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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 86 (1935)

Heft: 2

Artikel: Tagesfragen der Mastenimprägnierung [Schluss]

Autor: Gäumann, Ernst

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764566

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Schweizerische
Zeitschrift für Forstwesen
Organ des Schweizerischen Forstvereins

86. Jahrgang | Februar 1935 | Nummer 2

Tagesfragen der Mastenimprägnierung.

Von Ernst Gäumann. (Schluss.)

C. Methoden, um den Nachteilen der Boucherisierung zu begegnen.

Es lässt sich also nicht bestreiten, dass in drei Gruppen von Fällen : 1. ammoniakhaltige Wässer; 2. gewisse karbonathaltige Wässer, und 3. Infektion durch kupfertolerante Pilze, der durch das Kupfersulfat gewährte Schutz der Masten ungenügend ist. Man darf jedoch das Kind nicht mit dem Bade ausschütten und deshalb auf die Boucherisierung gänzlich verzichten. Die kupferunempfindlichen Pilze, die wir bis jetzt in schweizerischen Leitungsmasten kennengelernt haben (Polyporus vaporarius und einige verwandte Arten) sind auf andauernde Feuchtigkeitszufuhr von aussen angewiesen; sie vermögen daher im freiragenden Stück der Masten normalerweise nicht zu gedeihen, sondern einzig im eingegrabenen Teil und in der Tag- und Nachtzone; der Verfasser hat noch kein einziges Mal Masten zu Gesicht bekommen, bei welchen Polyporus vaporarius beispielsweise auf 5 oder 10 m Höhe vorhanden gewesen wäre; hier oben wird die Zerstörung unter den hiesigen Verhältnissen ausschliesslich durch andere Pilze, insbesondere Lenzites-Arten, besorgt, und diese Pilze sind ausgesprochen *kupferempfindlich.*

Es besteht also keine Veranlassung, aus Gründen der Bodeneinflüsse oder der Polyporus vaporarius-Infektion von der Boucherisierung der Masten abzugehen; dagegen wird man Massnahmen ergreifen müssen, um durch eine geeignete Nachimprägnierung der gefährdeten Zone die Masten noch stärker zu schützen, als dies durch die blosse Boucherisierung geschieht; mit dieser Nachimprägnierung kann überdies ein erhöhter Schutz gegen Insektenschäden erzielt werden, da die Kupfervitriolträńkung auch gegen diese nicht unter allen Umständen ausreicht.

Wir haben bei der Besprechung der Nachträńkung zwei Möglichkeiten zu unterscheiden :

1. die vorsorgliche Nachimprägnierung frischer, noch unverbauter Maste, und
2. die Nachpflege bzw. Reparatur schon bestehender, in Vermorschung begriffener Leitungen.

§ 1. Die zusätzliche Imprägnierung unverbauter Maste. Der Verfasser ist für die Frage nicht zuständig, ob man in jedem Falle schon auf dem Boucherisierungsplatz alle Masten an ihrem Stockende mit einer zusätzlichen Imprägnierung versehen sollte, oder ob dies nur bei gewissen Sortimenten, die für besonders gefährdete Gebiete bestimmt sind, zu geschehen hat; denn dies ist eine rein wirtschaftliche Frage. Er möchte nur von einem theoretischen Gesichtspunkte aus die vier Verfahren kurz beleuchten, die gegenwärtig im Vordergrund der Diskussion stehen, nämlich

a) der zusätzliche Stockschutz durch bituminöse Anstriche;
b) die zusätzliche Imprägnierung im Saftverdrängungsverfahren;
c) die zusätzliche Imprägnierung mittels des Impfstichverfahrens, und
d) der zusätzliche Schutz mittels Bandagen.

Dabei setzt er stillschweigend voraus, dass für die zusätzliche Imprägnierung nur Stoffe verwendet werden, die mit dem Kupfersulfat keine schädlichen Reaktionen eingehen; diese Voraussetzung darf gemacht werden, da die chemische Industrie diese Fehlerquelle im eigenen Interesse von sich aus im Auge behält. Ferner setzt er voraus, dass der Arbeitsprozess der Nachimprägnierung mit der angemessenen Sorgfalt durchgeführt wird; bei schluddriger oder nicht sachkundiger Anwendung nützt die beste Methode nichts; dies ist jedoch eine Frage der Geschäftsmoral und nicht der Wissenschaft. Es geht daher auch nicht an, sorgfältig durchgearbeitete Exemplare der einen Methode mit verunglückten Exemplaren einer andern zu vergleichen; uns interessiert nur die Frage, mit welcher Sachlage wir bei den verschiedenen Methoden zu rechnen haben, sofern diese Methoden in optimaler Weise zur Anwendung gelangen.

a) Der zusätzliche Stockschutz durch bituminöse Anstriche. Bei diesem Verfahren werden die Maste vor der Abgabe an den Verbraucher, also in trockenem Zustand, in der Tag- und Nacht-

zone auf etwa 1 m Länge mit warmem Teeröl bestrichen und hernach mit einem leichten Pechüberzug versehen.

Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt zunächst in den antiseptischen Eigenschaften des Teeröles : dieses dringt im warmen Zustand bis in eine gewisse Tiefe des trockenen Holzes ein und bleibt dort mehrere Jahre als zusätzlicher Giftstoff wirksam; nachher müsste er freilich, um wirksam zu bleiben, bei den verbauten Masten periodisch erneuert werden. Der Teerölmantel schützt jedoch die Masten nicht nur nach aussen hin (gegen die Infektion durch Vermorschungspilze), sondern auch nach innen : ein weiterer Vorteil des Verfahrens liegt nämlich in der *wasserabweisenden* Eigenschaft des Teeröles : durch den Teerölanstrich werden die betreffenden Gewebe für Wasser undurchlässig oder schwer durchlässig gemacht, und die Möglichkeit einer Auslaugung des Kupfersulfates wird dadurch stark herabgesetzt. Und als dritte günstige Eigenschaft des Verfahrens kann endlich genannt werden, dass die Maste in Gestalt des Peches einen Decküberzug erhalten, der einerseits die beiden, soeben besprochenen Wirkungen des warmen Teerölanstriches verstärkt, und anderseits als eine mechanische Schutzhülle dienen mag.

Die Schwierigkeit des Verfahrens liegt darin, dass es ausschliesslich in der peripheren Zone wirkt; zwar dürfte, bei richtiger Auswahl des Teeröles, in dieser unmittelbar behandelten Zone der durch die bituminösen Anstriche gewährte Schutz für mehrere Jahre ein vollständiger sein; wenn jedoch die Masten reissen, so wird dieser Schutzmantel geöffnet, und es wird dadurch ein Ort des geringsten Widerstandes geschaffen. Der Wirkungsgrad des Verfahrens hängt daher wesentlich von der Art und vom Zeitpunkt des Auftretens der Schwundrisse ab, und diese werden ihrerseits bedingt : 1. durch Faktoren, die mit der Herstellung der Maste in Beziehung stehen (z. B. richtige Wahl der Fällungszeit, ferner langsames Austrocknen nach der Tränkung), und 2. durch die physikalischen Bodenverhältnisse (z. B. durch die Schwankungen in der Wasserführung des Bodens, ferner durch die wasserhaltende Kraft des Bodens überhaupt).

b) Die zusätzliche Imprägnierung im Saftverdrängungsverfahren. Bei dieser Methode werden die Masten in normaler Weise mit Kupfersulfat durchtränkt; sodann schaltet man die Anlage

auf einen zweiten Imprägnierungsstoff um und lässt nunmehr noch diesen eine Zeitlang durch den eigenen hydrostatischen Druck in das Stockende der Masten eindringen.

Bei diesem zweiten Impfstoff handelt es sich entweder um eine chemische Verbindung, bei der es wegen des hohen Preises unwirtschaftlich wäre, sie in die ganze Länge des Stammes einzuführen; man imprägniert deshalb den Stamm in seiner Ganzheit mit dem (billigen) Kupfersulfat und beschränkt die Nachimprägnierung mit dem (teuren) zweiten Impfstoff auf die am meisten gefährdete Zone (das eingegrabene untere Ende des Mastes und die Tag- und Nachtzone).

Oder es handelt sich bei diesem zweiten Impfstoff um Verbindungen (bzw. um Gemische von solchen), die sich nicht, wie das Kupfersulfat, in Wasser restlos und echt lösen, sondern die *schwer* löslich sind; sie sind daher auch nur zu einem geringen Prozentsatz in der Imprägnierflüssigkeit gelöst, für den (grossen) Rest in ihr nur dispergiert, fein zerteilt (siehe oben). Man *kann* deshalb derartige Impfstoffe gar nicht vom Stockende her durch den ganzen Stamm hinaufpressen, selbst wenn man es wollte: denn die Holzfaser wirkt ja als Filter; sondern man wird zufrieden sein, wenn es gelingt, die Suspension des Impfstoffes ohne Entmischung aus der Vorratstonne durch die Verteilungsleitungen an die liegenden Stämme heran und etwa 2 m weit gleichmässig in sie hineinzubringen.

Diese Nachimprägnierung im Saftverdrängungsverfahren hat den Vorteil des geringen Arbeitsaufwandes und daher der Billigkeit : man schaltet einfach die Imprägnieranlage auf eine andere Vorratstonne um und lässt sie weiterlaufen.

Ihre erste Schwierigkeit liegt darin, dass sich bei ihr das Schicksal des Kupfersulfates unsicher gestaltet. Der Sinn der Nachimprägnierung (wie übrigens auch jeder andern zusätzlichen Imprägnierung) liegt doch darin, dass man den primären Impfstoff, in unserem Falle das Kupfersulfat, mit einem zweiten Impfstoff überlagern bzw. überschichten möchte, *um auf diese Weise eine Summation der Giftwirkungen beider Impfstoffe zu erzielen.* Diese Summation ist jedoch bei der Nachimprägnierung im Saftverdrängungsverfahren nicht ohne weiteres gewährleistet; gewiss wird ein Teil des Kupfersulfates schon während der Boucherisierung von der Holzfaser aufgenommen; der grössere Teil ist aber

zweifelsohne noch in gelöstem Zustande in den Zellräumen vorhanden, und es besteht nun die Möglichkeit, dass das nachträglich eingeschaltete zweite Imprägnierungsmittel die Kupfersulfatlösung kurzerhand vor sich her schiebt, vor allem dann, wenn dieses zweite Imprägnierungsmittel nicht in echter Lösung, sondern in Form einer Suspension in den Stamm eingebracht wird; in diesem Falle werden wir wohl nur selten die angestrebte Summierung der Giftwirkungen erhalten, sondern nur einen Teil davon.

Eine weitere Schwierigkeit der Nachimprägnierung im Saftverdrängungsverfahren liegt darin, dass gegenwärtig für sie vorwiegend Suspensionen in Frage kommen, wodurch sich die oben skizzierten Unzukömmlichkeiten einstellen : man wird bei zähen und bei feinjährigen Stämmen, bei denen das Kupfersulfat noch eben durchging, Mühe haben, die Suspension genügend tief und genügend gleichmässig in den Stamm hineinzubringen; diese technische Schwierigkeit wird noch verschlimmert durch den Umstand, dass es sich nicht ohne weiteres mit Sicherheit feststellen lässt, wie weit die Suspension vom Stockende her auf dem ganzen Querschnitt eines bestimmten Stammes hochgedrungen ist. Bei der Boucherisierung kann man *am Zopfende* die imprägnierten Jahrringe mittels Blutlaugensalz reagieren lassen; bei der zusätzlichen Stocktränkung im Saftverdrängungsverfahren müsste jedoch dieser Nachweis mit Hilfe des Zuwachsbohrers erfolgen, und zu diesem wird man nur ausnahmsweise greifen, weil durch die Bohrlöcher (bzw. durch die später an die Bohrlöcher sich anschliessenden Risse) Eingangspforten für die Vermorschungspilze geschaffen werden.

Es ist also bei zuverlässiger und sachkundiger Arbeit durchaus möglich, bei der Nachimprägnierung im Saftverdrängungsverfahren gute Ergebnisse zu erzielen, und der Verfasser hat denn auch schon derart behandelte Maste unter den Händen gehabt, die den Ansprüchen voll genügten.

c) Die zusätzliche Imprägnierung mittels des Impfstichverfahrens. Die Impfstichmethode setzt bei der Schwierigkeit, die wir soeben für die Nachimprägnierung im Saftverdrängungsverfahren besprachen, ein : wie ist es möglich, die Suspension eines schwer löslichen Antisepticums in die Gefahrenzone der Masten einzubringen und dort gleichmässig zu verteilen ?

Die Imprägniergemische sind bei der Impfstichmethode im allgemeinen von der gleichen oder von einer ähnlichen Zusammensetzung wie bei den üblichen Nachimprägnierungen im Saftverdrängungsverfahren, und sie können deshalb, wie diese, zusätzliche Gesichtspunkte, z. B. den erhöhten Schutz gegen Insektenbefall, mitberücksichtigen; *verschieden ist nur die Art des Einbringens in den Stamm:* durch eine besonders konstruierte Hohlnadel wird der Impfstoff in Form einer Paste etwa 5 cm tief in den Stamm eingeführt und dort abgelagert: in der Gefahrenzone des Stammes werden also nach einem bestimmten Stichplan eine grössere Anzahl von kleinern Depots (pro 50 cm² Stammoberfläche je ein Depot zu etwa 2,5 Gramm Salz) geschaffen. Auf diese Weise wird versucht, die geringe Löslichkeit und die geringe Ausbreitungsfähigkeit des Impfstoffes auszugleichen: der Impfstoff braucht nicht mehr von der Stirnseite her 2 m weit in den Stamm einzudringen, sondern zur Erzeugung eines geschlossenen Imprägniermantels genügt es, wenn er sich auf die halbe Entfernung von einem Impflager zum andern allseitig ausbreitet (setzt man die Impfstiche tangential 5 cm und nach der Höhe 10 cm weit auseinander und versetzt die übereinanderliegenden Reihen gegeneinander, so braucht der Impfstoff sich höchstens 5—6 cm weit auszubreiten, um die lokalen Diffusionsräume zur gegenseitigen Berührung zu bringen und dadurch den Schutzmantel allseitig zu schliessen).

Nach diesem System arbeitet z. B. das Cobraverfahren, das neuerdings stark propagiert wird. Es verwendet als Impfstoff ein Gemisch von Fluornatrium und Dinitrophenol, dem je nach Bedarf arsenige Säure oder andere Antiseptica beigefügt werden können; seine toxischen Eigenschaften werden wir später, im Zusammenhang mit dem Osmoseverfahren, kurz besprechen. Der mechanische Teil ist im Prinzip ähnlich gestaltet wie in Tafel 1, Abb. 1, für stehende Masten dargestellt, nur arbeitet die Apparatur speditiver als dort, weil man auf dem Mastenplatz die Stämme drehen bzw. rollen kann und nicht um sie herum zu gehen braucht.

Es ist unzweifelhaft, dass das Impfstichverfahren die Boucherisierung nicht *ersetzen,* sondern nur *ergänzen* kann. Sein Hauptvorzug liegt darin, dass man es nicht, wie bei der Nachtränkung im Saftverdrängungsverfahren, der Impfflüssigkeit überlassen muss, wohin sie durch den Verlauf der Fasern geleitet wird, son-

dern die in Frage kommenden Gewebe erhalten den Impfstoff zwangsmässig einverleibt. Als eine weitere günstige Eigenschaft ist zu nennen, dass die Nachimprägnierung nicht unmittelbar nach Abschluss der Boucherisierung erfolgen muss, sondern man kann das Kupfersulfat erst antrocknen lassen : der eventuellle mechanische Konflikt zwischen den beiden Impfstoffen fällt somit dahin. Und schliesslich ist es möglich, beim Impfstichverfahren den Impfstoff bis in den Kern (das Reifholz) hineinzubringen, während die Boucherisierung und die Nachtränkung im Saftverdrängungsverfahren sich notwendigerweise auf den Splint (das Jungholz) beschränken müssen.

Die grosse praktische Schwierigkeit des Verfahrens liegt darin, dass man den Grad der Sorgfalt, der bei einem bestimmten Mast aufgewendet wurde, nicht ohne weiteres überprüfen kann. Die Impfstiche schliessen sich, vor allem bei feuchter Witterung und bei feuchtem Holz, sehr bald; desgleichen muss man einen Mast zersägen, um sich zu vergewissern, wieviel Impfpaste bei einem konkreten Mast in die Impfkanäle eingelagert worden ist. Man ist also in hohem Masse auf die Zuverlässigkeit des Personals der ausführenden Firma angewiesen, währenddem man es beispielsweise bei der Boucherisierung in der Hand hat, den Reaktionstest jederzeit selbst vorzunehmen. Dies ist jedoch eine Frage der Geschäftsmoral und der persönlichen Vertrauenswürdigkeit, und sie steht daher ausserhalb des Rahmens unserer Beurteilung.

Ein weiteres Bedenken, das man gegen dieses Verfahren erhoben hat, scheint durch die neuern Konstruktionen hinfällig zu sein, das Bedenken nämlich, dass die Impfstiche die Festigkeit der Masten in erheblichem Masse verringern könnten. Solange starr montierte, rein konische Impfnadeln verwendet wurden, liess sich ein Zerreissen bzw. Zerquetschen der Holzfasern kaum vermeiden. Der Bau der Impfnadeln ist jedoch in der Zwischenzeit verbessert worden, und sie arbeiten nunmehr, wie sich der Verfasser selbst überzeugen konnte, derart, dass sie ohne wesentliche Schädigungen zwischen den Holzfasern durchgleiten. Es ist daher nicht zu bezweifeln, dass die Impfstichmethode in ihrem heutigen Stand der technischen Vervollkommnung gute Erfolge zeitigen kann.

d) Der zusätzliche Schutz mittels Bandagen. Bei dieser Methode bindet man den Impfstoff mittels Bandagen (die bei den

verschiedenen Patenten unterschiedlich gestaltet sind) um die Tag- und Nachtzone der Masten herum (Tafel 1, Abb. 2), in der Absicht, durch die atmosphärische Feuchtigkeit den Impfstoff in das Innere der Masten saugen zu lassen. Diese Verfahren haben alle mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass bei den Nadelhölzern die Diffusion wohl in der Längsrichtung der Fasern sehr leicht vor sich geht (daher der gute Erfolg der Boucherisierung!), dagegen schwer und mühsam in radialer Richtung. Man wird daher, soweit die Beobachtungen des Verfassers reichen, unter schweizerischen Verhältnissen nur in besondern Fällen frisch boucherisierte Maste schon beim Einbauen bandagieren, sondern wird diese Methode in der Regel erst bei der Reparatur schon bestehender Leitungen zu Rate ziehen, wovon gleich die Rede sein soll.

§ 2. Die Nachpflege schon bestehender Leitungen. Wo stehende Masten in der Tag- und Nachtzone zu vermorschen beginnen, wird man versuchen, ihre Lebensdauer durch die Zufuhr neuer Konservierungsmittel zu verlängern; diese neuen Antiseptica sollen einerseits die schon bestehenden Vermorschungsherde abtöten bzw. abriegeln, und anderseits sollen sie die noch übrigbleibende gesunde Holzsubstanz mit einem Vorrat an Imprägnierstoff versehen, um sie vor Neuinfektionen zu schützen.

Es ist klar, dass man an diese Nachpflegeverfahren nicht die gleich hohen Ansprüche wie an die Neuimprägnierung gesunder Maste stellen darf; sie sollen ja nicht gesunde Maste gesund erhalten, sondern kranke Maste, soweit möglich, heilen oder doch wenigstens ihren Zerfall hinausschieben : sie sollen retten, was noch zu retten ist, und das dürfte zuweilen eine undankbare Aufgabe sein. So stellt die Nachpflege vorerkrankter Masten tatsächlich Probleme, die heute noch nicht gelöst sind. Eine Hauptschwierigkeit liegt darin, dass wir nicht wissen, wie die kolloiden Humussubstanzen, die bei der Vermorschung entstehen, auf die verschiedenen Imprägnierstoffe wirken. Es scheint, dass gewisse Imprägnierstoffe durch die Humussubstanzen in der Art von Schutzkolloiden umhüllt und unschädlich gemacht werden; ob dies für alle Imprägnierstoffe mehr oder weniger gilt oder nur für bestimmte, bleibt noch zu untersuchen. Auch muss man sich bewusst sein, dass es leichter ist, die Keimung von Pilzsporen und

damit die erste Infektion zu verhindern, als ein kräftig wachsendes Myzel, das in einem Vermorschungsherd Fuss gefasst und dort eine gewisse Aggressivität erreicht hat, aufzuhalten. Vorbeugen ist leichter als heilen. Man wird daher nicht jeden Versager auf das Konto der angewandten Methode schreiben dürfen, sondern wird dankbar sein, wenn überhaupt in einem grössern Prozentsatz der nachbehandelten Maste die Fäulnis verzögert wird oder gänzlich zum Stillstand kommt.

In unserem Lande scheinen gegenwärtig zwei Methoden der Nachpflege besonders propagiert zu werden :

a) die Nachpflege mittels des Impfstichverfahrens, und

b) die Nachpflege mittels Bandagen.

a) Die Nachpflege mittels des Impfstichverfahrens. Abgesehen von Einzelheiten in der technischen Apparatur, wird diese Form der Nachpflege auf Grund der gleichen Methode und mit den gleichen Substanzen ausgeführt wie die früher besprochene zusätzliche Imprägnierung mittels des Impfstichverfahrens : rund um die Tag- und Nachtzone der Masten wird die Erde ausgehoben, und die Impfpaste wird nach Art von Tafel 1, Abb. 1, in einer grössern Zahl von kleinern Depots dem erkrankten Mast einverleibt. Die früher erwähnten allgemeinen Gesichtspunkte gelten daher sinngemäss auch hier.

b) Die Nachpflege mittels Bandagen. Auch dieses Prinzip (Tafel 1, Abb. 2) ist schon bei der zusätzlichen Imprägnierung zum Worte gekommen. Es hat mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass der Impfstoff *mit Hilfe der atmosphärischen Feuchtigkeit* durch die Vermorschungsherde hindurchdringen sollte, um das tieferliegende, noch gesunde Holzgewebe zu schützen; und da die Vermorschungsherde wie ein Schwamm wirken, so fragt man sich, ob der Impfstoff das wirklich stets in der gewünschten Weise tun wird, dies um so mehr, als ja die Maste nicht mehr « im Saft » sind, sondern ausgetrocknet, zerrissen und verhornt. Wo man bei der Nachpflege vorerkrankter Masten die Wahl hat zwischen dem Impfstichverfahren und dem Bandageverfahren, wird man, vom wissenschaftlichen Gesichtspunkte aus, dem erstern wohl den Vorzug geben; denn es gestattet, den Impfstoff in beliebiger Menge gerade dort im Innern der Maste zu placieren, wo man ihn haben will; neben dieser theoretischen Seite bleiben naturgemäss auch

wirtschaftliche Gesichtspunkte (Preis usw.) zu berücksichtigen, doch stehen diese rein wirtschaftlichen Fragen ausserhalb des Rahmens der vorliegenden Ausführungen.

2. Teil. Die Behandlung der Holzmasten in ambulanten Anlagen.

Wir haben uns bis jetzt ausschliesslich mit boucherisierten Masten beschäftigt, die entweder prophylaktisch mit einer zusätzlichen Imprägnierung in der Gefahrenzone versehen wurden, oder denen man, nachdem Vermorschungsherde aufgetreten waren, therapeutisch in dieser Zone eine besondere Nachpflege angedeihen liess. Nun gibt es aber, wie eingangs erwähnt, in unserem Land Gebirgsgegenden, so im Wallis und im Graubünden, wo man wegen der Transportkosten von einer Boucherisierung der Masten in stationären Anlagen absehen muss. Man hat deshalb in diesen Fällen meistens auf besondere Konservierungsmassnahmen (abgesehen von einem oberflächlichen Teerölanstrich, der jedoch nicht selten wirkungslos bleibt, weil er auf dem noch feuchten Holz angebracht wurde und deshalb nach kurzer Zeit abgewaschen oder abgescheuert war) verzichtet; um aber doch das Mögliche zu tun, verwendete man in gewissen Gebieten Lärchen- oder Arvenmaste, in der Annahme, dass die Lärchenmaste unter allen Umständen eine viel höhere Lebensdauer aufweisen müssten als die gewöhnlichen Fichtenmaste. Dabei wurde jedoch übersehen, dass zwar die *imprägnierten* Lärchenmaste ceteris paribus länger halten werden als die imprägnierten Fichtenmaste, dass aber *unimprägnierte* Lärchenmaste nicht unbedingt länger zu halten brauchen als unimprägnierte Fichtenmaste, vor allem dann nicht, wenn sie splintig sind oder wenn man sie, im Vertrauen auf die vermeintliche Unverwüstlichkeit des Lärchenholzes, im Saft schlug und dann noch ungelagert, waldfeucht, einbaute.

Die Sache liegt nämlich so. Unter den häufigern Vermorschungspilzen des *verbauten* Holzes gibt es tatsächlich in der Schweiz keinen, der das Lärchenkernholz in grösserem Umfange anzutasten vermag; im *verbauten* Zustande ist daher das Lärchenkernholz (und mit ihm natürlich auch das Arvenkernholz) unter den heutigen Verhältnissen praktisch unvermorschbar; *daher* der gute Ruf des Lärchenholzes. Unter den freilebenden Vermorschungspilzen gibt es jedoch eine ganze Anzahl, die das Lärchen-

kernholz (so gut wie das Kiefernkernholz) ohne weiteres anzugreifen und kräftig abzubauen vermögen; so sehr also das Lärchenkernholz durch seine Verkernung gegen die Pilzparasiten des verbauten Holzes geschützt ist, gegen einige Pilzparasiten des freistehenden Holzes reicht dieser Schutz nicht aus, und wenn daher eine Mastenleitung durch einen derartigen Pilz infiziert wird, so kann ihre Substanz unter Umständen fast ebenso rasch abgebaut sein wie bei feinjährigen Fichtenmasten.

Hier spielt nun der unimprägnierte Splint eine verhängnisvolle Rolle. Wird dieser Splint nur von einem der gewöhnlichen Vermorschungspilze infiziert, die den Kern nicht anzugreifen vermögen, so wird er in der Tag- und Nachtzone zwar wegfaulen, aber der Kern wird siegreich widerstehen; hat man aber das Pech, dass die Infektion des Splintes durch einen Kernspezialisten erfolgte, so wird dieser im Splint draussen eine Brutstätte finden, sich dort einnisten und wird sodann von diesem Stützpunkt aus den Kern um so nachhaltiger angreifen und zerstören. Die widersprechenden Erfahrungen, die man mit freistehenden Lärchen und Arven gemacht hat, gehen auf die unterschiedlichen enzymatischen Fähigkeiten der verschiedenen Vermorschungspilze zurück : es gibt eben solche, die nur den Splint abbauen, und es gibt andere, die überdies auch den Kern angreifen. Man wird sich deshalb nicht darauf verlassen können, dass unimprägnierte Lärchen- und Arvenmaste unter allen Umständen dem guten Ruf des Lärchen- und Arvenholzes Ehre machen werden; sondern es wird notwendig sein, auch bei diesen Masten den Splint irgendwie vor Infektion zu schützen; bei den Kiefernmasten muss man ja schliesslich den Splint auch imprägnieren (in Norddeutschland z. B. mit Teeröl), und es ist nicht recht einzusehen, warum die Verhältnisse bei den Lärchen anders liegen sollen als bei den Kiefern.

Damit ist nun auch die längere Lebensdauer der *imprägnierten* Lärchenmaste im Vergleich zu den imprägnierten Fichtenmasten klar geworden. Bei beiden wird durch die Imprägnierung der *Splint* geschützt; reisst dieser auf, so können die Vermorschungskeime mit der Zeit zum Kern gelangen. Bei der Fichte kann der « Kern » (das Reifholz) durch alle Vermorschungspilze, die wir kennen, abgebaut werden : jede Infektion kann daher, wenn sie kräftig genug ist, zu einer Vermorschung führen; bei der Lärche ist dagegen ein *echter* Kern vorhanden, dem nur einige

wenige Vermorschungspilze beizukommen vermögen. Die gewöhnlichen Vermorschungspilze, die durch die Splintrisse zu ihm hereindringen könnten, sind also für ihn harmlos; und da die Kernspezialisten, sofern sie nicht durch den Menschen selbst verschleppt werden, nicht gerade häufig sind, so ist die numerische Infektionswahrscheinlichkeit für den Lärchenkern gering. Aber auch wenn eine derartige Infektion erfolgen sollte, so wird der Pilz Mühe haben, im Bereich des vergifteten (imprägnierten) Splintes eine genügende Aggressivität zu entfalten, um einen nachhaltigen Abbau des Kernes in die Wege zu leiten. Dies ist der Grund, warum, scheinbar paradox, unimprägnierte Lärchenmaste unter Umständen fast ebenso rasch vermorscht werden wie unimprägnierte Fichtenmaste, während imprägnierte Lärchenmaste in der Regel viel dauerhafter sind als diese.

Bei der Beurteilung der Konservierungsverfahren im Gebirge wird man im Auge behalten müssen, dass es sich um einen *Notbehelf* handelt; man wird sie also nicht mit dem strengen Maßstab messen dürfen, den man an die fabrikmässigen Imprägnieranstalten des Mittellandes anlegt, sondern man wird sich sagen, dass ein unvollkommener Schutz immer noch besser ist als gar keiner. Gewiss wird man nach einem möglichst guten Verfahren suchen; aber man hat auch dann schon etwas erreicht, wenn ein Verfahren zwar nicht vollkommen, aber doch brauchbar ist.

Für unsere Verhältnisse kommen zwei Gruppen von Verfahren in Betracht :

1. die Diffusionstränkung geschlagener Stämme, und
2. die Lebendigtränkung stehender Stämme.

§ 1. Die Diffusionstränkung geschlagener Stämme. In dieser Gruppe sei nur jenes Verfahren besprochen, das gegenwärtig unter der Bezeichnung « Osmoseverfahren » oder « Osmotierung » propagiert wird.

Die Stämme werden sogleich nach der Fällung entrindet und mit dem Schälmesser von den äussersten Jahrringen befreit. Auf die noch feuchte Oberfläche des Holzes wird mit Hilfe einer besondern Bürste eine Imprägnierpaste in der Art eines dicken Oelfarbanstriches gleichmässig aufgetragen. Sodann werden die Masten auf einen Stapel gerollt (Tafel 2, Abb. 1), allseitig mit einem wasserundurchlässigen, geteerten Spezialpapier abgeschlos-

sen (Tafel 2, Abb. 2) und mindestens drei, besser mindestens sechs oder sieben Monate liegengelassen. Der allseitige Luftabschluss bewirkt, dass die Stämme lange Zeit im Saft bleiben und nur ganz langsam (und deshalb ohne zu reissen) austrocknen, wobei der Imprägnierstoff in das Innere des Splintes nachgezogen wird. Nach Abschluss der Durchtränkung bürstet man den überschüssigen Impfstoff weg und versieht das untere Ende des Mastes mit einem bituminösen Anstrich.

Die Stärke des Osmotierungsverfahrens liegt erstens darin, dass es mit der natürlich gequollenen Holzfaser arbeitet, solange diese noch im Saft ist, und zweitens darin, dass es mit einem monatelangen, gleichmässigen Diffusionsgefälle rechnen kann. Auch bei den Reparaturen mittels Bandagen möchte man ja den Impfstoff quer zur Holzfaser in das Innere des Stammes eindringen lassen; bei diesen verbauten Masten sind jedoch die Holzfasern schon x-mal ausgedörrt und wieder befeuchtet worden; sie sind daher entquollen, und die Diffusion durch entquollenes Holz verläuft bekanntlich sprunghaft; und zweitens sind bei diesen verbauten Masten die Diffusionsgefälle oft unregelmässig und meist nur von kurzer Dauer. Die Osmotierung noch lebender Maste hat daher, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, eine grössere Aussicht, befriedigende und gleichmässige Eindringungstiefen zu erhalten als die Bandagierung abgestorbener, verbauter Maste.

Weiter hängt der Erfolg der Osmotierungsverfahren von der Art der verwendeten Impfstoffe ab. Für diese gilt das gleiche, was früher bei der Fixierung des Kupferions gesagt wurde, dass nämlich ein echt löslicher Stoff, sofern nichts anderes geschieht, fast ebenso leicht aus dem Holz herausgeht, wie es in das Holz hineinging. Diese Schwierigkeit ist nun bei den Fluornatrium-Dinitrophenol- und den Fluornatrium-Dinitrophenol-Arsen-Gemischen in origineller Weise dadurch behoben worden, dass man ihnen ein Bichromat beigibt. Das Bichromat wird durch die reduzierenden Bestandteile des Holzes zu Chromiverbindungen reduziert und diese Chromiverbindungen gehen mit dem Fluornatrium bzw. mit dem Arsenat schwerlösliche, kryolithartige, neue Verbindungen ein, die dem Auslaugen einen starken Widerstand entgegensetzen. Am grössten ist dieser Widerstand bei den arsenhaltigen Gemischen, und daher sollten, wenn immer möglich, diese verwendet werden (dies auch wegen des erhöhten Schutzes gegen Insekten-

befall). Manche Verbraucher stossen sich, neben der Preisfrage, an der Giftigkeit des Arsens für Mensch und Tier. Doch wird man diese Gefahr nicht zu hoch einschätzen dürfen; durch eine entsprechende Instruktion und Aufsicht lässt es sich zweifelsohne erreichen, dass die Arbeiter vor den Mahlzeiten und vor den Zwischenverpflegungen die Hände waschen; und für das Weidevieh werden die geringen Arsenmengen, die bei neu verbauten Masten abgeleckt werden können, kaum bedeutsam sein.

Durch diese beiden Gemische ist also das eingangs besprochene Problem in neuartiger Weise gelöst worden : giftige Salze in wässeriger Lösung in die Holzfasern hineindiffundieren zu lassen und sie dann dort zu fixieren. Beim Kupfersulfat erfolgte diese Fixierung, ohne chemische Veränderung, durch rein physikalische Kräfte; beim Kupferkarbonat erfolgte sie auf chemischem Wege durch Bildung eines unlöslichen Salzes, wobei aber die Giftigkeit des Kupfers vernichtet wurde; und bei den Fluornatrium-Dinitrophenolgemischen erfolgt sie wiederum auf dem Wege der chemischen Umsetzung, wobei jedoch die neu entstehenden Salze nicht unlöslich, sondern nur schwer löslich sind und daher ihre Giftigkeit behalten.

Da sowohl Fluornatrium als auch Dinitrophenol, wie früher erwähnt, in kaltem Wasser schwer löslich sind, gelangen sie nur zu einem Teil aus der aufgetragenen Paste in den Splint hinein (wo dieser gelöste Teil nachträglich wieder in ein schwerlösliches Salz rückverwandelt wird). Überdies ist die Leichtigkeit der Diffusion bei diesen zwei Stoffen verschieden : Fluornatrium dringt etwa siebenmal leichter durch als Dinitrophenol. Es findet daher von der Peripherie des Stammes gegen das Innere hin eine Entmischung der beiden Stoffe statt : Dinitrophenol wird schon in einer Tiefe von 3—4 cm nur noch in geringer Menge vorhanden sein, während die Konzentration des Fluornatriums bis auf etwa 8 cm Tiefe gleichmässig abfällt. Anderseits sind aber die Aminoderivate des Dinitrophenols für die meisten in Betracht fallenden Pilze erheblich giftiger als Fluornatrium. Aus dem Diffusions- und dem Giftigkeitsgrad lässt sich daher die durchschnittliche Sicherheit gegen die wichtigern Vermorschungspilze ermitteln, welche durch die Imprägnierung in einer bestimmten Tiefe des Stammes wahrscheinlich noch gewährleistet wird. Ein einschlägiges Beispiel ist in Textabb. 1 veranschaulicht. Man sieht, wie steil die Kurve

der gesamten Sicherheit von der Peripherie her abfällt : in etwa 1 cm Tiefe ist die Sicherheit 15fach, in 4 cm Tiefe nur noch doppelt; darin kommt die enorme Schwierigkeit zum Ausdruck, eine Lösung auch dann quer zur Holzfaser diffundieren zu lassen, wenn der Stamm noch im Saft ist, während ja, wie schon erwähnt, diese Diffusion längs der Holzfaser (bei der Boucherisierung) in der Regel mühelos verläuft.

Von 5 cm an sinkt die Sicherheitskurve unter den einfachen Wert, d. h. hier bietet die Imprägnierung keinen vollen Schutz mehr. Doch darf eine gleichmässige Eindringungstiefe von 5 cm, falls sie wirklich immer erreicht werden könnte, als sehr gut bezeichnet werden; hätte man beispielsweise die oben besprochenen Lärchenmaste (beziehungsweise deren Splint) in einer derartigen Weise konserviert, so hätte man wahrscheinlich mit ihnen nicht die schlechten Erfahrungen gemacht. Im übrigen würde es naturgemäss weit über den Rahmen dieser Darstellung hinausgehen, wollte man auf die wissenschaftlichen Grundlagen dieser Probleme zurückgreifen.

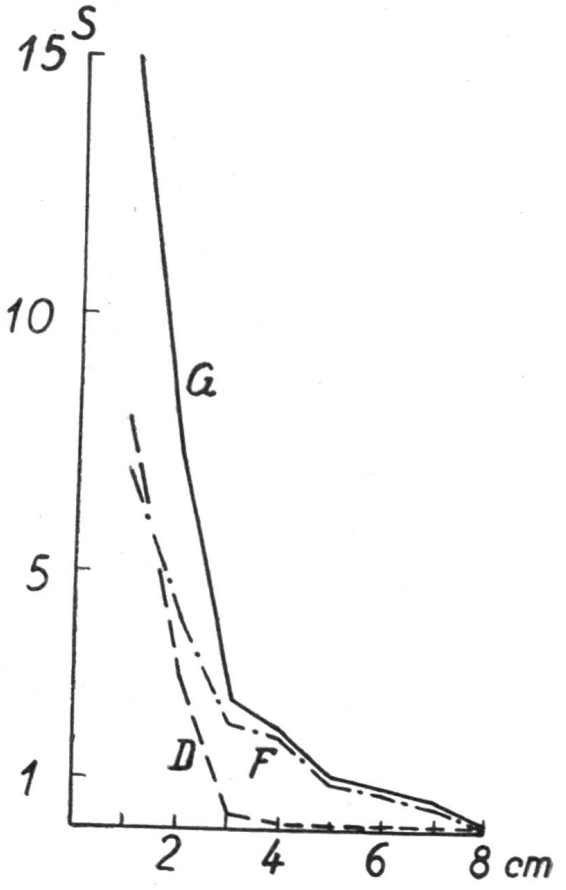

Abb. 1.

Die Sicherheitskoeffizienten (Ordinate S) in den verschiedenen Tiefen des Stammes einer mit Dinitrophenol und Fluornatrium osmotierten Fichte. Abszissen = ungefähre Tiefe im Stamm, von der Peripherie an gerechnet. (Nach Rabanus.)

Kurve D: Durch Dinitrophenol bewirkter Sicherheitsgrad.

Kurve F: Durch Fluornatrium bewirkter Sicherheitsgrad.

Kurve G: Gesamte Sicherheit gegen die häufigsten Vermorschungspilze.

Welches sind nun die Vorzüge und welches die Nachteile dieses Verfahrens ? Sie liegen nahe beieinander. Der Vorzug, dass man die Konservierung irgendwo im Walde draussen durch das eigene Personal ausführen kann, birgt den Nachteil in sich, dass man mit einer grössern Zahl von Fehlschlägen wird rechnen

müssen als bei dem ständigen Personal einer Imprägnieranstalt. Wenn ferner die zur Abschirmung verwendeten Blachen wiederholt gebraucht und deshalb schadhaft geworden sind, aber aus Sparsamkeitsgründen — wie dies praktisch nicht zu vermeiden ist — doch wieder gebraucht werden, oder wenn aus irgendwelchen Gründen die Blachen auf dem Stapel selbst schadhaft werden, oder wenn endlich die Stämme nicht mehr richtig im Saft sind oder sonstwie nicht ganz kunstgerecht behandelt wurden, wird man bei der Osmotierung eine ungenügende Tiefenwirkung erhalten, *ohne dass man in der Lage wäre, dies zu erkennen* (es sei denn, man würde die Maste zersägen). Gewiss kann man durch geschultes Personal, und wenn alles gut geht, mit der Osmotierung sehr gute Erfolge erzielen; der Unsicherheitsfaktor wird jedoch stets höher sein als beispielsweise bei der Boucherisierung; dennoch möchten wir die Osmose als die heute beste Konservierungsmassnahme für jene Gegenden bezeichnen, wo eine Boucherisierung nicht möglich ist.

§ 2. Die Lebendigtränkung stehender Stämme. Seit vielen Jahren schon ist versucht worden, Laubholz am lebenden Stamme dadurch zu *färben,* dass man kurz vor dem Saftstieg (dem Laubausbruch) bestimmte Farbstoffe in Rohrlöcher an der Basis des Stammes einbrachte und dann durch den Saftstrom hochziehen liess; mit wechselndem Erfolg. Auf dem gleichen Prinzip beruht die Lebendigtränkung mit Imprägnierstoff, wie sie beispielsweise durch das Viperverfahren propagiert wird, wobei also statt des Farbstoffes ein stark giftiges Salz (bzw. ein Gemisch von solchen) in die Bohrlöcher eingefüllt wird.

Hier kriegt es der Theoretiker mit der Angst zu tun : der Baum soll sich bei lebendigem Leibe selbst vergiften. Doch wie, wenn man nicht den richtigen Augenblick erwischt, da die Bäume in den Saft kommen (das ist in unserem Klima bekanntlich sehr wechselnd und überdies von einem Stamm zum andern oft sehr verschieden); oder wenn der Baum die giftige Lösung *durch*saugt, so dass sie zum grössern Teil oben in den Ästen sitzt, statt, wo man sie haben wollte, im Stamm; oder wenn dem Baum der Atem ausgeht, ehe er das Gift genügend hochgesogen hat ? In allen diesen Fällen wird man Misserfolge ernten. Der Verfasser hat ein einziges Mal lebendigimprägniertes Buchenholz unter den Händen

gehabt, und das vermochte nicht zu befriedigen : über den Impfstichen war es vollkommen imprägniert, dazwischen jedoch (weil die seitliche Diffusion in den Stämmen sehr gering ist) gar nicht, so dass der Stamm im Ernstfall in ebenso viele Säulen oder Stränge auseinandergefault wäre, wie Impflöcher bestanden. Man wird also bei den ambulanten Methoden zweifelsohne dem Osmoseverfahren den Vorzug geben.

* * *

Wir haben in diesem Aufsatz das Für und Wider der wichtigern, für uns in Betracht kommenden Imprägniermethoden kurz dargelegt; wir wiederholen, dass die Qualität der *Ausführung* manchmal ebenso wichtig ist wie die Qualität der *Methode;* und so möchten wir schliessen mit Nathan dem Weisen : Ein jeder behalte seinen Ring und bewähre dessen wundertätige Kraft durch seine Leistungen.

Die Holzfunde am Findelengletscher.

Von Dr. E. Hess, eidgen. Forstinspektor, Bern.

Bei der Ausführung der jährlichen Messungen am Findelengletscher hat Depotchef *Maag* der Gornergratbahn, erstmals in Jahre 1931, am Gletscherende Holzstücke gefunden. Seither wurden jedes Jahr anlässlich der Gletschermessung weitere Hölzer festgestellt. Zur eingehenden mikroskopischen Untersuchung wurde das gesammelte Material der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen überwiesen. Herr *Nägeli,* Assistent, der in liebenswürdiger Weise die Bestimmungen ausgeführt hat, gibt darüber folgenden Bericht :

« Von den 23 untersuchten Holzproben stammen sechs von der Lärche, und zwar die Nummern 1, 15 und 22 aus dem Findelengletscher, die Nummern 16, 17 und 18 aus dem Gornergletscher. Nummern 15, 16 und 17, deren Holz sich durch eine verworrene Struktur ohne deutliche Jahrringbildung auszeichnet, sind höchst wahrscheinlich Wurzelstücke. Nummer 17 deutet auch in seiner äusseren Gestalt auf eine Wurzel hin und weist die charakteristischen Einbuchtungen auf, welche letzterer in steinigem Boden aufgeprägt werden. Nummer 22 zeigt zwar regelmässige Ringbildung, wobei aber die Herbstholzzone meist nur aus einer einzigen Zellschicht besteht. Es handelt sich hier möglicherweise um eine Holzprobe, die aus dem Bereich des Wurzelanlaufs stammt. Nummern 1 und 18 sind Stammhölzer mit stark ausgebildeter Herbstholzzone. Da bei Nummer 1 der ganze Querschnitt vorhanden war, wurde mittels der Präparierlupe das Alter bestimmt, welches als Mittel aus fünf Zählungen 116 Jahre beträgt (Min. 112 J., Max. 127 J.).

Die typischen Wurzelstücke der Lärche, also Nummern 15, 16 und 17,

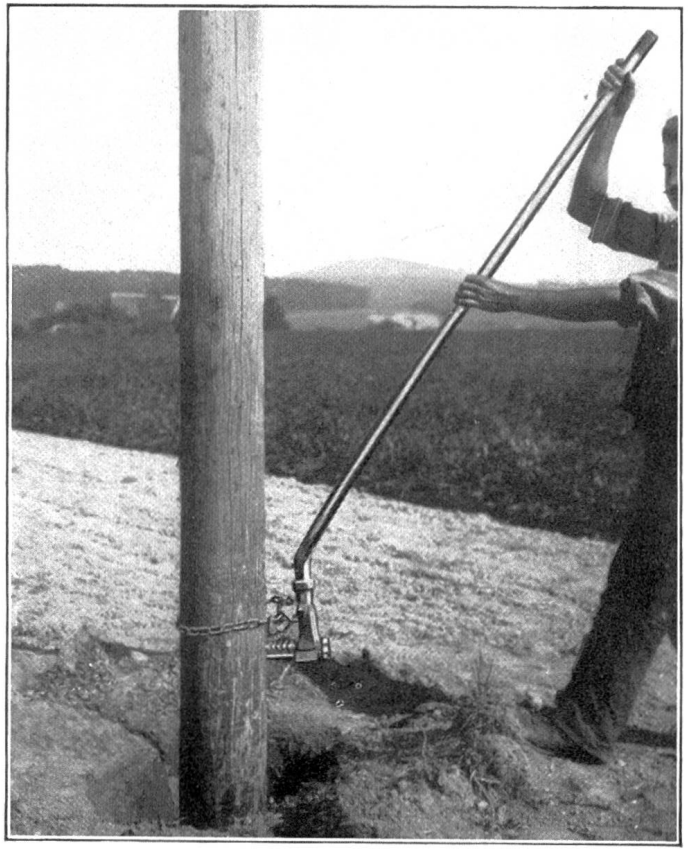

Abb. 1. Arbeitsgang des Impfstichverfahrens bei der Nachbehandlung verbauter Maste.

Abb. 2. Bandagierung verbauter Maste.

Tafel 2

Abb. 1. Der Aufbau eines Mastenstapels für die Osmotierung. Die Maste werden auf den Böcken im Vordergrund geschält, mit der Imprägnierpaste bestrichen und hernach auf den Stapel gerollt.

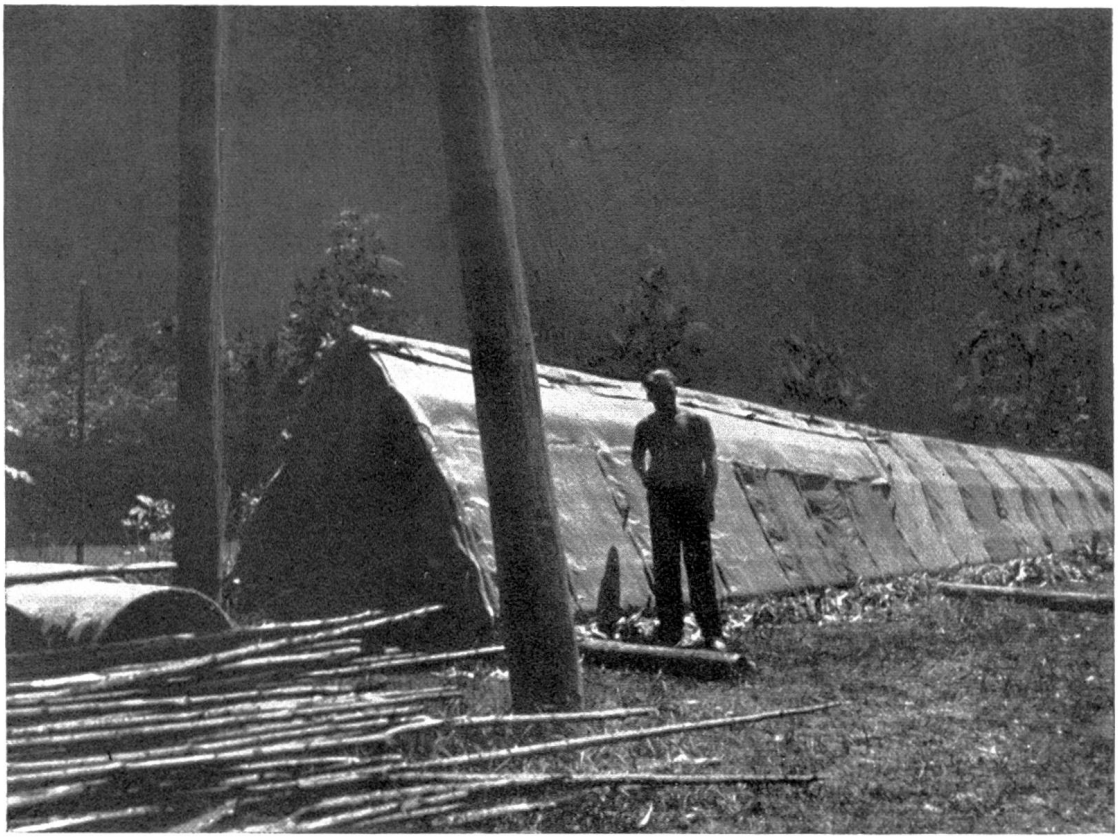

Abb. 2.
Eingedeckter, allseitig geschlossener Mastenstapel während der Osmotierung.