IX. Kongreß des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten, Budapest 1936: „Unification des méthodes de recherches sur le gummage (Vereinheitlichung der Methoden bei Harzungsversuchen).“

²⁾ A. Oudin, Erdészeti kísérletek, 1936 Heft 3/4 (Kongreßnummer) S. 339.

abhängig zu machen, wurden die Versuche meist nach einem der folgenden Pläne durchgeführt:

I. Derselbe Bestand wird in dem einen Jahre nach dem Verfahren A und im zweiten nach dem Verfahren B geharzt.

Diese Versuchsanordnung ist in dieser einfachen Form unzulänglich, weil die Verschiedenheit der Verfahren durch die Jahreschwankungen des Harzertrages verdeckt wird. Das Ergebnis wird verlässlicher, wenn man beide Verfahren mehrere Jahre hindurch — womöglich abwechselnd — anwendet, weil man dann mit einem gewissen Ausgleich der jährlichen Schwankungen rechnen darf. Allerdings läßt sich letztere Arbeitsweise nicht immer anwenden, insbesondere dann nicht, wenn gerade die kontinuierliche Anwendung desselben Verfahrens erprobt werden soll.

II. Von zwei gleichartigen Gruppen wird die eine nach dem Verfahren A und die andere gleichzeitig nach dem Verfahren B geharzt, u. zw. wenn möglich mehrere Jahre hindurch.

Diese Versuchsanordnung wurde am häufigsten gewählt und ist unter der Voraussetzung einwandfrei, daß die verschiedenen Verfahren tatsächlich im selben Jahr verglichen werden und daß es sich um gleichartige Gruppen handelt. Das letztere wird am besten dadurch gewährleistet, daß man einen schon von vornherein möglichst gleichförmigen Bestand nach irgendeiner Schablone in zwei Stammgruppen einteilt, die gleichmäßig über den Bestand verteilt sind. Münch¹⁾ schlägt vor, den Bestand tunlichst regellos mit fortlaufenden Stammnummern zu versehen und davon die geraden Nummern in die Gruppe A und die ungeraden in die Gruppe B einzuteilen. Manche Forscher sind noch um einen Schritt weitergegangen und haben den Bestand vor der Aufteilung in Gruppen nach einem einheitlichen Verfahren geharzt und hiebei den Harzertrag jedes einzelnen Stammes bestimmt. Dann wurden die Stämme nach steigendem Ertrag neu numeriert und ihre Aufteilung in die im folgenden Jahr nach verschiedenen Verfahren zu harzenden Gruppen derart vorgenommen, daß erst von den neuen Nummern die geraden in die Gruppe A und die ungeraden in die Gruppe B kamen und dann eventuell noch einige Stämme zwischen den Gruppen ausgetauscht wurden, um eine bessere Übereinstimmung ihres Durchschnittsertrages zu erzielen. Man darf aber den Vorteil dieses komplizierteren Verfahrens vor dem einfachen von Münch nicht überschätzen. Es kommt wohl nur bei kleineren

¹⁾ Siehe S. 15, Zitat 2 (E. Münch), insbesondere S. 5.

Stammzahlen in Betracht und ich verweise diesbezüglich auf S. 27 bis 34 des vorliegenden Aufsatzes.

III. (Kombination von I und II). Zwei gleichartige Bestände werden im ersten Jahr nach dem Verfahren A und im folgenden Jahr je einer der Bestände nach den Verfahren A und B geharzt.

Diese Versuchsanordnung ist die verlässlichste. Sie erfordert allerdings eine größere Anzahl von Stämmen als die Anordnung II. Zweckmäßig werden nach Ablauf des ersten Jahres die Erträge der beiden Bestände durch Weglassen oder gegenseitiges Austauschen gewisser Stämme einander möglichst angeglichen.

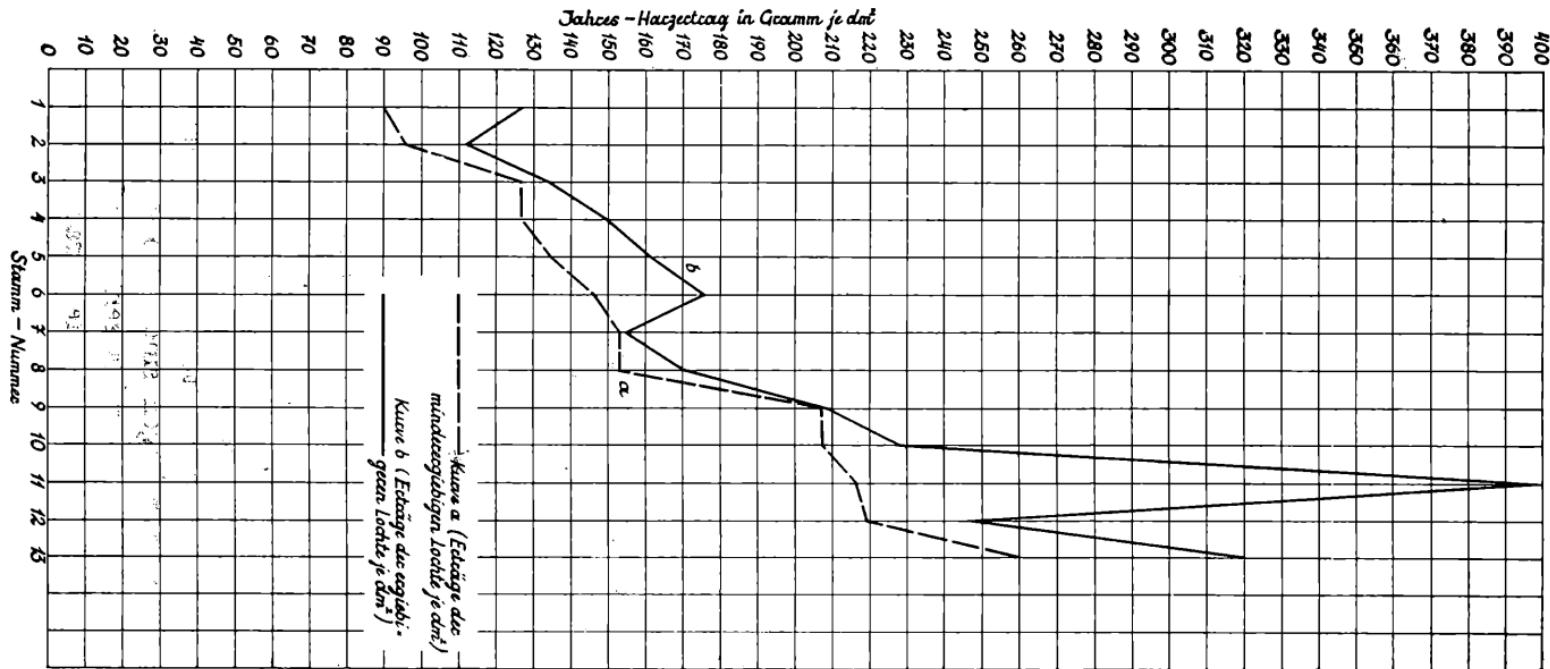
IV Dieselben Stämme werden gleichzeitig nach beiden zu vergleichenden Verfahren geharzt, indem man die verschiedenen Lachten auf verschiedenen Seiten des Stammes anbringt. Die Verlässlichkeit einer derartigen Versuchsanordnung kann dadurch erhöht werden, daß man die Seiten des Stammes z. B. alljährlich wechselt¹⁾ ²⁾. Unterläßt man dies, so können sich zwischen den Erträgen beider Lachten erhebliche Abweichungen ergeben. Dies kann ich an einem eigens zu diesem Zweck im Jahre 1943 angestellten Versuch zeigen. 13 Schwarzkiefern wurden in gleicher Höhe vom Boden an zwei entgegengesetzten Seiten des Stammes mit dem Heinrich-Hobel im Flächenschnitt geharzt. Da zwei symmetrische Doppel-lachten von normaler Breite (je $\frac{2}{3}$ des Stammumfangs) nicht nebeneinander unterzubringen waren, wurde auf jeder Stammseite nur eine Lachenhälfte angelegt, aber möglichst auf gleiche Größe geachtet. Um einen Einfluß der Himmelsrichtung auszuschließen, wurden die einander gegenüberliegenden Lachten der 13 Stämme in der Himmelsrichtung völlig regellos angebracht. Trotz diesen Vorsichtsmaßnahmen waren die Erträge (g/dm^2) der einander auf demselben Stamm gegenüberliegenden Lachten vielfach sehr verschieden; nur bei 7 Stämmen war das Verhältnis der Erträge nicht größer als 1,15, wogegen es sich bei den restlichen 6 Stämmen zwischen 1,18 und 1,84 bewegte.

In dem Diagramm Nr. II sind diese 13 Stämme nach den Jahreserträgen der minderergiebigen Lachten in arithmetischer Folge geordnet; die diese Erträge darstellende Kurve a steigt daher stetig an. Die Kurve b stellt bei denselben Stämmen den Ertrag der anderen Lachte dar und zeigt einen stark zickzackförmigen Verlauf. Hätte man also die beiden Lachten nach verschiedenen Verfahren geharzt

¹⁾ Siehe S. 15, Zitat 2 (E. Münch), S. 5.

²⁾ A. K. Tolkatschew u. M. A. Ssinelobow, Holzverarb. u. holzchem. Industrie, 3 (1954) Nr. 2, S. 12—14: „Über die Methodik der Versuchsdurchführung bei der Kiefernharzung“ (russ., Ref. in „Holzforschung“ 9 S. 63).

Diagramm II



und aus den Harzerträgen Schlüsse gezogen, wären dies Trugschlüsse gewesen.

Die Berechnungen, die ich auf S. 34, Tabelle F, hinsichtlich der Aufteilung einer aus 36 Stämmen bestehenden Versuchsreihe durchgeführt habe, zeigten, daß in diesem Falle die Aufteilung in zwei Gruppen zu 18 Stämmen vielleicht noch zulässig gewesen wäre, keinesfalls aber mehr die Aufteilung in drei Gruppen zu 12. Ähnliche Resultate haben auch die anderen von mir geprüften Reihen ergeben und bewiesen, daß vergleichende Harzungsversuche nur dann einen Wert haben, wenn die Stammzahlen der einzelnen Reihen — immer natürlich die Auswahl der Stämme aus einem gleichförmigen Bestand vorausgesetzt — die Größenordnung von etwa 30 nicht wesentlich unterschreiten, sondern womöglich noch darüber liegen.

Bekanntlich hat auch E. Münch¹⁾ schon 1921 die Ansicht vertreten, daß für verlässliche Harzungsversuche große Stammzahlen erforderlich sind. Er sagt wörtlich: „Das Durchschnittsergebnis aus dem mit einer großen Stammzahl durchgeföhrten Versuch 2 hat das größte Gewicht.“

Wenn man die Versuche mit derselben Reihe und mit dem gleichen Verfahren überdies nicht nur auf 1 Jahr beschränkt, sondern mehrere Jahre hindurch fortsetzt, wird ihre Verlässlichkeit noch weiter erhöht, weil sich die Zufälligkeiten in den Harzerträgen der einzelnen Stämme dann noch vollkommener ausgleichen als innerhalb eines einzigen Jahres.

Für die Frage, wie viele Stämme je Reihe für verlässliche Harzungsversuche heranzuziehen sind, dürfte auch eine Zusammenstellung darüber von Interesse sein, wie man bei früheren Versuchen über diesen Punkt gedacht hat. Ich bringe daher in der Tabelle G eine solche Zusammenstellung, sowohl für die bereits seit 1939 veröffentlichten Harzungsversuche der Mariabrunner Anstalt, als auch für 10 Harzungsversuche anderer Forscher. Ich hätte diese Zusammenstellung noch erweitern können; doch vermißt man leider in den Berichten vielfach genaue Angaben über die Stammzahlen und es ergibt sich manchmal auch eine Unklarheit dadurch, daß nicht zu erkennen ist, ob mehrere an sich gleichartige Reihen, die sich nur durch den Standort, das Alter oder die Bonität unterscheiden, zu einer einzigen zu vereinigen sind. Wo es sich um einwandfrei verschiedene Standorte (Altersklassen, Bonitäten) handelt, habe ich in meiner Zusammenstellung jede derartige Reihe für sich gezählt

1) Siehe S. 15, Zitat 2, insbesondere S. 61.

Tabelle G.

Übersicht über Zahl der Versuchsjahre, Versuchsreihen und Stammzahlen je Versuchsreihe bei den auf S. 10—26 beschriebenen Versuchen und bei einigen bereits veröffentlichten Harzungsversuchen der Versuchsanstalt Mariabrunn und anderer Forscher.

	Versuchs-jahre	Anzahl der	
		Reihen	Stämme je Reihe
I. Die im vorliegenden Aufsatz beschriebenen Versuche der Mariabrunner Versuchsanstalt.			
H. Schmied und R. Scheuble (S. 11 bis 13)	1940/1941	2 × 8	36—37
R. Scheuble (S. 11—13)	1942	6	47—49
R. Scheuble (S. 13—26)	1943/1951	4 × 5 1 × 4 1 × 3 7 × 2 1 × 1 3 × 1 1 × 1	50—75 50—63 66 49—64 101 60—63 50
II. Bereits veröffentlichte Versuche der Mariabrunner Versuchsanstalt (ab 1937).			
H. Schmied (zitiert auf S. 23 des vorliegenden Aufsatzes)	1937/1938	2 × 15 2 × 1	22—25 49 bzw. 25
	1937	9	22—25
	1938	1	48
	1938	15	23—25
R. Scheuble (zitiert auf S. 13 des vorliegenden Aufsatzes)	1940/1944 und 1947/1948	7 × 1	50—104
III. Harzungsversuche anderer Forscher.			
1. E. Münch (zitiert auf S. 15, 23, 35, 36, 38, 41 des vorliegenden Aufsatzes)	1918	4 2 26 11 3	5—6 10 15—20 30—40 60—70
2. A. Radwan, Las Polski, 1931 S. 238 bis 243: „Nowy sposób żywicowania (Neue Harzungsversuche).“	1930	3	10—11

Tabelle G (Fortsetzung).

	Versuchs-jahr	Anzahl der	
		Reihen	Stämme je Reihe
3. Ugrenović und Šolaja, Glasnik za šumske pokuse (Zagreb), 1937 Heft 5 (deutschen Auszug siehe R. Scheuble, Centralbl. f. d. ges. Forstw., 1940 S. 67 bis 71: „Jugoslawische Untersuchungen über die Technik der Harzung von Pinus nigra und silvestris“ usw.).	1929/1932	4 × 3	112
4. H. J. Loycke, Forstarchiv, 1938 S. 269 bis 286: „Die Harzung der Kiefer mit chemischen Reizmitteln in der großbetrieblichen Praxis“ ..	1936	6	63—75
5. Ebenders., Forstarchiv, 1944 S. 172 bis 186: „Zur Harzung der Kiefer“ ..	1941/1942 1942	2 × 8 4	8—12 4
6. W. Grochowski, Inst. Bad. Leśnictwa Prace Nr. 72 (1951) S. 1—152: „Charakterystyka wycieku żywicy sosnowej (Charakteristik des Kiefernharzflusses).“	1937/1939 und 1947/1948	65 (meist je 2—3 Jahre)	7—125 (durchschn. 57)
7. R. Bokor, Erdészeti tudományos intézet Jahrb. 1950, S. 319—337 ..	1949	3 2	62, 144, 202 92—94
8 a. A. Oudin, Revue Forestière Française, 1952 S. 77—86: „Activation de la production de gemme par vaporisation de solutions d'acide sulfurique (Steigerung des Harzertrags durch Bestäubung mit verdünnter Schwefelsäure).“			
8 b. Ebenderselbe, Actes du Congrès National du Bois, 1953 S. 672—675: „Le gommage du pin maritime par des méthodes chimiques (Harzung der Strandkiefer mit chemischen Methoden).“	1948/1950	3 × 10	963—3000
9. K. Mazek-Fiala, Zentralbl. f. d. ges. Forst- u. Holzwirtsch. 71 (1950) S. 20—54 und 221—237: „Die wissenschaftlichen Grundlagen der Harzgewinnung“ (insbesondere S. 36 und Tabelle 6)	Versuchsj. nicht genannt	12	16—28

Tabelle G (Schluß).

	Versuchs- jahr	Anzahl der	
		Reihen	Stämme je Reihe
10. R. Meštrović, Šumarski list, 1954 Heft 2/3 S. 75—82: „Smolarenje na Kršu (Die Harzgewinnung im Karst- gebiet).“	1953*	30	60—100

(z. B. bei Loycke 1936), hingegen dort, wo es sich einwandfrei um gleichartige Standorte usw. handelt, die Stammzahlen zusammengezählt (z. B. bei Loycke 1941 und 1942). Wenn an einer Reihe von z. B. 10 Stämmen je 2 Lachten nach verschiedenen Verfahren geharzt wurden, habe ich diese als 2 verschiedene Reihen zu je 10 Stämmen gezählt (z. B. bei Münch, Versuch 4 und 5 oder bei Ugrenović und Šolaja 1929—1936). Wenn es in der ersten Zahlenkolonne der Tabelle G heißt „ 2×15 “ oder „ 7×1 “, bedeutet dies, daß dieselben 15 Reihen zwei Jahre hindurch bzw. dieselbe Reihe sieben Jahre hindurch den gleichen Versuchsbedingungen unterworfen waren.

Die in der Tabelle G genannten Forscher hätten wahrscheinlich gerne für ihre Versuche noch größere Stammzahlen verwendet, wenn dies nicht an der Kostenfrage oder anderen Schwierigkeiten gescheitert wäre. Auch meine im Kapitel C beschriebenen Versuche waren schließlich nur ein solches Kompromiß.

Eine weitere Frage bei Harzungsversuchen ist, ob man den Harzertrag jedes einzelnen Stammes ermitteln soll, oder ob man sich mit der Feststellung des Gesamtertrages jeder Reihe begnügen darf.

Die Ermittlung des Harzertrages jedes einzelnen Stammes bedeutet natürlich einen gewaltigen Mehraufwand an Arbeit und Kosten, besonders dann, wenn man das Gewicht des Harzes durch Wägung des Topfes im leeren und vollen Zustand bestimmt und sich nicht — wie z. B. Münch¹⁾ — mit einer nur annähernden Volumbestimmung durch Eintauchen eines Maßstabes in die Harztöpfe begnügt. Für diesen Mehraufwand können folgende Gründe maßgebend sein:

1. Im ersten Jahr eines für ein oder mehrere Jahre geplanten Versuches die Einteilung des Bestandes in verhältnismäßig kleine

*) Diese Versuche wurden 1953 erst begonnen und sind für eine 4jährige Dauer geplant.

1) Siehe S. 15, Zitat 2, insbesondere S. 6.

Reihen nach der auf S. 35 am Schluß des Absatzes II angeführten Methode.

2. In den folgenden Versuchsjahren, um bei Reihen mit verhältnismäßig kleinen Stammzahlen im Laufe des Versuches etwaige Unregelmäßigkeiten (z. B. Bäume, deren Ertrag auffällig abnimmt) ausscheiden zu können.

3. Um ähnliche Beobachtungen über die Unregelmäßigkeit des individuellen Harzertrages und die Tragweite der Zufälligkeiten anzustellen, wie auf S. 27—34 und in den Tabellen E und F beschrieben.

Bei sehr großen Stammzahlen — wie sie z. B. bei den in der Tabelle G unter III/8 angeführten Versuchen Oudins zur Verfügung standen — ist die Bestimmung des Harzertrages jedes einzelnen Stammes wohl überflüssig; sie wäre auch in solchen Fällen mit übermäßigen Kosten verbunden.

Ein Fehler, der die Verlässlichkeit von Harzungsversuchen gefährden kann, ist die ungewollte und unkontrollierte Verschiedenheit der Schnitttiefe. Ihre direkte Messung ist bekanntlich schwierig und unsicher. Daher habe ich, um die Ungenauigkeiten, die auf der Verschiedenheit der Schnitttiefe beruhen, möglichst auszuschalten, letztere bei meinen Versuchen stichprobenweise so kontrolliert, daß ich die beim Reißen abfallenden Späne bei einer größeren Anzahl von Stämmen auf einem darunter gehaltenen Tuch sammeln ließ. Die Späne wurden dann in einem Autoklaven bei zwei atü kurze Zeit gedämpft, worauf sich Rinde und Holz mit Leichtigkeit trennen ließen; die Holzanteile wurden im Trockenschrank getrocknet und gewogen, so daß die je Stamm und Riß abgehobelte Holzmenge berechnet werden konnte, die, da ja die Rißlänge bekannt war, das Maß für die Schnitttiefe darstellte. Eine solche, wenigstens stichprobenweise Kontrolle ist bei genaueren Harzungsversuchen unerlässlich, weil die Schnitttiefe erstens von der Gründlichkeit des dem Reißen vorangehenden „Rötens“ abhängt und weil zweitens nach meinen Erfahrungen auch ein und derselbe noch so verlässliche Arbeiter leicht die Tiefe seiner Schnitte unbewußt ändert und insbesondere ein Wechsel des Arbeiters überraschende Verschiedenheiten mit sich bringen kann.

Man darf aber auch bei großen Stammzahlen, bei gleichartigen Bestandsverhältnissen und bei gut kontrollierter Schnitttiefe keine präzisen Versuchsresultate erwarten, wenn die zu vergleichenden Versuchsbedingungen zu geringe Unterschiede aufweisen. Wenn man z. B. die Vermehrung des Harzertrages durch Reizung mit Salzsäure feststellen will, wäre es zwecklos, Reihen zu vergleichen, die sich nur durch geringfügige Änderung der Konzentration der Salzsäure

unterscheiden; oder wenn man den Einfluß der Ruhepausen zwischen den Verwundungen untersuchen will, darf man wohl Ergebnisse beim Vergleich etwa von drei und achttägigen Ruhepausen, nicht aber z. B. beim Vergleich von 13- und 14-tägigen Ruhepausen erwarten.

E. SCHLUSSWORT.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier einer Reihe von Personen meinen Dank auszusprechen, die mir bei der Durchführung der Harzungsversuche sowie bei der Abfassung und Drucklegung dieses Aufsatzes behilflich waren. In erster Linie habe ich dem hochverehrten seinerzeitigen Leiter der zuständigen Sektion des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Herrn Hofrat Prof. Dr. Ing. H. Lorenz-Liburnau zu danken, ferner Herrn Regierungsforstrat Dr. H. Schmied von der Mariabrunner Anstalt, den Herren Forstmeister W. Hauska, den Förstern K. Heinrich, W. Zehetner und Forstwart R. Puchner von der Herrschaft Merkenstein sowie den Herren Kommerzialrat A. Reichert und Dir. A. Ledwinka von der Piestinger Harzgenossenschaft. Herrn Dr. A. Allina (früher Piesting, jetzt Papierfabrik Frantschach) verdanke ich ebenfalls wertvolle Mitteilungen und Anregungen.

Vom Personal der Mariabrunner Anstalt danke ich vor allem Frau Ing. I. Meier, die mir nicht nur bei den Harzungsarbeiten im Walde und bei den Versuchen im Laboratorium, sondern auch bei der Sichtung meiner Aufzeichnungen und der Niederschrift des Aufsatzes wertvolle Dienste geleistet hat, ferner den sonstigen Mitarbeitern der Anstalt, insbesondere Herrn Dr. M. Onno, der mir bei der Beschaffung der Literatur und dank seinen vielseitigen Fach- und Sprachkenntnissen bei der Durchsicht fremdsprachiger Texte behilflich war, ferner den Herrn Dr. W. Hartig, Ing. K. Haenlein und H. Baumert, sowie Werkmeister F. Wuest-Velberg, die sowohl im Walde als auch im Laboratorium mitgewirkt haben. Die unmittelbaren Harzungsarbeiten haben die Pecher M. Gugumuck †, A. Grabner und R. Lechner in vorbildlicher Weise durchgeführt. Der Österr. Gesellschaft für Holzforschung danke ich für einen finanziellen Beitrag zu meinen Versuchen und Herrn Sekt.-Chef Dr. A. Horky, meinem Nachfolger in der Leitung der Mariabrunner Anstalt, und Herrn Oberforstrat.-Ing. H. Melzer für die Förderung der Drucklegung meines Aufsatzes.