

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 99 (1948)

Heft: 9-10

Artikel: Neuere Fortschritte auf dem Gebiet der Holzveredelung und Holzabfallverwertung in Nordamerika

Autor: Risi, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766405>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neuere Fortschritte auf dem Gebiet der Holzveredelung und Holzabfallverwertung in Nordamerika

Von Prof. Dr. *J. Risi*, Dozent für Holzchemie
an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Laval, Quebec, Kanada

Einleitung

Holzchemie und chemische Holzverwertung haben seit dem Ausbruch des zweiten Weltkrieges so gewaltige Fortschritte gemacht, daß es unmöglich ist, im Rahmen eines Artikels näher darauf einzugehen. In fast allen Ländern besteht eine reiche Literatur über neu eingeführte oder vorgeschlagene Prozesse, die hier nur summarisch angeführt werden können.

Da die kriegsbedingten Anforderungen an die Versorgung mit Holz und Holzprodukten in Amerika und Europa infolge der verschieden gearteten wirtschaftlichen Verhältnisse teilweise stark auseinandergingen, folgte auch die diesbezügliche wissenschaftliche Forschung auf den beiden Kontinenten nicht den gleichen Wegen. Völlig verschieden waren beispielsweise die Bedürfnisse an Metall- und Brennstoffersatz, was die Richtung der Holzforschung stark beeinflusste.

In der Annahme, daß der Stand der europäischen Holzforschung in der Schweiz bekannt ist, beschränkt sich der folgende Artikel auf einen Überblick über die neuesten Entwicklungen auf dem amerikanischen Kontinent. Wegen der Fülle des Stoffes kann es sich dabei nur um gedrängte Hinweise handeln. Interessenten finden mehr Aufschluß in der angeführten Literatur, die aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Das Verzeichnis berücksichtigt zur Hauptsache nur amerikanische Arbeiten, da europäische Publikationen dem Schweizer Forscher vermutlich leichter zugänglich sind. Ferner sollen die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Zellstoff- und Papierfabrikation (197) ganz unerwähnt bleiben, da dieses industrielle Feld zu weitläufig ist und sich auf beiden Kontinenten annähernd parallel entwickelt hat. Trotz des ungeheuren räumlichen Ausbaues der amerikanischen Papierindustrie bestehen keine grundlegenden Unterschiede gegenüber Europa. Die gleiche Bemerkung gilt auch für die theoretische Holzforschung (197), d. h. die Chemie und Physik der Zellulose, des Lignins und anderer Holzbestandteile sowie für die verschiedenen Zelluloseäther und -ester verarbeitenden Industrien (Textilfasern, Farben, Lacke, Filme, Kunststoffmassen usw.). Im folgenden soll vor allem auf die Möglichkeiten zur Verbesserung der natürlichen Holzeigenschaften durch Veredelungsverfahren sowie auf neue Vorschläge auf dem Gebiete der Holzabfallwirtschaft eingegangen werden. Diese Probleme sind ja besonders wichtig für die schweizerische Forstwirtschaft, welche auf eine eher

einseitige Holzartenverteilung sowie auf hohe Holz- und Transportkosten Rücksicht nehmen muß.

In Nordamerika läßt die Verwertung der ungeheuren Mengen von Durchforstungsmaterial und von Abfällen der mechanischen und chemischen Holzindustrien immer noch sehr zu wünschen übrig. Für die Zellstoff- und Papierfabriken kann man zum Beispiel den Abfall durchschnittlich wie folgt angeben: 20 % Durchforstungsverlust (Äste, Wipfel, Dünnholz), 13 % Rinde, 37 % Lignin und andere in Lösung gehende Holzbestandteile, so daß nur etwa 30 % der geschlagenen Holzmasse in fertiges Produkt übergehen. In den zahlreichen Sägewerken sind die Verluste noch größer: 20 % Verlust an Durchforstungsmaterial, 13 % Rinde, 13 % Sägespäne, 20 % Schwarten und andere Kleinholzabfälle, 2½ % Verlust infolge Nachlässigkeit, 6½ % Verlust durch unzumutbare Trocknungsmaßnahmen, 10 % Hobelspäne. Nur etwa 15 % der ursprünglichen Holzmasse werden zu gehobelten, gebrauchsfertigen Brettern verarbeitet. Die Brennholzverwertung gibt ein ähnlich ungünstiges Bild: 10 % Durchforstungsverlust, 70 % Wärmeverlust infolge schlechter Bauart der Heizapparate, so daß in diesem Falle nur etwa 20 % des Heizwertes des geschlagenen Holzes nützlich verwertet werden. Wenn man bedenkt, daß heute allein in Kanada jährlich über 100 Millionen Festmeter Holz für alle Verwendungszwecke geschlagen werden, so kann man verstehen, daß besonders während des Krieges in nationalökonomischen Kreisen die Alarmglocke geläutet wurde, und daß sich daher die Holztechniker mit besonderem Impuls dem Studium der Holzabfallverwertung hingaben. Das Resultat dieser Arbeiten war die Entwicklung einer Reihe von neuen Verfahren, von denen einzelne seit Monaten oder Jahren technisch verwirklicht werden konnten.

Der kriegsbedingte Mangel an Metallen rückte gleichzeitig auch das Holz als Metalleersatz in den Mittelpunkt des Interesses. Zu diesem Verwendungszweck hat aber das Holz bedeutende Nachteile. Vor allem ist es brennbar. Die meisten Holzarten zeigen eine ungenügende natürliche Widerstandskraft gegen Pilze, Käfer und Chemikalien. Die mechanischen Eigenschaften variieren nicht nur zwischen Hölzern verschiedener Arten, sondern auch innerhalb des gleichen Stückes Holz. Der Mangel an nötiger Faserlänge verhindert die Verwendung mancher Arten für verschiedene chemische Zwecke. In den nördlichen Ländern gibt es nur Hölzer mittlerer Dichte, also weder sehr leichte noch sehr schwere Holzarten, wie zum Beispiel in den Tropen. Endlich rufen die Beziehungen zwischen Holz und Wasser oder Feuchtigkeit das unangenehme Schwinden und Schwellen des Holzes hervor. Solche und andere die allgemeine Gebrauchsfähigkeit herabsetzende Eigenschaften wurden ebenfalls eingehend studiert. Diese Arbeiten der Holzchemiker erlaubten es, durch die Entwicklung interessanter Veredelungsverfahren aus dem Holz beinahe einen Universalrohstoff zu machen.

Nachstehend seien diese zwei Kapitel — Abfallverwertung und Holzveredelung — in knappster Zusammenfassung durch typische Beispiele illustriert. Über beide Gebiete bestehen grundlegende Arbeiten, die eine allgemeine Orientierung vermitteln (86, 97, 106, 223, 224, 225, 226, 253).

I. Holzveredelung

Die dauerhafte Verbesserung unerwünschter natürlicher Holzeigenschaften läßt sich heute durch verschiedene, teils mechanische, teils chemische, Behandlungen des Holzes herbeiführen. Mehrere Autoren berichten darüber in allgemeiner Weise (61, 62, 139, 154, 219, 227). Die meisten dieser neuen Prozesse sind von den Technikern des « U. S. Forest Products Laboratory » entwickelt worden. Sie lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

a) Raumbeständiges Holz

Dreidimensionale Beständigkeit, d. h. erhöhte Widerstandskraft des Holzes gegen Wasser oder Feuchtigkeit, kann auf verschiedene Arten erzielt werden.

1. « *Staywood* » (5, 228) ist unter nicht oxydierenden Bedingungen während einiger Minuten in ein auf ungefähr 300° C erhitztes Metallbad getauchtes Holz, welches dadurch bis zu 70 % seiner natürlichen Neigung zum Schwellen und Schwinden verliert. Solches raumbeständigeres Holz wird mit Vorteil zur Herstellung von Türen und Fenstern gebraucht werden können.

2. « *Staypak* » (6, 7) ist ein dem englischen « *Lignostone* » und dem deutschen « *Homogenholz* » überlegenes Produkt, welches unter gewissen Bedingungen unter Druck erhalten wird. Dabei beginnt das die Zellulose verkittende Lignin zu « fließen », wodurch die inneren Drücke des Holzes ausgeglichen werden und ihm hohe Schlag-, Zug- und Biegefestigkeit verliehen wird.

3. *Azetyliertes Holz* (8, 233) wurde während mehreren Stunden einem Dampfgemisch von Pyridin und Essigsäureanhydrid ausgesetzt. Es zeigt ungefähr die gleiche dimensionale Beständigkeit wie « *Staywood* », behält dabei aber seine ursprünglichen mechanischen Eigenschaften, die eventuell sogar verbessert werden.

b) Schichtholz

Die Verwendung von aus kleinen Brettern zusammengesetzten Balken und Bauhölzern aller Art ist heute in den meisten Ländern bekannt, aber die amerikanische Industrie hat diese Technik so stark entwickelt, daß sie eine besondere Bemerkung verdient (9, 156, 239, 247). Besondere Aufmerksamkeit wurde in den letzten Jahren den metallischen

Verbindungsringen und neuen wasserunlöslichen synthetischen Klebstoffen geschenkt (71, 235). Die allgemeine Anwendung der elektrischen Hochfrequenztechnik erlaubt eine große Zeitersparnis bei der Verleimung mit Kunstharzen (161). Alle Dimensionen solchen Schichtholzes bis zu den größten zusammengesetzten Balken von bis zu 50 m Länge werden heute vielseitig verwendet: im Hoch- und Tiefbau (154), für militärische Zwecke aller Art (154), in Bergwerk- und Hafenbauten (94), in der Automobilindustrie (10), im Hausbau (z. B. auf Weichholz geschichtetes Hartholz für Fußböden) (165), im Möbelbau (178), in der Fabrikation von Sport-, Spielzeug- und Ausstellungsartikeln (72) usw. Die Vorteile dieser Technik sind die Eleganz, die architektonische Freiheit und Wirkung, die mechanische Festigkeit der Bauten sowie die wichtige Möglichkeit, Kleinholz oder sogar Zwergholz in ökonomischer Weise zu verwenden.

c) Imprägniertes Holz

Auch auf dem Gebiete der Holzimprägnierung wurde viel Neues geleistet, nicht nur zur Konservierung des Holzes, sondern um ihm sogar « metallische » Eigenschaften zu verleihen.

1. *Feuerfestes Holz.* Guter Feuerwiderstand wird heute erreicht durch Imprägnieren unter Druck (110, 118, 150) oder durch Oberflächenbehandlung mit speziell entwickelten Anstrichfarben (164, 244). Gewisse Ammoniumsalze, Bor- und Zinksalze, besonders aber chromiertes Zinkchlorid (195) geben gute Resultate (11, 119, 135).

2. *Porenabdichtung.* Verschiedene Verfahren von Druck- und Oberflächenbehandlung mit Harz- (220), Wachs- (192) und Metallpräparaten (12) wurden entwickelt, um Holz gegen Wasser (13, 166), Motorbrennstoff (100) und andere Flüssigkeiten abzudichten. Durch diese Eigenschaft wird ihm eine vielfache Verwendung in industriellen Bauten und Apparaturen sowie im Automobil- und Flugzeugbau eröffnet. Interessante Wege für Porenabdichtung wurden auch mit Vinyl- und anderen Kunstharzen gefunden, ganz besonders, um Anstrichfarben haltbarer zu machen (2, 14, 15, 78).

3. *Gewöhnliche Holzimprägnierung.* Widerstandsfähigkeit gegen Pilze und Käfer wird nach den bekannten klassischen Erfahren erreicht, die hier nicht weiter erwähnt werden sollen. Hingegen wurde die Bauart der Druckimprägnierapparate in letzter Zeit stark verbessert (127). Infolge Mangels an Steinkohlenteer wurden neue Prozesse ausgearbeitet, zum Beispiel mit Kupfersulfat (256), durch elektrolytische Holzverkupferung (16), durch Behandlung mit Metallsalzen der Naphtensäuren (70) und anderen Produkten organischer Natur (246). Brauchbare Imprägniermethoden ohne Anwendung von Druck (80) und gute Anstrichmethoden (17, 126) kamen ebenso auf. Auch osmotische Prozesse wurden

stark entwickelt (125, 254) sowie Methoden zum Schutz von waldfrischem Holz gegen Saftflecken während des Transportes und der Trocknung (245, 255). Die bei gewöhnlichem Druck in ganz einfachen und billigen Apparaten erfolgende Imprägnierung von Holz für landwirtschaftliche Bauten, Pfosten, Hecken u. a., durch eine Lösung von Pentachlorphenol (18, 81, 152) ist jetzt überall verbreitet und erspart den Bauern viel Zeit und Geld. Auch fertige Holzfaserprodukte, wie zum Beispiel Schachteln und Kisten für den Lebensmitteltransport, werden durch neue Eintauchverfahren (212) gegen Pilze geschützt. Holz läßt sich auch säurefest machen (19), was für chemische Industrien und Färbereien von Interesse ist. Endlich wurde eine Methode entwickelt, um durch Einspritzungen ins lebende Holz die Abscheidung von anormalen Mengen Harz zu verursachen, welches dann die natürliche Widerstandskraft des Holzes gegen Pilze erhöht (231).

4. *Kunstharzimprägnierung.* Die Verbesserung einzelner Holzeigenschaften durch Imprägnieren mit Kunstharz gibt erstaunliche Resultate (3, 184) und kann heute, je nach der gewünschten Dichte und Härte, auf verschiedene Weise erzielt werden. Imprägnierung, hauptsächlich von Furnieren und Kleinholz, mit löslichen Harzen der Phenol-Formaldehyd-Reihe, gibt « Impreg », ein hartes Produkt mit schöner Oberfläche und wenig Neigung zum Schwellen und Schwinden (20). Wenn diese Harze unter Druck und meistens bei erhöhter Temperatur abgeben werden, so erhält man « Compreg » (21), ein sehr schönes Produkt mit dauernd glänzender Oberfläche; sein spezifisches Gewicht kann 1,4 erreichen, und es ist gegen Feuer, Pilze, Käfer, Wasser, Chemikalien usw. sehr beständig. Dieser Stoff zeigt mehrere Eigenschaften der Leichtmetalle, hat aber jenen gegenüber den Vorteil, mit Holzbearbeitungsmaschinen verarbeitet werden zu können. Weite Anwendungsgebiete, besonders im Haus-, Flugzeug- (Propeller), Automobil-, Schiffs-, Maschinen-, Werkzeug- und Apparatebau, sind heute dem « Compreg » dauernd eröffnet (22, 23, 24, 103, 180, 229).

Unter ähnlichen Bedingungen mit Harnstoff-Formaldehydharzen behandeltes Holz ergibt « Uralloy » (25), welches Produkt ebenfalls hochwertige « metallische » Eigenschaften zeigt. Wenn die erwähnte Druckbehandlung auf mehrere übereinandergelegte und mit Kunstharzlösung imprägnierte Papierschichten angewendet wird, erhält man « Papreg » (26, 65, 147, 157, 248), dem infolge seiner mechanischen Eigenschaften und seiner hohen Widerstandskraft gegen alle gebräuchlichen Agenzien eine große Zukunft im Bauwesen und besonders für elektrische Isolierzwecke vorausgesagt werden kann. Schließlich lassen sich auch Lignin- und Holzabfälle aller Art mit Kunstharzen zu wertvollen Produkten plastifizieren, worauf im nächsten Kapitel eingetreten wird.

5. *Harnstoffimprägnierung*. Eine besondere Art von Kunstharz-
imprägnierung besteht in der Behandlung mit Harnstoff-Dimethylol-
harnstoff-Mischungen. Sie wird « Transmutation » genannt und ergibt
hartes Holz mit « metallischen » Eigenschaften (4, 144, 232, 258). Ohne
daß sein natürliches Aussehen (Farbe usw.) irgendwie verändert wird,
ist die Widerstandskraft des so behandelten Holzes gegen Feuer, Wasser,
Käfer, Pilze und verdünnte Chemikalien stark erhöht. Es ist möglich,
auf diese Weise ganz billige, fehlerhafte und deswegen bis heute wenig
verwendete Holzarten zu veredeln und infolge der vielversprechenden
Eigenschaften für den Werkzeug- und chemischen Apparatebau (27)
oder durch Auflegen einer dünnen Schicht « transmutierten » Holzes
auf eine billige Weichholzunterlage für Möbel, Stiegen und Fußböden
(28) zu verwenden.

Die Behandlung mit Harnstoff allein erlaubt es, Holz auch in größe-
ren Stücken mit Leichtigkeit und ohne Bruchverlust zu biegen und ihm
nach Wunsch eine dauerhafte Form zu geben (107, 129, 153, 217). Diese
chemische Holzbiegung leistet gute Dienste in der Käferei, Tischlerei
und Drechslerei, ganz besonders in der Fabrikation von Sesselarmen
und geschweiften Möbeln aller Art, Schlitten, Skis, kleinen Schiffen
(181) u. a. m. Endlich erlaubt das Auftragen einer Paste aus Harnstoff,
Stärke und Wasser auf die Schnittfläche waldfrischen Holzes, den
Trocknungsvorgang so zu regulieren, daß die Aufspaltung von Rundholz
oder Brettern vollständig verhindert wird (29).

d) Gewölbtes Schichtholz

Drei oder mehrere gleichgelegte, quer oder diagonal gekreuzte
Furnierschichten werden schon seit mehreren Jahren in großem Umfang
mit wasserunlöslichen, synthetischen Klebstoffen in luftfreien Gummi-
oder Cellophansäcken im Druckkessel behandelt, so daß das fertige
Material gewünschte Formen annimmt und dauernd behält (30, 31, 122,
185, 186). Flugzeugkörper und -flügel (99), kleine Motorboote (32),
leichte, tragbare Radiosendermasten usw. wurden während des Krieges
als Massenartikel auf diese Weise hergestellt. Die gleiche, auf Nach-
kriegsproduktion eingestellte Technik erlaubt jetzt die billige Herstel-
lung von modern geschweiften Möbeln (230), von Fässern (187, 221),
Bestandteilen für Innen- und Außenverkleidung im Hausbau (170),
Stühlen und Bänken (33), Motorwagenkörpern (34), Schlitten (35),
dichten Röhren (162) u. a.

e) « Sandwich »-Holz

Das ein- oder zweiseitige Aufpressen von harzimprägniertem Papier
(36, 88, 216), harzimprägniertem Furnier (37), eines dünnen Kunstharz-

filmes (257), eines imprägnierten Textilfasergewebes (90) oder einer Metallfolie (38, 240) auf eine mehr oder weniger dicke Platte billigen Holzes oder auf eine schwammartige leichte Masse von Zelluloseazetat (124, 169) oder sogar auf Glasfasern (85) als innere Füllmasse, erlaubt jetzt die Herstellung von Holz-« Butterbrot » sehr verschiedener Art. Besondere Klebstoffe wurden entwickelt, um Metall auf Holz zu leimen (188, 249). Die Eigenschaften dieser « Sandwich »-Produkte sind natürlich von der Wahl der Füllmasse und der Außenverkleidung abhängig. So gibt es zum Beispiel feuersichere, schall-, wärme- und elektrizitätsisolierende, säure- und alkalienfeste, wetterfeste und mechanisch äußerst widerstandsfähige « Sandwich »-Platten, welche gleichzeitig eine schöne und dauerhafte Oberfläche zeigen und in kurzer Zeit montiert werden können. Solche Platten werden nun in großem Maßstabe im Hausbau (39), Eisenbahnwagenbau (40) sowie für schall- und feuersichere Zwischenwände im Industrie-, Flugzeug- und Hotelbau (41) mit großem Erfolg verwendet.

f) Hilfsprozesse der Holzveredelung

Vielversprechende Verfahren, um Holz rasch und möglichst ohne Rißverluste künstlich zu trocknen, oder um die Abbindungszeit der Leime und Kunstharze abzukürzen, sind neuerdings entwickelt worden, wodurch die wirtschaftlichen Möglichkeiten der genannten Veredelungsprozesse stark verbessert werden. Von neueren Ergebnissen der Holz Trocknung an der Luft und im Ofen sei hier nicht die Frage. Hingegen soll die Möglichkeit der Trocknung mit gewöhnlichem Salz (42, 92), mit Harnstoff (43, 68, 69, 143), durch Lösungsmittel in Dampfform (z. B. die «Übernachtrocknung» von Eisenbahnschwellen) (44, 82, 131) oder durch infrarote Strahlen (91) beiläufig erwähnt werden. Die äußerst rasche Abbindung von Leim und Kunstharz durch Anwendung von Hochfrequenzstrom (237, 238, 252) ist heute in der Möbelfabrikation und Schichtholztechnik allgemein eingeführt. Endlich hat die industrielle Herstellung neuer Leime und Kunstharze speziell für die Holzindustrie in den letzten Jahren einen starken Aufschwung genommen (116).

II. Verlustlose Holzverwertung

Trotz des umfassenden Rahmens des Titels kann dieses Kapitel eher kurz gehalten werden, da im allgemeinen in Europa viel bessere Abfallwirtschaft betrieben wird als in Amerika. Dennoch sollen in diesem Zusammenhange einige neuere Vorschläge und wissenschaftliche Grundarbeiten angeführt werden. Zudem sei gesagt, daß es trotz der allgemeinen Neigung zur Verschwendung in beinahe allen Gebieten der Urproduktion Amerikas auch hervorragende Ausnahmen gibt. So leistet zum Beispiel die Weyerhaeuser Timber Company im amerikanischen

Westen in den letzten Jahren Großartiges (213). Dieses Unternehmen besitzt in seinen Waldungen Säge- und Hobelwerke, Furnier- und Schichtholz- sowie Sulfit- und Sulfatzellstoff-Fabriken. Jeder Teil eines gefällten Baumes wird, je nach Ausmaß und Qualität, in das am meisten Ausbeute versprechende Werk gesandt. Geringere Holzsortimente, Äste usw., werden in fliegenden Anlagen im Wald entrindet, zerhackt und in die Zellstoffmühle gebracht. Schwarten und andere Kleinholzabfälle der Bauholzbearbeitung werden in gleicher Weise ausgenutzt, während die Sägespäne in großen, kontinuierlich arbeitenden Maschinen brikettiert und für Brennzwecke verkauft werden. Die Rinde wird in einer besonderen Fabrik verarbeitet und in fünf wertvolle Nebenprodukte umgewandelt, welche in der Lebensmittelkonservierung, Sprengstoff- und Zündholzindustrie, Schädlingsbekämpfung, vor allem aber als Füllmaterial in plastischen Massen Verwendung finden. Es liegt auf der Hand, daß ein so großzügiger selektiver Nutzungsplan trotz seines hohen Entwicklungsgrades nicht direkt auf schweizerische Verhältnisse übertragbar ist. Dieses Beispiel soll hier nur beweisen, daß man auch in Amerika, entgegen einer verbreiteten Meinung, auf dem Gebiete der Forstabfallwirtschaft doch große Fortschritte gemacht hat.

a) Abwasserverarbeitung

Das Problem der Abwasserverwertung in der Zellstoff- und Papierindustrie durch Eindampfen und Rückgewinnung von Wärme und Nebenprodukten ist in Europa besser und vielseitiger gelöst als in Amerika. Erst seit dem letzten Krieg ist auf die dringende Wichtigkeit dieser Verwertung hingewiesen worden (153), und mehrere in dieser Hinsicht gemachte Vorschläge konnten bereits industriell verwirklicht werden.

1. *Magnesiumverfahren.* Wenn man in dem altbekannten Zellstoffprozeß das Kalziumbisulfit durch Magnesiumbisulfit ersetzt, wird das Verfahren nicht nur vereinfacht, sondern auch wirtschaftlich vorteilhafter, indem die Rückgewinnung von Energie und chemischen Produkten ganz bedeutend erleichtert wird (121, 241). Ein ähnliches Verfahren kann auch auf den Sulfat- und den Sodaprozeß angewendet werden (242).

2. *Sulfitablaugevergärung.* Auf die Vergärung der in der Sulfitablauge enthaltenen Holzzucker zu Äthylalkohol und dessen Überführung in Äthylen, Butadien (45), synthetischen Gummi oder andere kriegstechnisch wichtige Produkte soll hier nicht näher eingegangen werden, da diese Verfahren in Europa besser eingeführt sind als in Amerika. Die gleiche Bemerkung gilt für die technische Herstellung von Futtermelasse (111) und von stickstoff- und vitaminreicher Futterhefe (112). Die Möglichkeit der industriellen Vergärung der Holzzucker zu Milchsäure (148), Buttersäure (87), Azeton-Butylalkohol (251), Butylen-

glykol (141), methanreichen Heizgasen (250) oder gar zu penicillinartigen antibiotischen Substanzen (151) verdient hingegen besondere Erwähnung.

3. *Sulfit-, Sulfat- und Sodaterpentin.* Die technische Abscheidung von Tallöl aus Sulfatablauge und dessen heute weitverzweigte Verwendung sowie die Abscheidung von Cymol aus Sulfitablauge und dessen potentielle Anwendungsmöglichkeit für die Herstellung von synthetischem Kampfer und anderen wichtigen Terpenchemikalien sind in Europa gut bekannt und werden daher hier übergangen.

4. *Ligninverwertung.* Die Verwertung des freien oder als Sulfonsäuren vorkommenden Lignins der Abwässer der Zellstoffabriken ist quantitativ wohl eines der wichtigsten Probleme dieser Industrie, dessen befriedigende Lösung aber immer noch eingehendere Ergebnisse der theoretischen Ligninforschung abwarten muß. Freilich sind eine Menge Einzelschlüsse in der Literatur vorhanden (46, 74, 134), aber die praktische, d. h. einfache Verwendung der gewaltigen Mengen von Ligninabfällen scheidet immer noch an ungenügender Kenntnis der Struktur des Ligninmoleküls. Trotz ihrer Bedeutung kann hier nicht auf alle diese Vorschläge eingegangen werden. Nur einige heute technisch verwirklichte Verfahren seien besonders erwähnt. Die tonnenweise Herstellung von billigem Vanillin durch Behandlung von ligninsulfonsauren Salzen mit Natronlauge wird schon seit mehreren Jahren durchgeführt (123, 243). Durch Kamingase niedergeschlagenes Sodalignin wird mit gewöhnlichem Zellstoff zu einem ligninreichen Papier verarbeitet und mit wenig Kunstharz zu einer tiefschwarzen, schönen und äußerst starken plastischen Masse (« Arborite ») gepreßt (191, 242). « Meadol » ist ein anderes, für die Herstellung von Kunstmassen gebrauchtes Sodaligninderivat (190), während « Maratan » ein guter, aus Sulfitablauge hergestellter Gerbstoff ist (128). Rohe Sulfitablauge wird in großen Mengen zur Staubbinding auf Straßen verwendet.

Außer diesen in großem Umfange verwirklichten Prozessen gibt es noch viele andere, teilweise nur im Laboratorium ausgearbeitete Verfahren der Ligninverwertung, deren potentielle Bedeutung eine kurze Aufzählung verdient. So werden jetzt starke Anstrengungen gemacht, um die Ligninabfälle in wirtschaftlicher Weise zu verwenden, zum Beispiel für Kunstmassen verschiedener Art (64, 182), für katalytische Hydrierung zu wertvollen Cyclohexanderivaten (208), als Dünger in der Landwirtschaft (95), als billiges Reduktionsmittel in der Fabrikation von Anilin aus Nitrobenzol (179), als Hydrolysemittel in der Holzverzuckerung (205), zur Herstellung von wichtigen Aldehyden, Phenolen und neutralen Produkten (75) oder von Phenolen und anorganischen Produkten nach dem Goodell-Verfahren (149), von Ligninäthern und -estern (93), von interessanten Dispergierungsmitteln (209), ferner als Koagulierungsmittel in der technischen Reinigung von Zuckerlösungen (168),

zur Verbesserung der Eigenschaften des Gummis (136), zur Verbesserung von Mörtel und Zement (47) und endlich in der Gerberei (79).

b) Nutzung von Kleinholz und Durchforstungsmaterial

Die wirtschaftliche Nutzung von Ästen, geringeren Holzsortimenten, Zwerg- und Krummholz, die nicht für Bauzwecke, Papier oder Lösungszellulose verarbeitet werden können, ist ebenso wichtig wie jene des Lignins. Auch in dieser Hinsicht fehlt es nicht an bedeutungsvollen Vorschlägen.

1. *Verarbeitung auf Zellstoff.* In einzelnen Fällen könnte man wohl, wie es heute von mehreren amerikanischen Firmen gemacht wird, Abfallholz, Durchforstungsmaterial, Schwarten und andere Sägewerkabfälle in fliegenden Anlagen entrinden, zu Schnitzeln verhacken und in großen Körben per Seil oder Lastwagen in die Zellstoffmühle befördern (48), um sie dort nach chemischen oder halbchemischen Methoden auf Papier, Filz oder Isolierplatten zu verarbeiten (76, 130, 138).

2. *Kleinholzveredelung.* Wo die Transportverhältnisse eine solche Verwertung nicht erlauben, könnte die lokale Verarbeitung von Dünnholzsortimenten und Sägewerkabfällen in kleineren Industrien durch verschiedene auf Weichholz anwendbare Veredelungsmethoden in Frage kommen. So könnte die Verwendung von künstlich gehärtetem Kleinholz für die Herstellung von Spielzeugen, Sportartikeln, Haushaltsartikeln und Kleinmöbeln den Aufbau neuer Industrien, wie zum Beispiel Küfereien, Wagnereien, Drechslereien, Spezialmöbelfabriken usw. hervorrufen (105, 196). In dieser Hinsicht verdient die großartig arbeitende Lindermann-Maschine (49), welche beliebig große Holzplatten aus ganz kleinen Stücken automatisch zusammensetzt, verklebt, biegt und nach Länge, Breite und Dicke schneidet, besondere Erwähnung. Die Anwendung der schon genannten Trocknungstechnik durch Hochfrequenzstrom gestattet dabei die ganze Operationsperiode auf einige Minuten abzukürzen. Spezielle, auf gewisse Kleinholzsortimente angewandte Veredelungsmethoden würden sogar die Herstellung von chemikalienbeständigen Behältern, Bädern, Apparaten und Bestandteilen für die chemische Industrie erlauben (50, 83, 109).

3. *Holzverkohlung und Destillation.* Infolge des großen Bedarfes der Kriegsmetallurgie an Holzkohle hat deren Herstellung in gemauerten oder Backsteinöfen (ohne Gewinnung der flüchtigen Produkte) besonders in Kanada einen starken Aufschwung erfahren. Grundlegende Studien über die günstigste Konstruktionsart der Öfen, über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Holzkohle im Zusammenhang mit den Verkohlungsbedingungen (198) sowie über die Herstellung von Holzkohlen geeigneter Qualität für Metallurgie, Generatorenvergasung (200, 202) und andere Zwecke wurden ausgeführt.

Hingegen hat die klassische Holzdestillationsindustrie seit einigen Jahren immer mehr mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Mehrere Fabriken mußten eingestellt werden wegen der Konkurrenz von Seite des billigeren, synthetisch hergestellten Methylalkohols, des Azetons und der Essigsäure, währenddem in anderen Ländern, wie zum Beispiel in der Schweiz, totale Holzdestillation infolge Mangels an Kohle in bekannter Weise sogar auf die Herstellung von Leuchtgas ausgedehnt wurde. Es werden aber gegenwärtig große Anstrengungen gemacht, um die zum Tod verurteilte Destillationsindustrie durch Einführung verbesserter kontinuierlicher Verfahren neu aufleben zu lassen. Die kontrollierte Pyrolyse des Holzes mit stark verbesserter Wärmebilanz und besseren Ausbeuten (63, 160, 194) nach neuen, auf ähnlichen Prinzipien wie das in der Schweiz gut bekannte Strupp-Verfahren (51) gegründeten Prozessen, wird sich wahrscheinlich in Zukunft besser halten können, da gleichzeitig auch die Gewinnungs- und Trennungsmethoden der flüchtigen Produkte stark verbessert wurden (159, 171, 172, 193). In dieser Hinsicht ist auch der neue französische Lacotte-Prozeß wegen dessen hoher Ausbeute an Methylalkohol (300 Liter per Tonne Holz) erwähnenswert (89).

4. *Holzverzuckerung und Entlignierung.* Die klassischen Holzverzuckerungsverfahren nach Scholler und Bergius sind in Europa besser bekannt und auch weiter verbreitet als in Amerika. Infolge Mangels an Äthylalkohol für die Gummisynthese haben jedoch die Vereinigten Staaten gegen Ende des Krieges den Bau einer riesigen Verzuckerungsanlage unternommen (Springfield, Oregon), welche heute täglich 70 000 Liter reinen Äthylalkohol liefert (113). Dieses stark verbesserte amerikanische Scholler-Verfahren arbeitet sozusagen kontinuierlich (173), und seine kinetischen (207) und chemisch-wirtschaftlichen (98) Grundlagen sind gut durchgearbeitet worden. Gegenwärtig werden Anstrengungen gemacht, um die zur Hydrolyse nötige Salzsäure durch Phosphorsäure zu ersetzen (114). Statt zu gewöhnlichem Alkohol, kann die Holzzuckerlösung ebensogut zu 2,3-Butylenglykol (183) oder zu Aceton und Butylalkohol (203) vergärt oder auch zur Herstellung von Futtermelasse (111) oder Futterhefe (115) verwendet werden, während wichtige Nebenprodukte (120), wie zum Beispiel Lignin für plastische Massen (215), in großen Mengen anfallen. Während in Europa Holzverzuckerungsanlagen in kleinem Maßstabe lebensfähig sind (z. B. in Graubünden), können in Nordamerika aus verschiedenen wirtschaftlichen Gründen scheinbar nur riesengroße Werke die Konkurrenz von Alkohol anderer Herkunft aushalten.

Dem während des Krieges in den europäischen Nordstaaten aufgekommenen Verfahren zur Entlignierung von Holzabfällen mit billiger Abfallsalpetersäure zwecks Herstellung einer brauchbaren Futterzellular-

lose wurde, da kaum Mangel an Heu und anderem Trockenfutter bestand, in Amerika keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß dieses Verfahren, wenn billig genug, für die schweizerische Berglandwirtschaft mit Vorteil eingeführt werden könnte.

5. *Wasserdampfdestillation von Nadelstreue.* Der forstwirtschaftliche Vorteil (vermehrter Schutz des Waldes gegen Brand, Käfer und Pilzkrankheiten) der Nutzung auch des geringeren Durchforst- und Astmaterials durch Wasserdampfdestillation ist in Zentraleuropa zu gut eingeführt, um hier auf die Herstellung von ätherischen Ölen dieser Art näher einzugehen. Vor dem Kriege in Amerika wenig bekannt, konnte sich diese Industrie infolge plötzlichen Mangels an solchen Ölen gut entwickeln und, auf grundlegende theoretische Arbeiten gestützt (201), bis jetzt auch halten. So erhaltene pinenreiche Öle werden gegenwärtig in großem Maßstabe zur Synthese von Kamphen gebraucht, woraus nicht nur synthetischer Kampfer, sondern auch ein wichtiges, als hervorragendes Insektenvertilgungsmittel gebrauchtes Chlorderivat hergestellt wird.

6. *Alkalische Pyrolyse.* Schon lange suchte man den natürlichen, Millionen von Jahren erheischenden Verkohlungsprozeß des Pflanzenmaterials durch Anwendung von hohen Temperaturen, Druck und Katalysatoren abzukürzen und auf diese Weise flüssige Kohlenwasserstoffe (Brennstoffe) und andere wichtige Produkte zu erhalten. Bekannt sind die älteren diesbezüglichen Arbeiten von Berl, Bergius, Hägglund, Wallin und Oden. Der Mangel an Motorbrennstoffen hat dieses Problem während des Krieges neuerdings in den Vordergrund gebracht. Eine große Zahl von Autoren bearbeiteten dieses Feld (67, 199), worauf aber hier nicht näher eingegangen werden kann.

7. *Katalytische Hydrierung.* Eine eigenartige Methode katalytischer Hydrierung von Holz und Holzabfällen wurde kürzlich ausgearbeitet (218). Die technische Einführung dieses Prozesses würde wirklich eine restlose Verwertung der Holzernte erlauben, indem die gleichzeitige Herstellung von Zellulose (für Papier, Kunstseide usw.) und Überführung des Lignins und anderer nicht zelluloseartiger Holzbestandteile zu wichtigen Alkoholen, Ölen und Harzen durchgeführt werden kann.

c) *Nutzung von Sägespänen*

Auf ältere Vorschläge, besonders solche mechanischer Natur, für wirtschaftliche Verwendung von Sägespänen (117) soll hier nicht eingetreten werden. Dasselbe gilt auch für die in besonderen Mühlen erfolgende Fabrikation von feinem Holzmehl, dessen zahlreiche Verwendungszwecke es heute zu einem sehr gesuchten Artikel machen. So kann zum Beispiel Holzmehl heute durch die Einwirkung von Wasser und

Bakterien sogar zu synthetischem, äußerst dichtem, widerstandsfähigem und billigem Holz verarbeitet werden (52). Neu ist auch das kontinuierliche « Pres-to-Log »-Brikettierverfahren (139). Wichtig sind ferner einige mehr chemische Verwendungsmethoden. Praktische Vorschläge erlauben zum Beispiel die Verwertung von Sägespänen für die Herstellung folgender Produkte: Kunstholz, Kunststein und Kunstzement (104, 146, 177); Bauplatten aller Art, von verschiedener Form, mit gutem Isoliervermögen und von hervorragender Stärke (sie werden meist durch Pressen unter Zugabe von Kunstharz angefertigt) (53, 54, 55); plastische Massen mit guten Eigenschaften aus ligninreichem, durch schwefelsaure Hydrolyse erhaltenem « Hydroxylin » (140, 174, 219); Sulfitzellstoff und Papier aus einem Gemisch von Sägespänen und Holzschnitzeln (137); brauchbarer Zellstoff durch Zerkochen von Sägespänen allein mit Essigsäure (108); Holzkohle durch kontinuierliche Verkohlung von Sägespänen (96); gute Schwefelfarbstoffe (56); Oxalsäure, Ameisensäure und Essigsäure, gewonnen nach einem interessanten kontinuierlichen Schmelzverfahren (175), oder nach einem neuen Druckverfahren (206), oder durch Oxydieren mit Salpetersäure (77); Lävulinsäure aus Föhrensägespänen (211); endlich Galaktose und Schleimsäure aus Lärchensägespänen (1).

Sägeabfälle von harzreichen Arten könnten wohl auch für die Extraktion von verschiedenen Terpenchemikalien (176) oder Harzderivaten, zum Beispiel Abietinsäure (102), in Betracht kommen. Terpentin läßt sich heute nach einem neuen, kontinuierlichen Verfahren abdestillieren (57), und die Harzraffinierung erfolgt durch Anwendung von Lösungsmitteln (133). Interessante Vorschläge wurden gemacht für die Überführung von pinenreichem Terpentin in Maleinsäureanhydrid (84), Isopren und synthetischen Gummi (234), synthetischen Kampfer (210), erstklassige Insektenvertilgungsmittel (66) und Antiklopfmittel für Motorbrennstoff (58). In diesem Zusammenhang möge noch angefügt werden, daß neu entwickelte chemische Stimuliermethoden den Harzfluß quantitativ und qualitativ günstig beeinflussen (73, 163, 222).

d) Nutzung von Rindenabfällen

Durchschnittlich 13 % des Holzes bestehen aus Rinde, deren Nutzung infolgedessen ein wirtschaftlich wichtiges Problem der Holzindustrie bildet. Die praktische Rindenverwertung hängt von den Kenntnissen über die chemische Zusammensetzung der Rinde ab, welche in letzter Zeit große Fortschritte gemacht haben (142, 214). Unter den neueren Methoden der Rindenverwertung (167) ist vor allem das schon oben genannte Verfahren der Weyerhaeuser Timber Company (59) zu nennen, nach welchem die Rinde hauptsächlich in brauchbare Füllstoffe für die Herstellung plastischer Massen übergeführt wird (155). Die all-

bekannte Anwendung der Fichten- und Eichenrinde zu Gerbzwecken hat während des Krieges einen neuen Impuls erfahren. Hervorragende Arbeiten über die Ernte und Behandlung von Gerbrinde wurden auch in der Schweiz ausgeführt, während sich amerikanische Untersuchungen mehr auf die Herstellung von Gerbextrakten beziehen (189, 236). Die Verwendung von Rinde zur Herstellung von Bauplatten (60), zur Fabrikation von Korkersatz (101), einer brauchbaren Textilfaser (204) oder eines Insektenvertilgungsmittels (145) ist ebenfalls möglich.

e) Andere Nebenprodukte

Vieles könnte gesagt werden über die mögliche Verwendung gewisser Blätter, Rinden, Hölzer, Wurzeln oder Knospen zur Extraktion von Harzen, Wachsen, Fetten, Glykosiden, Alkaloiden, Vitaminen usw. sowie über die Umwandlung, Konservierung oder gar künstlerische Behandlung von Blättern, Zweigen, Früchten, Zapfen, Fasern usw. zu Ausstellungs- oder Dekorationszwecken. Familien- oder Genossenschaftsarbeit könnte in dieser Richtung viel Schönes leisten und auf diese Weise ganz interessante Einnahmequellen schaffen. Auf all das kann wegen des beschränkten Raumes nicht eingegangen werden.

III. Folgerungen

Aus obenstehenden Ausführungen geht trotz ihrer Unvollständigkeit und Knappheit hervor, daß die Chemie in der künftigen Holzwirtschaft eine wichtige Rolle spielen wird. Durch die Anforderungen des Krieges wurde dem Holz ein unerwartet großes und vielseitiges Verwendungsgebiet erschlossen. Mehrere industrielle Produkte und andere wichtige Materialien können jetzt aus Holz abgeleitet werden. Der Wald rückt damit ganz in den Vordergrund des wirtschaftlichen Lebens und Existenzwillens eines Volkes. Während man ihn aber jahrhundertlang nur mit Axt und Säge nutzte, kommt in Zukunft mehr und mehr die Retorte des Chemikers dazu.

Es liegt auf der Hand, daß manche der erwähnten amerikanischen Großverfahren für Schweizer Verhältnisse gar nicht in Frage kommen, oder zum mindesten vorerst an diese angepaßt werden müssen. Jeder praktische Vorschlag muß eben den beschränkten Holzartenreichtum der Schweiz berücksichtigen, bei dem nur vier Arten über 90 % des ganzen Waldbestandes ausmachen. Chemische Veredelung der Weichhölzer zu dichteren und widerstandsfähigeren Holzprodukten wäre also vom wirtschaftlichen Standpunkt aus geboten. Ein weiteres Problem stellt sich bei der Verwendung der geringwertigeren Sortimente und Holzarten, die bei der Durchforstung anfallen. Der Überschuß an solchen Produkten sollte chemisch verarbeitet oder veredelt werden. Wegen der hohen

Transportkosten sollten diese Umwandlungen im Walde oder in dessen Nähe geschehen, und alle industriellen Unternehmen solcher Art müssen an die kleinflächigen Waldungen angepaßt werden. Solche und andere lebenswichtige Fragen können aber nur durch grundlegende Forschungsarbeit und industrielle Kleinversuche beantwortet werden.

Résumé

Le bois devient une des matières premières les plus importantes de la chimie moderne. On en tire des engrais, des explosifs, du sucre, de l'alcool, des produits fourragers, etc. La technique de l'*amélioration* du bois, matériau de construction, progresse avec une rapidité analogue. Par des procédés qui ont largement dépassé le stade expérimental, le bois subit des transmutations importantes, qui, souvent par adjonction et pénétration de matières étrangères, aboutissent à la constitution d'un matériau quasi nouveau, caractérisé par une résistance mécanique élevée, l'incombustibilité, de hautes qualités isolantes, la résistance aux agents chimiques, etc. Parallèlement, on vise à l'*utilisation intégrale* des produits forestiers; la marge des déchets, naguère encore énorme, va s'amenuisant.

La dernière guerre a singulièrement favorisé et hâté cette double évolution dans l'utilisation du bois. L'Amérique et l'Europe, placées en face de problèmes divers, ont suivi des voies nécessairement différentes. Dans cet article, le professeur *J. Risi*, de l'Université de Laval, énumère succinctement les principales trouvailles américaines, dans l'un et l'autre domaine. Le texte est volontairement court et condensé. Le lecteur averti pourra se reporter à l'index bibliographique pour trouver des renseignements plus précis sur le sujet qui l'intéresse.

I. L'amélioration du bois

En conservant la structure générale du bois, on peut en modifier profondément les qualités, mécaniquement et chimiquement. Exemples:

- a) Suppression, du moins partielle, du retrait et du gonflement du bois (« staybwood », immergé dans un bain métallique à 300° C.; « staypak », bois densifié; stabilisation par imprégnation).
- b) Lamellation, c'est-à-dire reconstitution du bois mis en feuillets par superposition et collage. Ces bois lamellés peuvent être également imprégnés et densifiés par compression. L'emploi des résines synthétiques joue un grand rôle.
- c) Imprégnation, non seulement en vue de la conservation du bois, mais pour obtenir l'incombustibilité et des qualités quasi métalliques.
- d) Moulage en forme de contre-plaqués.
- e) Fabrication de bois-sandwich, où les feuilles de bois, de textiles, de métal, etc. sont collées sous pression sur une planche de bois bon marché, de cellulose ou de fibres de verre.

II. Emploi intégral des produits forestiers

En général, les entreprises européennes tirent un parti meilleur et plus complet des déchets. Cependant, depuis la dernière guerre, les Américains s'ingénient à supprimer le gaspillage. L'auteur en donne différents exemples concernant *a)* la récupération et la transformation des matières contenues dans les eaux résiduaires de la papeterie, *b)* l'utilisation du bois de branches, des petits produits d'éclaircie et des bois tors, *c), d), e)* l'emploi de la sciure, des écorces et des produits accessoires.

III. Conclusions

Dans l'arsenal de l'industrie du bois, la cornue est venue s'ajouter à la scie et à la hache. Aussi l'importance économique de la forêt ne cesse-t-elle de croître.

Beaucoup des procédés énumérés n'entrent pas en ligne de compte pour la Suisse, ou devraient pour le moins être adaptés à nos conditions. La pauvreté relative de notre flore forestière — 4 essences constituent 90 % du matériel sur pied total! — limite les possibilités. Comme les bois très lourds et très légers nous manquent, divers procédés d'« amélioration » peuvent présenter un réel intérêt. Un autre problème intéressant est celui de l'utilisation des petits produits d'éclaircie, dont le surplus devrait être transformé chimiquement ou amélioré. Mais le coût élevé des transports nécessite que ces transformations se fassent sur place ou à proximité du lieu d'exploitation. D'autre part, les entreprises industrielles devraient correspondre à nos conditions de petite propriété forestière. Ces problèmes demandent à être étudiés à fond, sur la base de petits essais préalables.

Ad.: *E. Badoux.*

Literaturverzeichnis

1. *Acree, S. F.* U. S. Patents 1 816 135 und 1 816 137; 28. Juli 1931. — 2. *Anderson, A. B.* Western Pine Association, Res. Lab. Note 21. 1945. — 3. *Anderson, B. E.* Wood (Chicago), 2 (9): 26-28, 50. 1947. — 4. *Anderson, B. E.* Canada Lumberman, 67 (17): 118-121, 198, 201-204. 1947. — *Anonyme Arbeiten:* 5. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1621. 1946. — 6. Journal of Forestry, 43: 143-144. 1945. — 7. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1580. 1944. — 8. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1593. 1945. — 9. Modern Plastics, 24 (7): 105-108. 1947. — 10. Southern Lumberman, 175 (2201): 205-207. 1947. — 11. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1118, 1119 und 1180. — 12. U. S. Forest Products Laboratory, Techn. Note No. 228. 1940. — 13. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1495. 1945. — 14. Bakelite Review, 19 (4): 26. 1948. — 15. Paper Industry, 28 (3): 444. 1946. — 16. Electrical World, 119: 2117-2119. 1943. — 17. Canada Lumberman, 66 (21): 75. 1946. — 18. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1445 und 1468. 1945-6. — 19. Southern Lumberman, 171 (2153): 306. 1945. — 20. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1380. 1943. — 21. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1381. 1944. — 22. Wood, 12 (1): 10-12. 1947. — 23. Bakelite Review, 19 (4): 3-5. 1948. — 24. Wood Products, 52 (10): 38, 40, 42. 1947. — 25. U. S. Forest Products Laboratory, Report No. 1277 (1943); No. 1632 und 1676 (1946). — 26. British Plastics, 20 (224): 38-40. 1948. — 27. Chemical & Metallurgical Engineering, 51 (5): 132. 1944. — 28. Canada Lumberman, 65 (12):

26. 1945. — 29. Southern Lumberman, 15. Aug. 1942: 46. — 30. Canadian Woodworker, 47 (12): 23-25. 1947. — 31. Plastics Catalogue 1946: 1152-1160. — 32. Modern Plastics, 22 (12): 95-102. 1945. — 33. Timberman, 49 (3): 90, 96, 98. 1948. — 34. Bakelite Review, 16 (4): 14. 1945. — 35. Wood Products, 51 (4): 38, 40. 1946. — 36. Pacific Plastics, 4 (9): 23-24. 1946. — 37. Modern Plastics 25 (4): 110-111. 1947. — 38. Veneers & Plywood, 40 (1): 29. 1946. — 39. Southern Lumberman, 176 (2202): 51-52, 54. 1948. — 40. Wood, 10: 24. 1945. — 41. Plastics, Febr. 1948: 15. — 42. Australian Timber Journal, 9: 15. 1943. — 43. Chemical Age, 49: 153-156. 14. Aug. 1943. — 44. Chemical Industries, 60 (2): 231. 1947. — 45. Chemical & Engineering News, 21 (3): 1092. 1943. — 46. Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 19. 1948. — 47. Canada Lumberman, 65 (18): 48. 1945. — 48. Southern Lumberman, 174 (2189): 80. 1947. — 49. Timber of Canada, 7 (10): 23. 1947. — 50. Southern Lumberman, 171 (2153): 306. 1945. — 51. Northeastern Wood Utiliz. Council, Wood Notes No. 2. 1947. — 52. Plastics, Febr. 1948: 22. — 53. Australian Timber Journal, 12 (10): 577. 1946. — 54. British Plastics, 18 (201): 82-84. 1946. — 55. British Plastics, 19 (223): 539-541. 1947. — 56. Chemical & Engineering News, 21: 165. 10. Febr. 1943. — 57. Southern Lumberman, 173 (2177). 1946. — 58. Chemical & Engineering News, 23 (18): 1657. 1945. — 59. Timberman, 48 (9): 86-88, 90, 92. 1947. — 60. British Columbia Lumberman, 32 (2): 91. 1948. — 61. « Improved Wood ». Forest Products Laboratories, Ottawa. 1946. — 62. Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 18. 1947. — 63. *Aries, R. S.* Timber of Canada, 8 (1): 75, 148, 150, 153-154, 157-158. 1947. — 64. *Bailey, A. J* und *Ward, O. W.* Industrial and Engineering Chemistry, 37: 1199-1202. 1945. — 65. *Bauer, E. S.* Paper Trade Journal, 125 (3): 50-52. 1947. — 66. *Belikova, A. P.* Farmakol. & Toksikol., 8 (1): 53. 1945. — 67. *Bergström, H. O. V.* und Mitarbeiter. Schwed. Patent 105 339; 1. Sept. 1942. 114 193; 12. Juni 1945. 114 461; 10. Juli 1945. 115 120; 9. Oktober 1945. — 68. *Berliner, J. F. T.* U. S. Patent 2 346 286; 11. April 1944. — 69. *Berliner, J. F. T.* Mechanical Engineering, März 1942: 181-186. — 70. *Berry, A. G. V.* und *Cater, J. C.* Empire Forestry Journ., 20: 179-180. 1941. — 71. *Biddle, A.* Paper Trade Journal, 122 (TAPPI-Sect.): 252-258. 1946. — 72. *Both, F. L.* Veneers & Plywood, 40 (1): 16, 18-19. 1946. — 73. *Bourke, N.* und *Dorman, K. W.* Florida Engin. & Ind. Exp. Stat., Bull. No. 10. 1946. — 74. *Brauns, F. E.* TAPPI-Bulletin No. 64. 1946. — 75. *Brauns, F. E.* und *Pearl, I. A.* U. S. Patent 2 417 346; 11. März 1947. — 76. *Bray, M. W.* und *Martin, J. S.* Paper Trade Journal, 125 (16): 40-46. 1947. — 77. *Brooks, M. J.* U. S. Patent 2 322 915. 29. Juni 1943. — 78. *Browne, F. L.* U. S. Dept. of Agriculture, Miscell. Publicat. No. 629. 1947. — 79. *Buchanan, M. A.* und *Lollar, R. M.* Paper Trade Journal, 124: 88. 20. Febr. 1947. — 80. *Buckman, S. J.* Southern Lumberman, 171 (2146): 35-42. 1945. — 81. *Buckman, S. J.* und Mitarbeiter. Southern Lumberman, 167 (2105): 156-158. 1943. — 82. *Burpee, C. M.* Timber of Canada, 7 (3): 61-64, 70. 1946. — 83. *Chaney, S. E.* American Brewer, 79 (2): 38, 61. 1946. — 84. *Clark, C. K.* und *Hawkins, J. E.* Industr. & Engineer. Chem., 33: 1174-1181. 1941. — 85. *Collins, H. W.* U. S. Patent, 2 428 325; 30. Sept. 1947. — 86. *Compton, W.* Timber of Canada, 4 (1): 109-113. 1943. — 87. *Daniels, H. S.* und *McCarthy, J. L.* Paper Trade Journ., 126 (5): 43-46. 1948. — 88. *Darling, B. W.* Modern Plastics, 24 (2): 97-100. 1946. — 89. *Delauney, R.* Chimie et Industrie, 58: 335 bis 340. 1947. — 90. *Delmonte, J.* British Plastics, 17: 341-344. 1947. — 91. *Déri-béré, M.* Revue Internat. du Bois, 9 (94): 121-126. 1942; 13 (104): 27-30 und 123 (106): 82-88. 1946. — 92. *Desch, H. E.* Timber News, 54 (2081): 92-94. 1946. — 93. *Dorland, R. M.* und *Boehm, R. M.* U. S. Patente 2 379 889-90; 10. Juli 1945. — 94. *Dosker, C. D.* Conference Report, Syracuse, N. Y. 1944. — 95. *Dunn, S.* und *Seiberlich, J.* Mechanical Engineer., 69: 197-198, 212. 1947. — 96. *Ervin, H. O.* Wood (Chicago), 2 (2): 26-27 und 2 (4): 17, 38-39. 1947. — 97. *Farber, E.* Wood (Chicago), 1: 30-31, 39. Dez. 1946. — 98. *Farber, E.* Chemurgic Digest, 4: 105, 107

- bis 109. 1945. — 99. *Fink, F. W.* Timber of Canada, 4 (1): 70-72, 1943. — 100. *Finlay, T. M.* U. S. Patent 2 410 645; 5. Nov. 1946. — 101. *Friedman, L.* und Mitarbeiter. Timberman, 44 (4): 14-16, 54-55. 1942. — 102. *Ghatak, N.* und *Mitra, S. P.* Journ. Sc. & Ind. Res., India, 4 (10): 653. 1946. — 103. *Goodale, R. P.* Modern Plastics, 25 (6): 102-105. 1948. — 104. *Goodwin, H.* Engl. Patent 557 987; 14. Dez. 1943. — 105. *Guernsey, F. W.* British Columbia Lumberman, 30 (11): 49-51, 58. 1946. — 106. *Hall, J. A.* British Columbia Lumberman, 29 (2): 88-89. 1945. — 107. *Hamill, R. E.* U. S. Patent 2 414 808; 28. Jan. 1947. — 108. *Haney, C. I.* und Mitarbeiter. U. S. Patent 2 389 195; 20. Nov. 1945. — 109. *Hardy, E.* Textile Record, 60 (711): 35, 37. 1942. — 110. *Harkom, J. F.* Timber of Canada, 7 (3): 50, 55. 1946. — 111. *Harris, E. E.* Southern Lumberman, 175 (2201): 157-161. 1947. — 112. *Harris, E. E.* Paper Trade Journal, 125 (22): 34-37. 1947. — 113. *Harris, E. E.* und *Beglinger, E.* Industr. & Engineer. Chem., 38 (9): 890-895. 1946. — 114. *Harris, E. E.* und *Lang, B. G.* Journ. Phys. & Colloid Chem., 51: 1430—1441. 1947. — 115. *Harris, E. E.* und Mitarbeiter. Paper Ind. & Paper World, 29: 879-881. 1947. — 116. *Harris, G. P.* Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 18: 25-37. 1947. — 117. *Harris, P.* Forestry Abstracts, 4: 74-76. 1942. — 118. *Hartman, F. A.* Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 18: 39-48. 1947. — 119. *Hartman, J. A.* Plastics, 3 (3): 58. 1945. — 120. *Hasche, R. L.* Industr. & Engineer. Chem., 37: 52. 1945. — 121. *Hatch, R. S.* Pulp & Paper Magazine of Canada, 48 (13): 85-87. 1947. — 122. *Heebink, B. G.* Southern Lumberman, 172 (2156): 63-64. 1946. — 123. *Hibbert, H.* und *Tomlinson, G. H.* U. S. Patent 2 069 185; 26. Jan. 1937. — 124. *Hoffer, R. A.* Plastics & Resins, 5 (4): 9-11, 36. 1946. — 125. *Hofmann, E.* Canad. Patent 416 657; 30. Nov. 1943. — 126. *Hopkins, C. Y.* und *Coldwell, B. B.* Canad. Chem. & Process Ind., 28: 849-851. 1944. — 127. *Hopkins, R. B.* Southern Power & Industry, 65 (1): 68-70. 1947. — 128. *Howard, G. C.* Industr. & Engineer. Chem., 26: 614. 1934. — 129. *Howes, D. E.* Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 18: 81-96. 1947. — 130. *Hrubesky, C. E.* Pulp & Paper Magazine of Canada, 49 (2): 61-63. 1948. — 131. *Hudson, M. S.* Northeastern Wood Utilization Council, Bulletin No. 18: 67-80. 1947. — 132. *Huffman, R.* National Farm Chemurgic Council, Chem. Paper No. 392. 1945. — 133. *Humphrey, I. W.* Industr. & Engineer. Chem., 35: 1062-1067. 1943. — 134. *Jahn, E. C.* Amer. Chemical Soc., News Edition, 18 (22): 993-996. 1940. — 135. *Jordan, L. A.* Nature, 160: 216-217. 1947. — 136. *Keilen, J. J.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 39 (4): 480-483. 1947. — 137. *Keller, E. L.* und *McGovern, J. N.* Pulp & Paper Magazine of Canada, 48 (7): 72-75. 1947. — 138. *Kincaid, D. H.* Paper Mill News, 21 (69): 52, 54. 1946. — 139. *Klein, L.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 36: 252-256. 1944. — 140. *Kressmann, F. W.* U. S. Patent 2 413 326; 31. Dez. 1946. — 141. *Kurth, E. F.* Chemurgic Digest, 31. Dez. 1947. — 142. *Kurth, E. F.* Chemical Review, 40: 33-49. 1947. — 143. *Kvalnes, H. I.* U. S. Patent 2 402 331; 18. Juni 1946. — 144. *Kvalnes, H. M.* U. S. Patent 2 398 649; 16. April 1946. — 145. *LaForge, F. B.* und Mitarbeiter. Journ. Amer. Chem. Society, 64: 187. 1942. — 146. *Lansell, C. V.* Australian C.S.I.R., News Letters No. 139 und 146. 1946. — 147. *Larsen, L. V.* Paper Trade Journal, 120 (5): 34-36. 1945. — 148. *Leonard, R. H.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 40 (1): 57-67. 1948. — 149. *Lewis, H. F.* Paper Trade Journ., 120 (20): 45-48. 1945. — *Linthicum, J. F.* und Mitarbeiter. Proceed. Amer. Wood Preservers' Assoc., 40: 366-396. 1944. — 151. *Lochhead, A. G.* und *Chase, F. E.* Canad. Journ. of Research, 23F: 161-167. 1945. — 152. *Lorenz, R. W.* Journ. of Forestry, 44: 520-522. 1946. — 153. *Loughborough, W. K.* U. S. Patent 2 343 016; 26. Febr. 1944. — 154. *Marckwardt, L. J.* Proceed. Amer. Soc. Testing Materials, 43: 435 bis 492. 1943. — 155. *Marple, E.* Plastics (Chicago), 7 (2): 44, 65-67. 1947. — 156. *Marschner, C. F.* Pacific Plastics Magazine, 4 (2): 34-35, 47. 1946; und 4 (4): 38, 40, 42-43. 1946. — 157. *Marschner, C. F.* Pacific Plastics, Febr. und März 1946. —

158. *McCarthy, J. L.* TAPPI-Bulletin No. 72. 1946. — 159. *Melamid, M.* U. S. Patent 2 429 272; 21. Okt. 1947. — 160. *Merritt, R. W.* und *White, A. A.* Industr. & Engineer. Chem., 35: 297-301. 1943. — 161. *Miller, D. G.* Timber of Canada, 7 (8): 57-61. 1947. — 162. *Miller, J. A.* U. S. Patent 2 351 692; 20. Juni 1944. — 163. *Mims, L. W.* und *Schopmeyer, M. C.* Industr. & Engineer. Chem., 39 (11): 1504-1506. 1947. — 164. *Moon, C. F.* U. S. Patent 2 407 615; 10. Sept. 1946. — 165. *Moon, C. L.* Canadian Woodworker, 47 (3): 18-19, 42-46. 1947. — 166. *Moore, G. E.* und *Harkom, J. F.* Forest Products Laboratories, Ottawa. 1941. — 167. *Morrow, M. G.* Science News Letter, 51: 42-43. 18. Jan. 1947. — 168. *Nelson, W. D.* U. S. Patent 2 415 439; 11. Febr. 1947. — 169. *Norris, C. B.* U. S. Nat. Advisory Comm. of Aeronaut., Techn. Note 1251. 1947. — 170. *Norton, A. J.* Modern Plastics, 24 (3): 89-94. 1946. — 171. *Othmer, D. F.* U. S. Patent 2 290 483; 21. Juli 1942. — 172. *Othmer, D. F.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 35: 288-296, 302-305. 1943. — 173. *Othmer, D. F.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 34: 314-322. 1942; und 37: 442-445. 1945. — 174. *Othmer, D. F.* und Mitarbeiter. Modern Plastics, 20 (2): 91-97, 122, 124. 1942; und Industr. & Engineer. Chem., 37: 1218-1222. 1945. — 175. *Othmer, D. F.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 34: 262-279. 1942. — 176. *Palmer, R. C.* Industr. & Engineer. Chem., 34: 1028-1034. 1942; 35: 1023-1025. 1943; und U. S. Patent 2 424 628; 29. Juli 1947. — 177. *Parker, T. W.* und *Cowper, A. D.* Engl. Patent 560 801; 20. April 1944. — 178. *Pascoe, C.* Plastics, 3 (3): 52. 1945. — 179. *Pearl, I. A.* und *Lewis, H. F.* Industr. & Engineer. Chem., 36: 664-669. 1944. — 180. *Pearson, F. Z.* Prefabricated Homes, 4 (5): 12-13. 1945. — 181. *Peck, E. C.* Wood Products, 52 (1): 18-20. 1947. — 182. *Penn, W. S.* Synthetics & Byproducts, 8: 195 bis 200. 1946. — 183. *Pertman, D.* Industr. & Engineer. Chem., 36: 803. 1944. — 184. *Perry, T. D.* Northeastern Wood Utiliz. Council, Bulletin No. 18: 17-24. 1947. 185. *Perry, T. D.* Wood Products, 52 (11): 39-40, 44, 47-48, 50. 1947. — 186. *Perry, T. D.* Canadian Woodworker, 47 (12): 26-27, 42-44. 1947. — 187. *Perry, T. D.* Canadian Woodworker, 48 (1): 20-21, 38-41. 1948. — 188. *Perry, T. D.* Plastics, Juli 1947: 21-22, 24. 68. — 189. *Pittam, W.* Pacific Pulp & Paper Industry, 18 (12): 35-36, 38, 40. 1944. — 190. *Plunguian, M.* Industr. & Engineer. Chem., 32: 1399. 1940. — 191. *Powter, N. B.* British Plastics, 19 (215): 140-144. 1947. — 192. *Proulx, J.* U. S. Patent 2 312 978; 2. März 1943. — 193. *Reiter, A. A.* und *Beman, F. L.* U. S. Patent 2 416 270; 18. Febr. 1947. — 194. *Rieck, H. G.* und Mitarbeiter. Chemurgic Digest, 5: 273-279. 31. Aug. 1946. — 195. *Riemann, E. H.* Greenkeeper's Rep., 13 (5): 12. 1945. — 196. *Rishell, C. A.* Canada Lumberman, 68 (3): 59-62, 127-128. 1948. — 197. *Risi, J.* Pulp & Paper Magazine of Canada, 46 (8): 611-618. 1945. — 198. *Risi, J.* Ministère des Terres et Forêts, Québec, Bulletin No. 3 (1942) und No. 8 (1945). — 199. *Risi, J.* Canad. Patent 403 581; 24. März 1942. — 200. *Risi, J.* und *Brûlé, M.* Ministère des Terres et Forêts, Québec, Bulletin No. 6. 1945. — 201. *Risi, J.* und *Brûlé, M.* Ministère des Terres et Forêts, Québec, Bulletin No. 9. 1945. — 202. *Risi, J.* und *Deschênes, M.* Ministère des Terres et Forêts, Québec, Bulletin No. 7. 1945. — 203. *Ritter, G. J.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem. 39 (11): 1443-1445. 1947. — 204. *Robert, A. C.* Textile Age. 8 (12): 78, 80-81. 1944. — 205. *Roschier, H.* Svensk Papperstidn., 46: 465-471. 1943. — 206. *Russell, J. K.* Pulp & Paper Magazine of Canada, 47 (3): 277-279. 1946. — 207. *Saeman, J. F.* Industr. & Engineer. Chem., 37: 43. 1945. — 208. *Saeman, J. F.* und *Harris, E. E.* Journ. Amer. Chem. Soc., 68: 2507-2509. 1946. — 209. *Salvesen, J. R.* und *Browning, W. C.* Chem. Industries, 61 (2): 232-234. 1947. — 210. *Sameth, S.* American Forests, 49: 474 bis 475, 510, 512. 1943. — 211. *Scheuing, G.* und *Konz, W.* U. S. Patent 2 305 738; 22. Dez. 1942. — 212. *Scheffer, T. C.* und *Duncan, C. G.* Industr. & Engineer. Chem., 38: 619-621. 1946. — 213. *Schrader, O. H.* Mechanical Engineering, 69: 999-1004. 1947. — 214. *Segall, G. H.* und *Purves, C. B.* Pulp & Paper Mag. Can., 47 (3): 149 bis 162. 1946. — 215. *Seiberlich, J.* Plastics & Resins, 4 (1): 14-16, 36. 1945. — 216.

Seidl, R. J. British Columbia Lumberman, 31 (11): 94-96, 100, 102. 1947. — 217. *Sekhar, A. C.* Timber Trade Journ., 179 (3668): 1148-1149. 1946. — 218. *Sherrard, E. C* und *Harris, E. E.* U. S. Patent 2 328 749; 7. Sept. 1943. — 219. *Sherrard, E. C.* und Mitarbeiter. British Plastics, 17: 272-276. 1945. — 220. *Smith, D. N.* Wood, 11 (11): 321-322. 1946. — 221. *Smith, P. I.* Wood, 7 (10): 170-171. 1945. — 222. *Snow, A. G.* Southern For. Exp. Stat., Occasional Paper No. 106. 1944. — 223. *Stamm, A. J.* British Columbia Lumberman, 31 (7): 63-64. 1947. — 224. Wood (Chicago), 2 (5): 11, 47-49. 1947. — 225. *Stamm, A. J.* Journal of Forestry, 44: 258 bis 265. 1946. — 226. *Stamm, A. J.* Timber of Canada, 7 (11): 49-50, 60, 62, 64. 1947. — 227. *Stamm, A. J.* Industr. & Engineer. Chem. 39: 1256-1261. 1947. — 228. *Stamm, A. J.* Industr. & Engineer. Chem., 38: 630-634. 1946. — 229. *Stamm, A. J.* Modern Plastics Encyclopedia, 1: 705-707. 1947. — 230. *Stamm, A. J.* Wood Products, 50 (1): 21-22, 24. 1945. — 231. *Stamm, A. J.* Industr. & Engineer. Chem., 28: 1164. 1936. — 232. *Stamm, A. J.* und *Millett, M. A.* Modern Plastics, 25 (1): 125-127. 1947; und 24 (2): 150-153, 202, 204, 206. 1946. — 233. *Stamm, A. J.* und *Tarkow, H.* Journ. Phys. & Colloid Chem., 51: 493-505. 1947; und U. S. Pat. 2 417 995: 25. März 1947. — 234. *Staudinger, H.* u. Mitarb. Berichte D. C. G. 75B: 2059-2064. 1942. — 235. *Stephan, J. T.* Brit. Columbia Lumberman, 28 (3): 58, 1944. — 236. *Swenson, T. L.* Nat. Farm. Chem. Counc., Chem. Paper No. 395. 1945. — 237. *Taylor, J. P.* Transact. Amer. Soc. Mechan. Engineers, 65: 201-212. 1943. — 238. *Taylor, J. P.* Electronics, 16 (11): 106-11, 310, 1943; und 17 (3): 108-113. 1944. — 239. *Taylor, R. B.* Mechanical Engineering, 68: 539-542. 1942. — 240. *Tigelaar, J. H.* British Columbia Lumberman, 12 (1): 57-58, 97-101. 1948. — 241. *Tomlinson, G. H.* U. S. Patent 2 377 282; 29. Mai 1945. — 242. *Tomlinson, G. H.* U. S. Patent 2 406 867; 3. Sept. 1946. — 243. *Tomlinson, G. H.* und *Hibbert, H.* Journ. Amer. Chem. Soc., 58: 345, 348. 1936. — 244. *Van Kleek, A.* Southern Lumberman, 173 (2172): 51-54. 1946. — 245. *Verrall, A. F.* und *Hartley, C.* Canada Lumberman, 66 (9): 45. 1946. — 246. *Von Antwerpen, F. J.* Industr. & Engineer. Chem., 33: 1514-1518. 1941. — 247. *Wangaard, F. F.* Timber of Canada, 6 (8): 56-63. 1946. — 248. *West, C. J.* Bibliography of Paper-base Plastics, Institute of Paper Chemistry, Appleton. 1946. — 249. *Westbrook, F. A.* Veneers & Plywood, 41 (11): 38, 40-42. 1947. — 250. *Wiley, A. J.* U. S. Patent 2 429 589; 21. Okt. 1947. — 251. *Wiley, A. J.* und Mitarbeiter. Industr. & Engineer. Chem., 33: 606. 1941. — 252. *Winlund, E. S.* Woodworker, 52 (4): 38, 40, 42, 44-46. 1947. — 253. *Winslow, C. P.* Canada Lumberman, 65 (17): 36-39; (18): 14-15, 28. 1945. — 254. *Wolman, K.* U. S. Patent 2 297 273; 29. Sept. 1942. — 255. *Wright, E.* und *Hartley, C.* Timberman, 46 (5): 100, 102, 104. 1944-45. — 256. *Young, H. W.* Canada Lumberman, 63(16): 10-12. 1943. — 257. *Young, S. H. A.* U. S. Patent 2 417 851; 25. März 1947. — 258. *Young, S. H. A.* und Mitarbeiter. Southern Lumberman, 171 (2153): 182-184. 1945.

Weitere Untersuchungen in schweizerischen Borkenkäferherden

Aus dem Entomologischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule
von *O. Schneider-Orelli* und *W. Kuhn*

In einer ersten Veröffentlichung aus unserem Institut wurden die bis Ende Januar 1947 in schweizerischen Borkenkäferherden durchgeführten Beobachtungen zusammengestellt, und in einer zweiten Publi-