Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten

Autor(en): **Gäumann, Ernst**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **101 (1950)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-766001

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

101. Jahrgang September 1950 Nummer 9

Einige Erfahrungen mit boucherisierten Leitungsmasten

Von *Ernst Gäumann*
(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich)

Vor 15 Jahren hat der Verfasser (diese Zeitschrift *86*, 1935, S. 1 u. f.) über einige Tagesfragen der Mastenimprägnierung berichtet und dabei insbesondere die Vor- und Nachteile der *Boucherisierung mittels Kupfersulfat* (Imprägnierung im Saftverdrängungsverfahren) besprochen; denn die Kupfersulfatträнkung der Fichten- und Weißtannenmaste ist für unser Land immer noch die wichtigste und beste Konservierungsart.

Die mittlere Lebensdauer von über 60 000 kupfersulfatgetränkten Leitungsmasten, die von der Eidg. Post- und Telegraphenverwaltung in den Jahren 1940 bis 1948 ausgewechselt wurden, betrug 22,5 Jahre. Bei den Kraftwerken dürfte die mittlere Lebensdauer eher etwas geringer sein; denn die Kraftleitungen verlaufen weniger den Straßen entlang als die Telephonlinien, mehr feldein durch stark gedüngtes Kulturland, und sie müssen wegen ihrer stärkeren mechanischen Beanspruchung wohl auch früher als die Telephonmasten, wenn nur ein kleines Nest angefault ist, ausgewechselt werden.

Dieser erfreulich hohe Landesdurchschnitt von 22,5 Jahren beweist, daß das Verfahren gut ist, daß die Imprägnieranstalten sorgfältig arbeiten und daß die Übernahmebeamten ihre Pflicht getreulich erfüllen. Innerhalb dieses hohen Landesdurchschnittes bestehen jedoch überraschend große örtliche Schwankungen; so beträgt die mittlere Lebensdauer der kupfersulfatgetränkten Leitungsmaste im Postkreis Genf für die Jahre 1940 bis 1948 14,4 Jahre, im Postkreis Neuenburg 30,3 Jahre, also mehr als doppelt soviel. Ähnliche Schwankungen sind dem Verfasser von einzelnen Kraftwerken bekannt. Da diese Herde beschränkter Lebensdauer *örtlich* begrenzt sind, können sie nicht auf einem Mangel des *Verfahrens* beruhen, sondern sie gehen, soweit der Verfasser auf Grund zahlreicher Einsendungen, Anfragen, Freiland-Augenscheine usw. zu urteilen vermag, *in der überwiegenden Zahl der Fälle auf ein und dieselbe Ursache* zurück, nämlich auf eine Infektion der Maste durch den « *Porenhausschwamm* », *Polyporus vaporarius* oder, wie er in der angelsächsischen Literatur meist genannt wird, *Poria Vaillantii.*

Der *Polyporus vaporarius* ist ein intensiver Zerstörer sowohl des

freistehenden als des verbauten Holzes. Bei optimaler Temperatur (21 bis 30° C, also im Hochsommer, ferner im Frühjahr und Herbst bei Sonnenbestrahlung) vermag er sich unter günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen *im Tag 16 mm* weit auszubreiten. Wenn somit eine Infektion zum Haften kommt, so vermag sie einen Leitungsmast im Laufe *einer* Vegetationszeit weithin zu durchwuchern. Dies hat praktisch zur Folge, daß ein Leitungsmast, wenn ein Infektionsnest zum Beispiel durch Abklopfen festgestellt wird, meist schon im folgenden Jahre ausgewechselt werden muß.

Der *Polyporus vaporarius* besitzt aber nicht nur ein ungemein starkes Wachstum; sein entscheidend unangenehmer Charakterzug liegt vielmehr in seiner *Kupferfestigkeit :* Er spricht auch auf 10 % Kupfersulfat (bzw. auf entsprechende Konzentrationen von andern handelsüblichen Kupfersalzen) nicht an; *er ist also sozusagen kupferunempfindlich,* das Kupferion ist für ihn nicht giftig, die Kupfersulfatträнkung verschafft gegen ihn keinen Schutz.

Wir vermögen den Mechanismus dieser Kupferunempfindlichkeit noch nicht zu deuten. Soweit unsere Beobachtungen reichen, *entgiftet* der Pilz beim Weiterwachsen das anorganische Kupfersalz *vor sich her,* indem er das Kupferion in die einwertige Stufe und dann *in eine für ihn ungiftige organische Verbindung* (nicht Oxalat) überführt. Es wäre wichtig, diesen Mechanismus zu kennen, weil dann vielleicht die Möglichkeit bestände, die betreffenden Umsetzungen durch irgendeine Beimischung zu blockieren.

In der vorliegenden Mitteilung möchten wir die folgenden Fragen besprechen :

1. Die Voraussetzungen für die Expansion des *Polyporus vaporarius.*
2. Keimreservoir und Ausbreitungsweg des *Polyporus vaporarius.*
3. Maßnahmen zur Erhöhung der Wirksamkeit der Kupfersulfatträнkung.
4. Die Ersetzung des Kupfersulfates durch andere Chemikalien.

1. Die Voraussetzungen für die Expansion des Polyporus vaporarius

Man fragt sich, wie es möglich sei, daß sich ein Verfahren wie die Kupfersulfatträнkung fast hundert Jahre lang glänzend bewährt und dann plötzlich einen Einbruch in die von ihm geschaffene Sicherheit erleidet. Dies ist ein biologisches Problem, das heutzutage ganz allgemein auf sämtlichen Gebieten der chemischen Desinfektion und der Chemotherapie Schwierigkeiten bereitet.

Unsere chemischen Schutzmaßnahmen schaffen nämlich nicht « Widerstandsfähigkeit », nicht « Gesundheit », sondern *bloß einen von Lebewesen freien Raum,* einen Lebensraum, in welchem sich die Erreger mutmaßlicherweise nicht zu entwickeln vermögen, weil wir ihn *vergiftet*

haben. Dieser chemische Schutz währt aber nur so lange, als diese Voraussetzung *ausnahmslos* zutrifft.

Doch wird es kaum ein Desinfektionsmittel oder ein Chemotherapeuticum geben, das in den Konzentrationen, die wir aus anderweitigen Gründen wählen müssen, gegen *sämtliche* Individuen des betreffenden Erregers tödlich wirkt; nur die *überwiegende Mehrzahl* der Erregerindividuen wird getötet oder gehemmt. Unter einer Million oder unter vielen Millionen von Erregerindividuen findet sich immer wieder eines, das die betreffende Giftkonzentration noch eben erträgt und deshalb in dem vergifteten Lebensraum zu vegetieren vermag. Und nun sind zwei Fälle möglich; entweder

1. der Stoffwechsel dieses halbresistenten Individuums stellt sich immer mehr auf die Gegenwart des Giftstoffes um : das Erregerindividuum paßt sich immer mehr an das betreffende Gift an und erträgt es immer besser; *es gewöhnt sich an das Gift,* ähnlich der Gewöhnung des Rauchers an das Nikotin oder der Erziehung zur Arsenfestigkeit im Tierreich. Im Tierreich und beim Menschen gehen diese individuell erworbenen Gewöhnungen *nicht* auf die Nachkommen über, weil das Leben in diesen zwei Reichen ausschließlich *sexuell* weitergegeben wird. Anders bei den hier in Frage kommenden Erregern; sie können ihr Leben neben der sexuellen Fortpflanzung auch *rein vegetativ* durch Teilung, Sporenbildung usw. weitergeben; in diesem Falle geben sie auch die im Aufbau begriffene *Gewöhnung* an die Nachkommen weiter, und wir erzielen deshalb durch unsere Vergiftungsmaßnahmen im Laufe der Generationen *progressiv giftfeste Erregerstämme.* Diese erworbene Giftfestigkeit ist reversibel und kann wieder abgewöhnt werden; doch ist dieser Gesichtspunkt nur theoretisch wichtig, praktisch dagegen belanglos; oder
2. bei dem mühselig dahinvegetierenden, halbgiftfesten Erregerindividuum werden durch das Gift *Mutationen* ausgelöst; derartige mutative Effekte sind für verschiedene Metallionen, darunter auch Kupfer und Zink, bekannt. Diese Mutationsschritte sind ihrer Natur nach ziellos, nicht gerichtet. Ein Teil der Nachkommen ist wahrscheinlich giftempfindlich, wie die überwiegende Mehrzahl der verwandten Erregerindividuen es war; sie gehen deshalb bei der Keimung auf dem vergifteten Substrat gleich wieder zugrunde. Aber *ein* Individuum unter den Tausenden von Mutanten mag vielleicht *giftresistent* (oder jedenfalls giftresistenter als das mütterliche Individuum) sein und vermag sich deshalb in dem vergifteten Lebensraum ungehemmt zu entwickeln und fortzupflanzen. Diese mutativ entstandene Giftfestigkeit ist *erblich* verankert und deshalb irreversibel.

In beiden Fällen, sowohl bei der schrittweise erworbenen *adaptiven* und deshalb reversibeln Giftfestigkeit als bei der sprungweise aufgetretenen *mutativen* und deshalb irreversibeln Giftfestigkeit ist die *praktische Situation* dieselbe : Das giftfeste Individuum, das sich in dem vergifteten Substrat zu entwickeln vermag, *kann sich dort unbehindert von seinen natürlichen Konkurrenten entfalten.* Wir halten ihm ja durch unsere chemischen Schutzmaßnahmen seine Konkurrenten vom Leibe, oder, um es drastisch auszudrücken, wir *schützen* den giftfest gewordenen Erreger vor seinen natürlichen Feinden und *begünstigen* dadurch seine explosionsartige Entfaltung.

Jedes chemische Bekämpfungsmittel selektioniert somit die Erreger auf ihre Giftfestigkeit hin oder schafft sogar mutativ giftfeste Erregerstämme und schmälert sich dadurch auf lange Sicht selbst in seiner Wirkung. Dieselbe Situation besteht in den Vereinigten Staaten bei den teerölgetränkten Eisenbahnschwellen und Leitungsmasten. Die überwiegende Mehrzahl der holzzerstörenden Pilze ist kreosotempfindlich und wird durch die Teerölträнkung ferngehalten; aber *einer* unter ihnen, *Lentinus lepideus,* ist verhältnismäßig kreosottolerant, strömt deshalb in den konkurrentenfreien Lebensraum ein, breitet sich dort progressiv aus und bereitet den zuständigen Verwaltungen immer größere Sorgen.

Eine ähnliche Situation besteht in der Humanmedizin zum Beispiel bei den Sulfonamiden und bei gewissen Antibiotica wie dem Penicillin. Die wenigen Bakterienindividuen oder Bakterienstämme, die als Ausnahme von der Regel diese Chemotherapeutica ertragen, nehmen progressiv den leeren Raum ein, den wir durch die Eliminierung der giftempfindlichen Konkurrenten künstlich geschaffen haben; im selben Ausmaß sinkt die therapeutische Wirksamkeit des betreffenden Medikamentes. Die Erkrankung wird also *nach* der chemischen Behandlung durch *andere Erregerindividuen* ausgelöst, bzw. fortgesetzt, als *vor* der Behandlung, nämlich durch giftfeste und vorher durch vorwiegend giftempfindliche Individuen; aber der Patient wird diesem biologischen Wechsel seiner Erregerflora und dem allmählichen Versagen des anfänglich gut wirkenden Chemotherapeuticums nur ein beschränktes Interesse entgegenbringen.

An dieser Sachlage, daß jede chemische Schutzmaßnahme dem für das betreffende Gift resistenten Erreger freie Bahn schafft, vermögen wir nichts zu ändern; sie liegt in der Natur der Sache und tritt früher oder später bei jedem Desinfiziens auf. Sicher ein geringer Trost für die Betroffenen, die sich mit einem akut werdenden Problem, wie heute mit der Invasion des *Polyporus vaporarius* auf die Überlandleitungen, auseinanderzusetzen haben. Doch möchte ich im Gegenteil sagen: Es ist erstaunlich, wie lange sich die Kupfersulfatträнkung ohne derartige Durchbrechungen hat halten können; dies läßt sich nur mit dem hohen

Schwellenwert der Kupferwirkung erklären : die Türe, durch die ein kupferfester Erreger eintreten kann, hängt sehr hoch.

2. Keimreservoir und Ausbreitungsweg des Polyporus vaporarius

Wo kommen die Infektionen durch den *Polyporus vaporarius* her und wie breiten sie sich aus ?

Hier stehen wir leider noch vor einem Rätsel. Der nächstliegende Gedanke wäre, das Keimreservoir *im Walde* zu suchen; denn der *Polyporus vaporarius* kommt in unsern Wäldern auf faulendem Holz, vermodernden Ästen usw. gelegentlich vor. Wie gelangt er aber aus dem Walde in die Imprägnieranstalten und von hier auf die Freilandleitungen ?

Hierbei sind verschiedene Wege denkbar. Am bestechendsten erscheint die folgende Möglichkeit. Wenn sich ein Stangenholz beim Schlagen als *hallimasch*befallen erweist, so wird es am Stockende so weit abgeschnitten, bis von bloßem Auge keine Pilzinfektion mehr zu erkennen ist. Dies darf (abgesehen von der langsamern Tränkung, weil der Saftfluß infolge der Erkrankung gehemmt ist) ohne besondere Bedenken geschehen; denn der Hallimaschpilz vermag sich auf dem toten Leitungsmast nicht mehr weiter zu entwickeln. Die von bloßem Auge nicht erkennbaren, dem eigentlichen Herd vorauseilenden Primärstadien der Hallimaschinfektion, die in derartigen Fällen wohl regelmäßig an der Basis des künftigen Leitungsmastes zurückbleiben, werden deshalb mit der Zeit von selbst eingehen.

Nun besteht aber der Hallimaschpilz aus einer größeren Zahl von unterschiedlichen Rassen, die in ihrer Wuchsform und Toxizität derart voneinander abweichen, daß auch der Spezialist in atypischen Fällen zur künstlichen Kultur des Erregers greifen muß, um die Diagnose sicherzustellen. Man fragt sich deshalb : Könnte es nicht sein, daß gewisse atypische Pilzinfektionen, die landläufig auf das bloße Auge hin als « Hallimasch » bezeichnet werden, in Wirklichkeit verkappte *Polyporus vaporarius*-Infektionen sind, entweder *reine Polyporus vaporarius*-Infektionen an unterdrückten, geschwächten Stämmen, oder *Mischinfektionen*, bei welchen der Hallimaschpilz als Primärinfekt den Weg bereitet und *Polyporus vaporarius* als Folgeparasit die Zerstörung fortsetzt ?

Auf Anregung und durch Vermittlung von Herrn Direktor Ernst Stalder in Zofingen haben wir über 120 Stammabschnitte mit atypischen Hallimaschinfektionen aus dem Kanton Aargau mikrobiologisch untersucht und den Erreger herausisoliert. In sämtlichen Fällen handelte es sich um reinen Hallimasch *(Agaricus melleus)*, ohne Superinfektion durch *Polyporus vaporarius*. Unsere soeben skizzierte Arbeitshypothese hat somit vorläufig keine Bestätigung gefunden; doch sind wir uns bewußt, daß ein negativer Beweis kein abschließender Beweis ist, *ein* positiver Befund sagt mehr.

Eine andere Möglichkeit ist, daß der *Polyporus vaporarius* im Erdboden selbst vorkommt und dort präexistiert, *ehe* die Leitungsmasten hineingestellt wurden. Dies dürfte für ehemalige Waldböden (vor allem Auenwälder), ferner für Leitungen, die durch Obstgärten, durch Waldschläge und durch eigentliche Wälder geführt werden, tatsächlich zutreffen. Versuche des Verfassers zeigten, daß *Polyporus vaporarius* im Erdboden auf zerfallenden Holzstücken *mindestens zehn Jahre zu persistieren vermag;* vielleicht sind es mehr als dreißig Jahre; das wissen wir nicht und können es auch nicht generell entscheiden, da hier die zufällige Zusammensetzung der übrigen Bodenflora den Ausschlag gibt.

Wird ein Leitungsmast in einen derart verseuchten Boden gestellt, so findet auf ihm der Pilz, da wir ihm durch die Imprägnierung die Konkurrenten vom Leibe halten, ein günstiges Entwicklungsfeld, und der Primärherd auf der betreffenden Linie ist geschaffen.

Wie breitet sich nun der Erreger auf der Linie selbst aus? Der Praktiker denkt vor allem an eine Verschleppung durch Sporen; doch wird diese Möglichkeit wohl nur in seltenen Ausnahmefällen realisiert. Wir *können* ja die Leitungsmasten gar nicht so lange stehen lassen, bis der Pilz auf ihnen die Fortpflanzungsreife erreicht hat und zur Bildung von Fruchtkörpern und Sporen schreitet; denn bis dahin ist der Mast längst abgebrochen. Die Fruchtkörper könnten sich also nur auf liegengebliebenen Holzstücken bilden, und dies ist nicht sehr wahrscheinlich; denn alle größeren Holzstücke, die dem Pilz genügend Nahrung bis zur Fortpflanzungsreife bieten würden, werden durch die Leitungsmonteure oder durch Hüterjungen zusammengelesen und weggeschafft. Der Verfasser hat denn auch noch nie spontan fruktifizierenden *Polyporus vaporarius* im Bereich von Freilandleitungen gesehen und möchte deshalb gefühlsmäßig der Infektkette mittels Sporen keine allzu große Bedeutung beimessen.

Wichtiger erscheint ihm die Verschleppung des Pilzes durch das Werkzeug der Leitungsmonteure, Steigeisen, Bohrer usw. Wie beim echten Hausschwamm, so genügen auch beim Porenhausschwamm kleine, unscheinbare infizierte Holzpartikel, Holzsplitter, « Spryße », Säge- und Bohrmehl, um das Myzel des Erregers auf gesundes Holz zu übertragen. Hier liegt wohl die größte Gefahr für die Verschleppung des *Polyporus vaporarius* von einem Mast zum andern; es dürfte deshalb zweckmäßig sein, den Leitungsmonteuren in den gefährdeten Gebieten eine kleine Bürste mitzugeben, mit der sie ihr Geschirr nach der Arbeit am infizierten, auszubauenden Mast mechanisch reinigen können, ehe sie es mit dem neuen, einzubauenden Mast oder mit gesunden benachbarten Masten in Berührung bringen.

3. Maßnahmen zur Erhöhung der Wirksamkeit der Kupfersulfattränkung

Wir müssen uns mit dem Gedanken vertraut machen, daß etwa 70 verschiedene holzabbauende Pilze als Zerstörer unserer Leitungsmasten in Betracht kommen. Die Kupfersulfattränkung schützt die Leitungsmaste gegen alle diese Pilze, mit *einer* Ausnahme, *Polyporus vaporarius*, der unglücklicherweise auf Kupfer nicht anspricht und deshalb eine Tendenz zeigt, sich allmählich auf den kupferimprägnierten Freilandleitungen auszubreiten.

Aus der Tatsache, daß die Kupfersulfattränkung die Leitungsmaste gegen die *überwiegende Mehrzahl* der gefahrbringenden Pilze schützt, dürfen wir schließen, *daß kein Grund besteht, von der Kupfersulfattränkung abzugehen;* sondern es kann sich einzig darum handeln, die Lücke, die durch das Auftreten des *Polyporus vaporarius* gerissen wurde, in den gefährdeten Gebieten durch eine *zusätzliche Behandlung* der einzubauenden Leitungsmaste zu schließen. Dies kann durch die folgenden Maßnahmen geschehen :

a) durch Stockschutz,
b) durch Bodendesinfektion und
c) durch Nachpflege der Stangen.

a) Der Stockschutz

Für den Stockschutz kommen vor allem fünf Verfahren in Betracht: der Teerölanstrich, das *Eintauchen* der Maste in Teeröl, das *Anbrennen* der Maste, das *Impfstichverfahren* und die *Doppeltränkung.*

Beim *Teerölanstrich* wird der boucherisierte lufttrockene Mast, der bereits Schwundrisse aufweist, im Bereich der Einbauzone auf etwa 1,2 m Länge mit heißem Teeröl bestrichen; dabei werden die Schwundrisse besonders sorgfältig mit dem Imprägnieröl gefüllt, da sie zuweilen durch den kupfergetränkten Splint hindurch bis in das Reifholz hineinreichen. Neben seinen hervorragenden pilzwidrigen Eigenschaften wirkt das Teeröl wasserabstoßend und erschwert dadurch die Auslaugung des Kupfersulfates. Beim Einbau der Maste wird die teerölbehandelte Zone mit einer teerhaltigen Streichmasse kalt überdeckt und dadurch gegen äußere Einflüsse zusätzlich geschützt.

Dieses Anstrichverfahren ist gut, einfach und preiswert und erfordert keine besonderen baulichen Einrichtungen. Seine schwache Stelle liegt zunächst in der geringen Eindringtiefe des mit einer Bürste aufgetragenen heißen Teeröles. Wenn nach dem Einbauen der Maste neue Schwundrisse entstehen, so reichen sie nach einer gewissen Zeit durch die teerölgetränkte Zone hindurch und schaffen damit eine Eintrittspforte, an der das Teeröl nur noch wenig wirksam ist. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß dieser Schutzanstrich nur auf dem *absolut*

trockenen Mast haftet und auf einem feuchten Mast gleich wieder abgewaschen wird. Er bietet deshalb nur bei vollkommen seriöser Arbeit eine Gewähr für die erstrebte Schutzwirkung; denn die Bedingung des absolut trockenen (also nicht regenfeuchten) Mastes ist unter schweizerischen Verhältnissen, wo die Hauptregenzeit auf den Sommer fällt, schwer zu erfüllen.

Beim *Eintauchverfahren* wird der boucherisierte lufttrockene Mast, der bereits Schwundrisse aufweist, über Nacht etwa 2 m tief in einen Bottich mit Teeröl oder Pentachlorphenol, die beide mittels einer Heizschlange auf 90 bis 100° erwärmt sind, gestellt, damit er sich mit dem Imprägnieröl vollsaugen kann. Er nimmt während dieser Zeit erstaunlich viel Imprägnieröl auf, da offenbar die zahlreichen haarfeinen Schwundrisse, die dem bloßen Auge entgehen, wie ein Schwamm wirken. Ob man beim Einbau dieser « eingetauchten » Maste die Gefahrenzone überdies mit dem soeben erwähnten Kaltanstrich schützen will oder nicht, müssen die Praktiker entscheiden.

Das Erhitzen des Imprägnieröles ist unter schweizerischen Verhältnissen aus drei Gründen notwendig:

1. damit man wirklich einen erheblichen Überschuß von Imprägnieröl in die Leitungsmasten hineinbringt; denn das heiße Imprägnieröl *öffnet* gewissermaßen die latenten Schwundrisse und « Poren » und dringt dann von den Seiten her verhältnismäßig weit in die Gewebe ein;
2. damit die Maste auch bei schlechter Witterung nachbehandelt werden können, d. h. auch dann, wenn sie *regennaß* sind, was in unsern feuchten Sommern leicht der Fall ist; das 90 bis 100° warme Imprägnieröl trocknet nämlich die peripheren Holzgewebe rasch aus und dringt deshalb auch in regenfeuchte Maste gut ein;
3. damit das Imprägnieröl besser auf der Faser haftet und nach dem Herausnehmen des Mastes gewissermaßen « antrocknet ». Die teerölimprägnierten Leitungsmaste sind ja in der Schweiz immer deshalb abgewiesen worden, weil sich die Leitungsmonteure beim Besteigen dieser Maste zu sehr beschmutzen. Bei einer heißen *Stockschutztränkung*, also einer Nachtränkung des *Stockendes bis und mit der Tag- und Nachtzone*, dürfte jedoch diese Inkonvenienz belanglos sein.

Das Eintauchverfahren ist in den Nordstaaten der Union entwickelt worden. Dort werden in einer Reihe von Imprägnieranstalten die im Kesseldruckverfahren mit Teeröl getränkten Leitungsmaste nachträglich noch über Nacht in Pentachlorphenol gestellt, um ihnen (vor allem mit Rücksicht auf den früher genannten *Lentinus lepideus*) zusätzlich jede mögliche Sicherheit zu geben. Zahlen über die Lebensdauer dieser ein-

getauchten Maste bestehen noch nicht; dafür ist das Verfahren noch zu jung.

Der große Vorteil des Eintauchverfahrens ist, daß die boucherisierten Leitungsmaste in der Gefahrenzone einen erheblichen *Überschuß* an Imprägnieröl mit auf den Lebensweg bekommen. Wir *verschwenden* also Teeröl, bzw. Pentachlorphenol, tauschen aber dafür die Gewißheit ein, daß in der Sommerhitze ein Teil des eingebrachten Imprägnieröles in der Tag- und Nachtzone aus dem Mast herausschwitzt und in diesem hauptsächlichen Gefahrenbereich den Erdboden desinfiziert. Dies ist vor allem in jenen Fällen wichtig, wo Maste wegen *Polyporus vaporarius*-Befall ausgewechselt und wieder in das verseuchte Erdreich gestellt werden müssen.

Ein weiterer Vorteil des Eintauchverfahrens liegt darin, daß bei ihm der Spalten*mund* mit einem hochwirksamen, nicht auswaschbaren Desinfiziens vergiftet wird; auch wenn später der Schwundriß noch weiter gegen das Mark hin aufreißen sollte, so ist doch sein *Eingang,* durch den ja der Vermorschungspilz vordringen muß, samt dem dort lagernden Erdreich jahrelang durch Teeröl blockiert.

Ein Nachteil des Eintauchverfahrens liegt zunächst darin, daß neue bauliche Einrichtungen geschaffen werden müssen: Betontröge mit Heizschlangen, Gerüste zum Abstützen der eingetauchten Maste, ein kleiner Kran usw. Ein weiterer und wesentlicher Nachteil des Eintauchverfahrens liegt in seinen verhältnismäßig hohen Kosten, da schon ein kleiner Mast 3 bis 5 kg Imprägnieröl aufzusaugen vermag. Doch ist dieses Imprägnieröl nicht verloren; es ist ja im Mast *drin* und verleiht ihm die zusätzliche Sicherheit, die wir im Bereich der *Polyporus vaporarius*-Herde so dringend nötig haben.

Auch beim *Anbrennverfahren* werden die Masten zunächst normal behandelt, boucherisiert und dann langsam trocknen gelassen, damit das Kupfersulfat auf die Holzfaser aufzieht und dadurch fixiert wird; dann werden die Masten entrindet und gelagert; wenn sie bis zur Einbaufähigkeit getrocknet sind, kann das Anbrennen sogleich oder unmittelbar vor dem Versand erfolgen.

Mit einem «Starkbrenner», einer Art großer Lötlampe (Abbildung 1), werden die Masten im Bereich der künftigen Tag- und Nachtzone auf etwa 1 m Länge ringsum bis zur Rotglut angebrannt; dabei ist es unwesentlich, ob sie (bei sonniger Witterung) vollkommen trocken oder durch Regen erneut naß geworden sind. Bei regennassen Masten dauert die Prozedur einfach länger, etwa 10 Minuten gegen etwa 5 Minuten bei vollkommen trockenen Exemplaren. Entscheidend ist nur, daß durch das *vorangehende* Trocknen das gesamte ursprüngliche Imbibitionswasser entfernt wurde, die Masten also wirklich entquollen und *einbaureif* geworden sind.

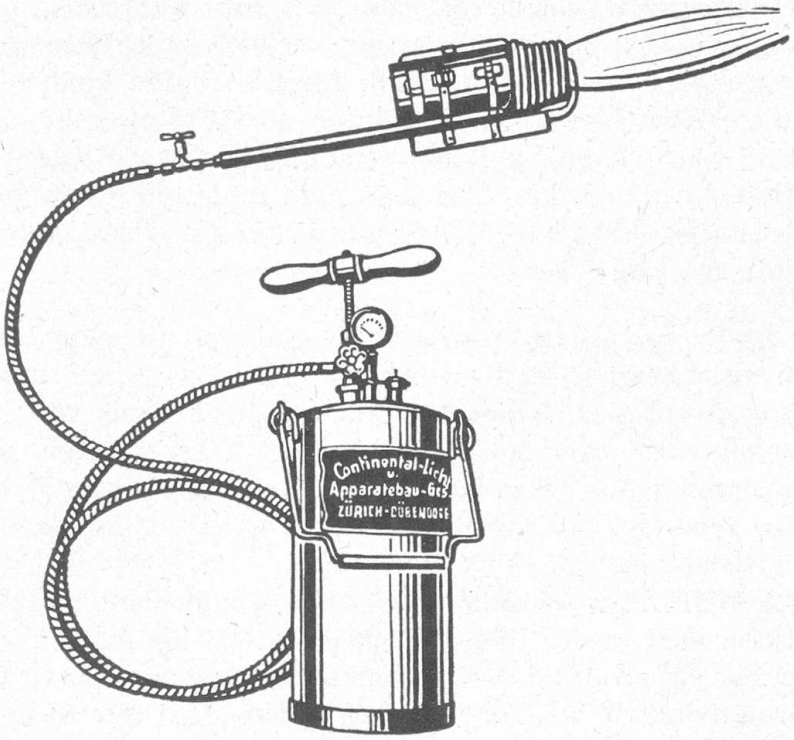
Der noch heiße Brandgürtel wird sodann mittels einer Baumspritze unter Druck mit Teeröl besprüht, wobei vor allem die Schwundrisse gefüllt werden. Ein mittlerer Mast (von etwa 12 m Länge) nimmt unter diesen Umständen rund 1 kg Teeröl auf.

Das Anbrennverfahren besitzt die folgenden Vorteile :

1. Durch die große Hitze wird im gesamten Stammquerschnitt im Bereich der spätern Tag- und Nachtzone eine eventuell bereits vorhandene Infektion thermisch vernichtet. Dies ist vor allem bei *ausgebauten* Masten wichtig, die später wieder anderswo verwendet werden sollen: sie können durch das Anbrennverfahren in der Gefahrenzone, wo sie zweifelsohne schon reichlich infiziert sind, wieder *sterilisiert* werden.
2. Während des Anbrennens erfolgt in den peripheren Holzgeweben eine trockene Destillation, deren Produkte (Teer usw.) wie bei jedem Anbrennen *trockenen* Holzes einen zusätzlichen Schutz vermitteln. Nur muß der Mast wirklich entquollen und einmal trocken gewesen sein, sonst wird er beim Anbrennen bloß in seinem eigenen Safte gekocht. Der Vorteil des Starkbrenners gegenüber dem gelegentlichen behelfsmäßigen Anbrennen über dem offenen Feuer liegt darin, daß die Prozedur so lange mit sehr großer Hitze (schätzungsweise über 600° C) fortgesetzt werden kann, bis die vorübergehend regennassen Gewebe getrocknet sind, so daß die trockene Destillation wirklich einsetzt.
3. Unter der Wirkung der örtlichen Hitze *öffnen* sich *vorübergehend* sämtliche *potentiellen* Schwundrisse, die vorher von bloßem Auge kaum wahrgenommen wurden. Sie klaffen derart weit auf, daß das unter Druck auf die heißen Gewebe aufgesprühte Teeröl tief in die Spalten eindringt, was ja beim Auftragen des Teeröles auf die kalten Leitungsmaste mittels einer Bürste stets Schwierigkeiten bereitet. Bei langdauernder Feuchtigkeit, bzw. nach dem Einbauen, schließen sich die sekundären Schwundrisse wieder und klemmen dabei gewissermaßen das in sie eingebrachte Teeröl ein.
4. Die großen primären Schwundrisse werden sich später, wie bei jedem andern Mast, kaum mehr schließen; sie sind aber in ihrer ganzen Länge, bzw. Tiefe, mit dem wasserabweisenden und überdies hochwertig desinfizierenden Teeröl ausgekleidet und dadurch der Infektion auf lange Zeit entzogen; und auch die kleineren sekundären Schwundrisse, die sich eventuell später « bilden », d. h. in Wirklichkeit sich wieder « öffnen », sind infolge der vorangegangenen künstlichen Öffnung in ihrem ganzen Bereich auf Vorrat mit der Schutztränkung versehen.

Die hauptsächliche Schwierigkeit des Anbrennverfahrens liegt darin, daß seine günstigen Möglichkeiten nur dann zur Auswirkung kommen,

wenn die Masten vor dem Anbrennen *wirklich bis zur Einbaureife getrocknet worden sind.* Das Anbrennverfahren bedingt deshalb die Haltung eines verhältnismäßig großen Lagers.



Schematisches Bild eines tragbaren Starkbrenners der « Continental » Licht- und Apparatebau AG. in Dübendorf-Zürich

Das *Impfstichverfahren* haben wir schon in unserer Arbeit von 1935 besprochen und abgebildet. Wenn man es, wie hier vorgesehen, als *zusätzlichen* Stockschutz verwendet, so werden die Leitungsmaste zunächst normal getränkt und sodann nach dem Entrinden mit einer Imprägniermasse «beimpft»: Mit einer Hohlnadel werden in der Gefahrenzone in einem Abstand von je etwa 5 cm kleine Depots eines Schutzmittels in die peripheren Partien des Stammes eingepreßt. In der Folgezeit diffundiert der Schutzstoff aus allen den Depots allmählich über die benachbarten Holzgewebe hin und bildet auf diese Weise im idealen Falle um den Stamm herum einen geschlossenen Ring.

Der Vorteil des Impfstichverfahrens liegt darin, daß man bei ihm die Schutzstoffdepots an beliebiger Stelle in beliebiger Dichte am Stamm anbringen und dadurch über die Kupfersulfattränkung hinaus einen geschlossenen, zusätzlichen Imprägnierungsring schaffen kann. Die Nachteile des Verfahrens sind zunächst technischer Natur: nicht die *Schwundrisse,* durch welche der Vermorschungspilz eindringt, werden auf Vorrat

vergiftet, sondern die *benachbarten* Gewebe; diese Abriegelung versagt aber, wenn die der Infektion offenstehenden Schwundrisse bis hinter den Diffusionsring des Schutzpräparates in den Stamm hineinreichen. Ferner erfolgt die Diffusion des eingebrachten Schutzstoffes in unsern feinjährigen Masten verhältnismäßig langsam; man wird wohl zwei Jahre rechnen müssen, bis sich der Diffusionsring wirklich geschlossen hat; *dann* ist er zweifelsohne sehr wirkungsvoll. Aber bis dahin kann in den gefährdeten Gebieten bereits eine Infektion zum Haften gekommen sein. Ein weiterer Nachteil des Impfstichverfahrens ist psychologischer Natur: Die Qualität der Arbeit kann bei ihm nicht unmittelbar überprüft werden, und man ist deshalb vollkommen auf die Zuverlässigkeit der ausführenden Firma angewiesen.

Das fünfte und letzte Stockschutzverfahren, die *Doppeltränkung,* geht vom Gedanken aus, in die Stockpartie des Mastes auf dem *Boucherisierungswege* ein zusätzliches Schutzmittel einzuführen, das wegen seiner physikalischen oder kolloidchemischen Eigenschaften nicht mit Sicherheit durch den *ganzen* Mast hinaufzudringen vermag. Man boucherisiert also zunächst mit Kupfersulfat und schaltet hernach auf die Stockschutztränkung um.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist seine Einfachheit und Billigkeit. Sein Nachteil liegt in der Ungewißheit einerseits über das gegenseitige Verhalten der Primär- und der Sekundärtränkung, und anderseits über die Eindringtiefe: wie weit in jedem einzelnen Mast der nicht auslaugbare Teil der Nachtränkung vorgedrungen ist.

Wenn der Verfasser von seinem Laboratoriumsstandpunkte aus zwischen den fünf Stockschutzverfahren wählen müßte, so würde er für die gefährdeten, mit *Polyporus vaporarius* verseuchten Gebiete *dem heißen Eintauchverfahren unbedingt den Vorzug geben.* Selbst wenn der Mast je nach Größe 10 bis 20 Fr. mehr kosten sollte, so machen sich diese Mehrkosten sicherlich durch die erhöhte Lebensdauer und die vermehrte Betriebssicherheit reichlich bezahlt.

b) Die Bodendesinfektion

Es gehört mit zu den unangenehmen Eigenschaften des *Polyporus vaporarius,* daß er im Erdreich *persistiert;* wo er einmal aufgetreten ist, bleibt er infolgedessen als latente Infektionsgefahr für den neu eingebauten Mast dauernd bestehen. Wenn der neu eingebaute Mast wegen der Besitzverhältnisse (wenn er zum Beispiel auf der Grenze steht) wieder in das alte Standloch oder in seine unmittelbare Nähe gestellt werden muß, so greift man häufig zum Mittel der chemischen, bzw. thermischen Bodendesinfektion, spritzt das Standloch mit einem Desinfiziens aus und

behandelt überdies die wieder einzufüllende Erde mit derselben Substanz oder brennt das Standloch entsprechend dem Anbrennverfahren mit dem Flammenwerfer aus und behandelt in gleicher Weise auch die wieder einzufüllende Erde.

Diese Maßnahmen sind sicher richtig; denn sie *erschweren* dem Pilz das Zurückwachsen in den neu eingebauten Mast; aber sie *verunmöglichen* es nicht. Es liegt, wie die Erfahrungen im Gartenbau zeigen, leider im Wesen jeder örtlichen chemischen oder thermischen Bodendesinfektion, daß sie den Erreger nur unmittelbar dort eliminiert, wo sie ihn trifft, und im übrigen bloß sein erneutes Angehen, sein erneutes Aufflackern *verzögert*. Was wir also mit der Bodendesinfektion erreichen, ist Zeitgewinn; aber wir werden die latente Infektionsgefahr nicht los. Der neu einzubauende Mast muß deshalb trotz der chemischen, bzw. thermischen Bodendesinfektion mit allen nur möglichen zusätzlichen Sicherheiten versehen werden.

c) Die Nachpflege der Stangen

Wenn an einem stehenden Leitungsmast frühzeitig ein kleiner Infektionsherd entdeckt wird, so kann versucht werden, ihn durch Nachbehandlung, « Nachpflege », der infizierten Partien abzuriegeln oder auszulöschen. Hierfür stehen drei Wege offen :

1. das *Nachbrennen* der stehenden Maste entsprechend dem soeben besprochenen Anbrennverfahren;
2. das unmittelbare Hineinpressen einer desinfizierenden Substanz in die infizierten oder gefährdeten Gewebe mittels des *Impfstichverfahrens* und
3. die Desinfektion von außen her durch Auflegen einer pilzwidrigen Substanz mittels *Bandagen*.

Sämtliche drei Verfahren sind bei richtiger Anwendung imstande, den Zerfall des Mastes zu verlangsamen und sind deshalb als Notbehelf existenzberechtigt. Ihr wesentlicher Nachteil ist, daß man bei ihnen die Qualität der Arbeit und den Wirkungsgrad der durchgeführten Maßnahmen nicht unmittelbar nachprüfen kann und daß schlechte Arbeit erst nach einigen Jahren, wenn sich die Einzelheiten kaum mehr rekonstruieren lassen, als solche erkennbar wird. Die Nachpflege steht und fällt deshalb mit der Qualität der *Ausführung*.

Ferner darf nicht übersehen werden, daß sämtliche Nachpflegeverfahren ihrem Wesen nach bloß *Heil*mittel sind; und da Vorbeugen besser ist als Heilen, so wäre es wahrscheinlich richtiger, die für die gefährdeten Gebiete bestimmten Leitungsmaste von vorneherein, ohne Rücksicht auf die augenblicklichen Kosten, derart zu imprägnieren und mit einem zusätzlichen Schutz zu versehen, daß sich die spätere Nachbehandlung erübrigt.

4. Das Boucherisieren mit andern Chemikalien als mit Kupfersulfat

Von ausländischen Besuchern wird immer wieder die Frage gestellt, warum wir in der Schweiz derart hartnäckig am Boucherisieren festhalten, und wir müssen stets wieder entgegnen, daß dies nicht nur aus sentimentalen, sondern überdies aus zwei sehr realen Gründen geschieht.

Der eminente Vorteil der Boucherisierung, also der Tränkung der Leitungsmaste im Saftverdrängungsverfahren, liegt darin, daß bei ihm die Qualität der Arbeit an jedem einzelnen Mast durch die Blutlaugensalzprobe ohne weiteres überprüft werden kann. *Dies ist bei keinem andern Verfahren möglich.* Der Übernahmebeamte ist somit in der Lage, bei boucherisierten Leitungsmasten die Fehler des Materials oder der Ausführung unmittelbar zu erkennen. Diese einwandfreie Kontrollmöglichkeit besteht freilich nur bei dem *alten,* normalen Boucherieverfahren, wie es von unsern Imprägnieranstalten allgemein durchgeführt wird. Neuere Tränkungsmethoden, wie das « gegenläufige Verfahren », wo von beiden Stammenden her imprägniert wird, lassen sich schlecht auf die Qualität der Imprägnierung hin kontrollieren. Dasselbe gilt für das neue Boucherieverfahren nach Gewecke, bei dem die Stämme geschält werden und die Imprägnierlösung nicht, wie bisher, durch den Stamm gedrückt, sondern durch die ganze von der Imprägnierlösung umgebene Oberfläche am Stamm- und Zopfende mittels einer Vakuumpumpe durchgesaugt wird. Mit beiden Methoden lassen sich zweifelsohne gute Ergebnisse erzielen; aber der Übernahmebeamte kann sie nicht an den einzelnen Leitungsmasten überprüfen.

Der zweite Vorteil der Boucherisierung liegt darin, daß sie nur im *Kleinbetrieb* durchgeführt werden kann, also *dezentralisiert* arbeiten muß. Statt *einer* großen Fabrik haben wir über zwanzig wirtschaftlich arbeitende, mit dem Boden verbundene Kleinbetriebe durch das ganze Land zerstreut. Diese Struktur bietet den Vorteil, daß sich die Imprägnieranstalten das Holz aus ihrer nähern Umgebung beschaffen können und es bald nach der Schlägerung in die Imprägnieranstalt führen lassen. Dadurch kommt das Stangenholz waldfrisch in die Imprägnieranstalt, wird sogleich eingedeckt oder gelangt in den Frühjahrsmonaten direkt zur Tränkung.

Diese beiden Vorteile der Boucherisierung, der praktische Vorteil der unbeschränkten Kontrollmöglichkeit und der ideelle Vorteil, daß die dezentralisierte Struktur der Wirtschaft unserer Auffassung vom Wesen des schweizerischen Staates entspricht, sind derart gewichtig, daß ein Ersetzen der klassischen Boucherisierung durch ein anderes Tränkungsverfahren für schweizerische Verhältnisse nicht in Frage kommt. Dagegen können wir sehr wohl die Möglichkeit erwägen, das Kupfersulfat im Saftverdrängungsverfahren durch *andere Chemikalien* zu ersetzen. Die

Vor- und Nachteile des Kupfersulfates wurden in unserem frühern Aufsatz (1935) besprochen. Das neue Präparat müßte die Vorteile des Kupfersulfates ohne dessen Schwächen besitzen.

Die ideale Lösung wäre, wieder einen *einheitlichen* Tränkungsstoff zu finden, der chemisch unverändert vom Stock bis zum Zopf durchfließt, beim Antrocknen auf der Holzfaser haftet (« aufzieht ») und sich nicht auswaschen und durch die Bodensubstanzen nicht auslaugen läßt. Ein derartiger Stoff ist durchaus denkbar; er ist nur praktisch noch nicht gefunden.

Die zweite Möglichkeit besteht in einer Tränkung des Mastes mit einem *Gemisch* mehrerer Substanzen, die dann im Innern der Gewebe miteinander reagieren und einen unlöslichen und deshalb nicht auswaschbaren Komplex bilden. Die hauptsächliche Schwierigkeit dieser Tränkungsgemische liegt im Filtereffekt der Zellwände. Wegen der ungleichen Diffusionsgeschwindigkeit der verschiedenen Komponenten erfolgt im Innern des Stammes allmählich eine Entmischung, so daß am Zopfende nicht mehr sämtliche Komponenten im selben Mengenverhältnis vorhanden sind wie am Stockende.

Diese Schwierigkeit ist unter schweizerischen Verhältnissen besonders groß; denn einerseits sind unsere Fichten und Tannen aus klimatischen und edaphischen Gründen langsam gewachsen und feinjährig und setzen deshalb dem Tränkungsgemisch einen großen Penetrationswiderstand entgegen, und anderseits verwenden wir wegen ihrer größern Dauerhaftigkeit ausschließlich wintergeschlagene Stämme, die im folgenden Frühjahr nur noch verhältnismäßig schwach in den Saft kommen, deshalb langsam fließen und dadurch dem Tränkungsgemisch wiederum einen unverhältnismäßig großen Filterwiderstand entgegensetzen. Der Verfasser hat denn auch noch kein Tränkungsgemisch gesehen, das unsern hochgespannten Anforderungen genügt hätte, also die Konkurrenz mit dem Kupfersulfat aufnehmen könnte. Doch mag es sich auch hier um ein Ei des Kolumbus handeln, so daß Überraschungen durchaus im Bereich des Möglichen liegen.

Résumé

Il y a 15 ans, l'auteur exposa dans la « Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen » (n° 86, 1935, pages 1 et suivantes) quelques problèmes se rapportant à l'injection des poteaux, en particulier les avantages et désavantages du procédé Boucherie.

La durée moyenne des 60 000 poteaux qui durent être remplacés par les P. T. T. au cours des années 1940 à 1948 est de 22,5 ans. La méthode Boucherie est donc excellente. Dans certains arrondissements postaux, la durée moyenne des poteaux diffère fortement de ce chiffre de 22,5. Tel est le cas pour Genève où la moyenne n'est que de 14,4 ans seulement, alors qu'à Neuchâtel elle atteint 30,3 années.

Cette diminution dans la durabilité est due à une seule cause, savoir à une infection des poteaux par le *Polyporus vaporarius* (pourriture liège), appelé aussi *Poria Vaillantii* dans la littérature anglo-saxonne. La pourriture liège attaque aussi bien les bois sur pied que les bois abattus, elle montre une forte croissance (jusqu'à 16 mm. par jour) et résiste aux fongicides à base de cuivre.

Dans cette commission, l'auteur traite les questions suivantes:

1° Les conditions d'extension du *Polyporus vaporarius;*

2° le milieu germinatif et le mode de propagation du *Polyporus vaporarius;*

3° les mesures susceptibles d'augmenter l'efficacité de l'injection au sulfate de cuivre;

4° Le remplacement du sulfate de cuivre par d'autres fongicides.

On peut se demander pourquoi un traitement qui a donné d'excellents résultats pendant près de 100 ans, comme l'injection au sulfate de cuivre, vient tout à coup à manquer d'efficacité. En réalité, il s'agit d'un problème biologique qui provoque aujourd'hui de nombreuses difficultés dans la désinfection chimique et la chimiothérapie.

Nos mesures chimiques de protection ne créent qu'un milieu libre d'êtres vivants, un milieu dans lequel les agents destructeurs ne peuvent pas se développer parce qu'il est empoisonné. Pourtant aucun désinfectant ou produit chimiothérapeutique ne peut être mortel pour l'ensemble des individus d'un agent destructeur. De plusieurs millions d'individus, il s'en trouve toujours un qui supporte encore la concentration du poison et qui peut végéter dans ce milieu.

Deux cas sont alors possibles:

1° Ou l'individu s'habitue au poison, tel un fumeur à la nicotine. Les descendants héritent de cette propriété au cas d'une reproduction végétative et nous obtenons ainsi progressivement des races qui résistent au poison.

2° Ou sous l'influence du poison, des mutations se produisent parmi les individus réfractaires de l'agent destructeur. Une partie des mutants donne peut-être à son tour naissance à une descendance résistante.

Dans les deux cas la situation est la même, l'individu réfractaire au poison, capable de vivre dans le substratum empoisonné, peut se propager à l'abri de ces ennemis naturels. Ainsi chaque traitement chimique sélectionne les agents destructeurs quant à leur immunité au poison et provoque même par mutations des races résistantes, affaiblissant sa propre efficacité.

D'où proviennent les infections du *Polyporus vaporarius* et comment se propagent-elles?

A vrai dire on ne peut répondre exactement à cette question. On pourrait admettre la présence de ce champignon lors de l'abattage d'une jeune plantation attaquée par l'*Agaricus melleus*. En effet, l'agaric mielleux comprend un très grand nombre de races fort diverses quant à la croissance et à la toxicité. Il se pourrait que des infections reconnues au premier abord comme étant des infections de l'agaric mielleux soient en réalité dues au *Polyporus vaporarius*.

L'analyse microbiologique de 120 tiges attaquées par l'agaric mielleux n'a cependant pas révélé la présence du *Polyporus vaporarius.*

Une autre possibilité serait l'infection des poteaux par le sol. Ce cas peut se produire sur d'anciens sols forestiers, dans des vergers ou en forêt.

Comment le champignon se propage-t-il sur la ligne?

La propagation par spores est à peine possible du fait que le poteau infecté doit être remplacé avant que le champignon ait eu le temps de former des organes de fructification.

Selon l'auteur, le *Polyporus vaporarius* se propagerait principalement par infection à l'aide des outils (y compris les crampons) des monteurs. Aussi, à chaque poteau les ouvriers devraient-ils nettoyer leurs instruments au moyen d'une brosse.

Quelles sont les mesures capables d'augmenter l'efficacité de l'injection au sulfate de cuivre?

Près de 70 champignons attaquent nos poteaux. L'injection au sulfate de cuivre est efficace contre tous ces parasites, sauf contre le *Polyporus vaporarius.* Il faut donc effectuer un traitement supplémentaire dans les régions contaminées. Ce traitement peut comporter:

a) Une protection du pied du poteau;
b) une désinfection du sol;
c) un traitement ultérieur des poteaux.

a) La protection du pied du poteau.

Cinq procédés curatifs entrent en considération pour le traitement du pied:

1° Le badigeonnage au goudron;
2° l'imprégnation profonde au goudron par trempage;
3° le flambage ou carbonisation superficielle;
4° injection d'un antiseptique par piqûres (procédé Cobra);
5° l'imprégnation mixte.

Selon l'auteur, le traitement qui offre le plus de garantie est celui de l'imprégnation profonde au goudron par trempage.

b) La désinfection du sol.

L'une des particularités du *P. vaporarius* est d'être très persistant, présentant ainsi un danger d'infection permanent pour le nouveau poteau. Lors du changement d'un poteau on peut stériliser la terre à l'aide d'un antiseptique ou à la flamme. Cependant ces mesures n'excluent pas forcément une nouvelle infection.

c) Le traitement ultérieur des poteaux.

On peut effectuer:

1° La carbonisation superficielle;
2° l'injection d'un antiseptique par piqûres;
3° l'application d'un bandage de protection enduit de substances antiseptiques.

Toutes ces mesures ne font cependant que ralentir la destruction du poteau et doivent être en plus convenablement exécutées pour être efficaces.

Peut-on envisager l'injection avec d'autres substances chimiques que le sulfate de cuivre?

Le grand avantage de l'injection au sulfate de cuivre est que cette opération est contrôlable à l'aide de ferrocyanure de potassium. En outre ce procédé peut être exécuté par de petites entreprises distribuées dans tout le pays. Cette décentralisation est économiquement et forestièrement tellement favorable qu'il est difficile de remplacer l'injection au sulfate de cuivre par un autre procédé. D'ailleurs les avantages et désavantages de la méthode Boucherie furent examinés par l'auteur en 1935.

La solution idéale serait de trouver une substance imprégnant uniformément le poteau du pied à la tête, non lessivable et s'incrustant dans les parois cellulaires des fibres. Une deuxième solution serait une imprégnation avec un mélange d'antiseptiques réagissant à l'intérieur des tissus pour former un complexe insoluble.

Cependant la réalisation de ce principe est ardue à cause de l'effet de filtre des membranes cellulaires. Cette difficulté est encore augmentée par la fine structure du bois de nos épicéas et sapins dont la grande résistance de pénétration se trouve être encore renforcée par l'écoulement lent de la sève au printemps. Aussi l'auteur ne connaît-il pas de mélange antiseptique susceptible de remplacer le sulfate de cuivre.

O. Lenz.

Les hybrides américains de peuplier

Par *Malek Basbous,* ing. agr. E. N. A. A., ing. civil des Eaux et Forêts

(Rapport de mission officielle en Amérique du Nord, juillet à octobre 1949)

1° Les peupliers spontanés

Jusqu'en 1924, les seuls peupliers connus par les agriculteurs ou les forestiers étaient des espèces indigènes bien différenciées. Citons:

1° Le *Populus tacamahaca* Mill., le « Balsam poplar », appelé aussi communément Tacamahac — Tacamahac poplar — Balm of Gilead — Balm of Gilead poplar — Balsam cottonwood.

Cette espèce est localisée dans le nord-est des E. U. A. et dans l'est du Canada.

2° Le *Populus deltoïdes* Marshall (*Populus deltoidea* Bartr.), l'« Eastern cottonwood », appelé aussi communément Cottonwood — Eastern poplar — Carolina poplar — Necklace poplar.

Cette espèce occupe tout l'est des E. U. A., du nord au sud, à l'exception de la Floride.

3° Le *Populus grandidentata* Michaux, le « Bigtooth aspen », appelé aussi communément Large-toothed aspen — Aspen poplar.

L'aire de cette espèce est limitée au nord-est des E. U. A., mais descend un peu plus vers le sud que celle du *Populus tacamahaca* et arrive aux confins de la région du sud-est (South eastern region).

4° Le *Populus heterophylla* L., le « Swamp cottonwood », appelé