

den außerordentlich günstigen Einfluß der Durchmischung des Schwelgutes für die Wärmeübertragung bei der Schwelung zu erkennen geben.

Unter vereinfachenden Annahmen sind die Mischfaktoren für einige Ofentypen berechnet worden (siehe nebenstehende Tabelle).

Da außer der Wärmeübertragung noch andere Gesichtspunkte, wie z. B. die mehr oder weniger schonende Behandlung der Schwelprodukte, für die Beurteilung eines Ofensystems maßgebend sind, gibt diese Rechnungsweise

kein Werturteil über die genannten Ofentypen, sondern lediglich eine Vergleichsmöglichkeit.

Ofentyp	Körnung	Was-sergehalt %	Heiz-temp. angen. °C	Mittl. Schicht-dicke mm	Schwel-leistung kg/m²h	Misch-faktor M
Rolleofen ..	Gemisch	15	510	90	6,5	2,13
Bartlingofen	Staub	10	350—510	3	80,0	1,55
Drehofen ...	Gemisch	15	150—510	17	23,5	5,90
K.V.G.-Ofen	Entstaubt	12	510	43	41,7	6,75

[A. 138.]

## Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln. (Auszug).<sup>1)</sup>

Von

Prof. Dr. LIESE, Eberswalde, Prof. NOWAK, Mödling, Dr. PETERS, Berlin

(Eingeg. 6. Nov. 1934.)

und Dr. RABANUS, Uerdingen.

Arbeitsausschuß der Internationalen Tagung von Mykologen und Holzschutzfachleuten in Berlin, Juni 1930<sup>2)</sup>.

Die toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln wird im allgemeinen nach 2 Methoden ausgeführt, von denen die eine künstliche Nährböden (sogenannte Agar-Methode) und die andere Holz (sogenannte Klötzchenmethode) zur Unterbringung des Giftstoffes verwendet. Die Prüfung erfolgt bei beiden Methoden unter Verwendung von Reinkulturen holzzerstörender Pilze.

Die Tagung<sup>2)</sup> lehnte die von amerikanischer Seite fast ausschließlich benutzte Agar-Methode (auch Röhren- bzw. Petrischalen-Methode genannt) ab, weil sie nicht mit Holz als dem naturgemäßen Nährsubstrat arbeite; demgegenüber liefere die Klötzchenmethode einwandfreie Werte für die toxische Wirksamkeit eines Holzschutzstoffes<sup>3)</sup>.

Ein Arbeitsausschuß wurde mit der Aufgabe betraut, eine durch entsprechende Versuchsreihen gestützte Arbeitsvorschrift für die Klötzchenmethode aufzustellen.

Der Arbeitsausschuß führte seine Arbeiten nach folgendem Programm aus:

1. Auswahl der Testpilze auf Grund der Schnelligkeit des Wachstums und der Zerstörungsfähigkeit gegenüber Kiefernplintholz bzw. Buchenholz;

2. Toximetrische Reihenversuche zur Festlegung einer genauen Arbeitsvorschrift.

An diesen Arbeiten beteiligten sich neben dem Arbeitsausschuß noch die Herren:

*Bavendamm* (Tharandt), *Findlay* (Princes Risborough), *Gäumann* (Zürich), *Kluyver* unter Mitarbeit von *Hoogland* und *Van den Berge* (Baarn), ferner als ständige Mitarbeiter des Arbeitsausschusses die Herren *Krieg* (Berlin) und *Pflug* (Berlin).

Folgende **Testpilze** werden als geeignet empfohlen:

*Coniophora cerebella*,  
Stamm Pleß und Idaweiche

*Polyporus vaporarius*,  
Stamm Eberswalde

*Lenzites abietina*,  
Stamm Eberswalde

*Lentinus squamosus*,  
Stamm Eberswalde

*Polystictus versicolor*,

Stamm Princes Risborough

*Daedalea quercina*,

Stamm Princes Risborough.

Reinkulturen dieser Stämme können bezogen werden durch die Hauptstelle für forstlichen Pflanzenschutz in Eberswalde.

Für die toximetrische Bestimmung selbst sind 2 Ausführungsformen der Klötzchenmethode ausgearbeitet worden, die als gravimetrische und manuelle Ausführungsform unterschieden sind.

Anzuwenden ist:

die gravimetrische Ausführungsform bei Buchenholz,  
die manuelle Ausführungsform bei Kiefernholz,  
beide Ausführungsformen bei allen anderen Holzarten  
bis zur Entscheidung, welcher von beiden der Vorzug zu geben ist.

Unter Umständen wird es empfehlenswert sein, die gravimetrische Methode auch bei Kiefernholz heranzuziehen.

### Klötzchen-Methode.

Gravimetrische  
Ausführungsform.

Manuelle  
Ausführungsform.

#### A. Methodik.

Eine Reihe von Holzklötzchen, die in einem bestimmten Trockenheitsgrad gewogen sind, wird mit verschiedenen Mengen des zu prüfenden Giftstoffes imprägniert. Diese Klötzchen werden dann zusammen mit je einem rohen, gewogenen Klötzchen in Glasgefäße auf Reinkulturen der holzzerstörenden Pilze eingebaut.

Eine Reihe von luftgetrockneten, gewogenen Holzklötzchen wird mit verschiedenen Mengen des zu prüfenden Giftstoffes imprägniert. Diese Klötzchen werden dann zusammen mit je einem rohen Klötzchen in Glasgefäße auf Reinkulturen der holzzerstörenden Pilze eingebaut.

Nach einer bestimmten Versuchsdauer werden die Klötzchen ausgebaut und vom anhaftenden Pilzmycel gesäubert.

Dann werden die Klötzchen in ihrem ursprünglichen Trockenheitsgrad wieder gewogen. Der Gewichtsverlust ist der Maßstab für die erfolgte Holzzerstörung.

Dann wird durch Betrachtung und manuelle Prüfung festgestellt, ob der Testpilz die Klötzchen angegriffen hat.

<sup>1)</sup> Der ausführliche Ausschlußbericht erscheint als „Beiheft zu den Zeitschriften des Vereins deutscher Chemiker“ Nr. 11 „Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln“ und ist zu beziehen vom Verlag Chemie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3. Vorausbestellung bis zum 2. Februar 1935 zum Sonderpreis von RM. 2,40 statt RM. 3,20. Bestellschein im Anzeigenteil.

<sup>2)</sup> Tagungsbericht siehe diese Ztschr. 43, 868 [1930].

<sup>3)</sup> Vgl. *Rabanus*, Angewandte Botanik 1932.

## B. Ausführung der Versuche.

## 1. Kulturgefäße.

Es werden sogenannte Kolleschalen (flache, gläserne Flaschen mit seitlicher Öffnung) von nachstehenden Abmessungen verwendet:

Gesamtlänge .....	200 mm
Höhe .....	30 mm
Halslänge .....	60 mm
Größte Breite .....	120 mm
Halsbreite .....	60 mm
Öffnung .....	25 × 55 mm lichte Weite
Einschnürung .....	5 mm
Glasstärke .....	2–3 mm

## 2. Nährboden zur Heranzüchtung der Pilz-Reinkulturen.

50 g eingedickter Malzextrakt (z. B. Schering) und 30 g Agar-Agar (zerkleinert) werden mit destilliertem Wasser auf 1000 g gebracht und bis zur Lösung unter gelegentlichem Umschütteln erwärmt. Der so bereitete Nährboden ist bei steriler Behandlung in geschlossenen Gefäßen haltbar.

Zur Füllung einer Kolleschale werden etwa 45 cm<sup>3</sup> Nährboden verwendet. Die nach der Füllung mit Wattepfropfen verschlossenen Kolleschalen werden 1/2 h in strömendem Dampf sterilisiert und dann bei der Abkühlung auf die die Einschnürung tragende Fläche gelegt. Die Beimpfung muß bald erfolgen, auf jeden Fall bevor der Boden Trockenrisse zeigt.

Als geeigneter Nährboden für Nadelholzerstörer hat sich nach Liese auch Fichtenholzschliffpappe erwiesen; diese wird mit 8 % iger Malzextraktlösung durchtränkt und dient zur Belegung des Bodens der Schale. Weitere Behandlung erfolgt wie bei den Agar-Nährböden.

## 3. Beimpfen der Kolleschalen.

Die Impfstückchen werden mit einem geeigneten Impfspatel einer einwandfreien, nicht zu alten Reinkultur des Testpilzes entnommen und auf den Nährboden gelegt. Der Impfspatel muß zuvor durch Hindurchziehen durch eine Flamme stets steril gemacht werden.

## 4. Holzart.

Im allgemeinen wird Kiefernspiltholz verwendet. Das Holz soll weder ausgesprochen grob noch ausgesprochen dicht gewachsen sein, ferner soll es gesund, astrein, möglichst harzarm und von in sich gleicher Beschaffenheit sein. Die in unmittelbarer Nähe des Zopfes oder des Stammendes liegenden Teile des Stammes sind für die Herstellung von Klötzchen ungeeignet.

Aus diesem Holzmaterial werden Klötzchen von 1,5 × 2,5 × 5 cm Größe hergestellt.

In besonderen Fällen kann natürlich auch jedes andere Holz verwendet werden. So wird man z. B. das Verhalten eines ausgesprochenen Laubholzerstörers, wie etwa *Polystictus versicolor*, gegenüber Pilzgiften unter Verwendung von Laubholz prüfen (Buche).

## 5. Vorbehandlung der Klötzchen.

Gravimetrische  
Ausführungsform.

Manuelle  
Ausführungsform.

Alle Klötzchen werden bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und nach Erkaltenlassen (im Exsiccator) auf Zehntelgramme genau gewogen. Dieses Gewicht stellt das Anfangsgewicht dar. Vgl. hierzu aber Punkt 9!

Die zur Imprägnierung bestimmten etwa luftgetrockneten Klötzchen werden auf Zehntelgramme genau gewogen.

Für die Imprägnierung der Klötzchen werden folgende Gruppen von Stoffen unterschieden:

- a) wasserlösliche Stoffe in wäßriger Lösung,
- b) wasserunlösliche Stoffe in geeigneten Lösungsmitteln,
- c) wasserunlösliche Stoffe in wäßriger Emulsion. Hierhin gehören insbesondere Stoffe öligiger Natur oder Auflösungen von wasserunlöslichen Stoffen in geeigneten Flüssigkeiten.

Zur Imprägnierung werden die Klötzchen in die Tränkflüssigkeit untergetaucht und einem Vakuum von 10 bis 20 Minuten Dauer ausgesetzt. Die Höhe des Vakuums beträgt im allgemeinen 60–65 cm<sup>4</sup>), muß aber bei leichtflüchtigen Stoffen entsprechend niedriger sein (z. B. bei Aceton etwa 55 cm). Nach Aufhebung des Vakuums läßt man die Klötzchen solange in der Flüssigkeit untergetaucht liegen, bis sie sich mit der Imprägnierlösung vollgesaugt haben. Dann werden sie herausgenommen, abgetupft und sofort auf Zehntelgramme genau gewogen. Aus der Gewichtszunahme der Klötzchen und der Konzentration der Tränklösung errechnet man die Aufnahme der Klötzchen an Giftstoff, die abgerundet auf volle 10 kg Tränklösung bzw. abgerundet auf 1/100 kg Giftstoff je m<sup>3</sup> Holz genau anzugeben ist.

Die unter a genannten Stoffe werden in Form ihrer wäßrigen Lösungen zur Tränkung verwendet.

Für die unter b und c genannten Stoffe kommt deren Lösung in möglichst indifferenten, leicht flüchtigen Lösungsmitteln sowie ihre Emulgierung in Wasser unter Zuhilfenahme eines gegen Pilze indifferenten Emulsionsträgers in Frage. Hierzu werden einerseits z. B. Aceton als Lösungsmittel, andererseits die Verwendung von Sulfitablauge als Emulsionsstabilisator und die Homogenisierung zur Verbesserung der Emulsionen empfohlen.

Nach der Imprägnierung bleiben die Klötzchen solange an der Luft liegen, bis das organische Lösungsmittel möglichst vollständig verdunstet ist. Die mit wäßrigen Lösungen oder Emulsionen getränkten Klötzchen sind für den Einbau bereits nach Abgabe von ca. 2/3 der aufgenommenen Flüssigkeitsmenge verwendbar. Längeres Liegengelassen bis zum Einbau ist besonders bei flüchtigen Giftstoffen unzulässig.

## 6. Einbau der Klötzchen.

Die in den Kolleschalen gezüchteten Reinkulturen sind innerhalb 1–2 Wochen nach völliger Bewachung des Nährsubstrats durch das Mycel mit den Klötzchen zu beschenken.

Die imprägnierten Klötzchen werden mit passenden Glasbänkchen als Zwischenlagen auf die Kulturen aufgelegt, um die Diffusion von Tränkstoff in den Nährboden nach Möglichkeit zu verhüten. Das außerdem in jede Schale einzubauende rohe Klötzchen kann ohne Zwischenlage direkt auf die Kultur aufgelegt werden. Unmittelbar vor dem Einbau sind Glasbänkchen und Klötzchen durch mehrmaliges, kurzes Hindurchziehen durch eine Flamme bzw. durch kurze Behandlung in strömendem Dampf äußerlich zu sterilisieren. Sofort nach dem Einbau der Klötzchen werden die Kolleschalen wieder durch Wattepfropfen verschlossen.

## 7. Versuchsbedingungen.

Die Schalen sind in einem Raume aufzubewahren, dessen relative Feuchtigkeit 60–70 % bei einer Temperatur von 18–22° beträgt, und vor direktem Sonnenlicht zu schützen.

<sup>4</sup>) Entsprechend einem Druck von 110–160 mm Quecksilber.

Eine Infektion der Klötzchen oder der Kulturen mit anderen Pilzen, Bakterien oder Milben macht die davon betroffenen Schalen für den Versuch unbrauchbar.

#### d. *Zeiddauer.*

Die Versuchsdauer zwischen Ein- und Ausbau der Klötzchen beträgt 3 — 4 Monate; sie ist abhängig von den Versuchsbedingungen und der Pilzart.

#### 9. *Ausbau und Feststellung der Ergebnisse.*

Nach Ablauf der Versuchsdauer werden die Klötzchen ausgebaut und vom anhaftenden Pilzmycel befreit.

Hierauf werden die Klötzchen getrocknet. Die Trocknung der ausgebauten und durch 1 — 2-tägiges Liegenlassen an der Luft vgetrockneten Klötzchen erfolgt durch mehrstündiges Erwärmen auf 105° bis zur Gewichtskonstanz und anschließendes Erkaltenlassen im Exsiccator.

Das nach dieser Trocknung auf Zehntelgramme genau festgestellte Gewicht der Klötzchen ist das Endgewicht.

Während in der Mehrzahl aller bei mykologischen Untersuchungen vorkommenden Fälle die Bestimmung des Anfangsgewichts nach Punkt 5 stattfindet, muß in allen den Fällen, in denen die Imprägnierung der Klötzchen mit Lösungen erfolgt, die mehr als 1% wasserlösliche bzw. mehr als 2% öllösliche Stoffe enthalten, noch ein Zuschlag zum Anfangsgewicht<sup>5)</sup> vorgenommen werden.

Dieser Zuschlag wird in folgender Weise ermittelt:

Bei praktisch nicht verdunstbaren Stoffen wird der Zuschlag aus der Konzentration der Tränklösung und der Aufnahme an dieser errechnet.

Bei Stoffen, bei denen unter den hier vorgesehenen Versuchsbedingungen mit einer nennenswerten Verdunstbarkeit — etwa 20% und mehr — zu rechnen ist, wird der Zuschlag in folgender Weise ermittelt: Einige bei 105° getrocknete Klötzchen von gleicher Art wie die übrigen Versuchsklötzchen werden mit der höchstkonzentrierten Tränklösung der Reihe imprägniert, ebensolange an der

Dann wird ihr Festigkeitsgrad in geeigneter Weise (z. B. durch Eindringen des Fingernagels) geprüft. Der Zerstörungsgrad wird durch die Verwendung der Zahlen 1 — 4 in folgender Weise charakterisiert:

Es bedeuten:

- 1: Völlig unversehrt.
- 2a: Stellenweise wenig angegriffen.
- 2b: Im ganzen wenig angegriffen.
- 3a: Stellenweise stark angegriffen.
- 3b: Im ganzen stark angegriffen.
- 4a: Stellenweise völlig zerstört.
- 4b: Im ganzen völlig zerstört.

Auf diese Art läßt sich in einfachster Weise eine recht genaue und umfassende Charakteristik des Zerstörungsgrades der Klötzchen geben.

Luft liegen gelassen, wie die übrigen Klötzchen der betreffenden Versuchsreihe, und auf unbeimpften Nährboden in Kolleschalen eingebaut. Im übrigen werden diese Klötzchen bis zum Schluß in genau gleicher Weise behandelt wie die anderen Klötzchen der Versuchsreihe. Aus der durch Wiegen festgestellten Differenz der durch die Imprägnierung dem Holz zugeführten und nach der Schlußtrocknung im Holz noch befindlichen Giftstoffmenge ergibt sich der Verdunstungsverlust, den der Stoff im Verlauf des Versuchs erlitten hat. Er betrage beispielsweise 40%. Es werden demzufolge dem „Anfangsgewicht“ der zur Imprägnierung verwendeten Klötzchen der Reihe nur 60% des durch die Tränkung ihnen zugeführten Stoffes als Zuschlag hinzugezählt.

Der Unterschied zwischen „Anfangsgewicht“ (bzw. „Anfangsgewicht“ + Zuschlag) und „Endgewicht“ ergibt den Gewichtsverlust in g, der dann abgerundet auf ganze Prozente angegeben wird.

#### 10. *Auswertung der Versuchsergebnisse; Grenzwert.*

Die Grenze des Pilzangriffs wird auf Grund des Gewichtsverlustes bestimmt, mit der Maßgabe, daß nur diejenigen Klötzchen, die einen Gewichtsverlust von mindestens 5% aufweisen, als angegriffen bewertet werden.

Die Grenze des Pilzangriffs wird durch die ermittelte Zerstörung des Holzes bestimmt, mit der Maßgabe, daß nur deutlich erkennbare Zerstörungen — wenn auch nur lokaler Art — als Angriff des Pilzes gewertet werden.

Als Grenzwert wird das Intervall zwischen der noch Zerstörung gestattenden und der keine Zerstörung mehr gestattenden Giftstoffmenge, ausgedrückt in kg/m<sup>3</sup> Holz, angegeben.

Es wäre wünschenswert, daß nunmehr alle Untersuchungen in der angegebenen Weise erfolgen, und die bisher bestehenden Verschiedenheiten in der Prüfmethodik beseitigt werden.

Sollten sich im Verlauf der Arbeiten nach der gegebenen Vorschrift Schwierigkeiten oder Unklarheiten herausstellen, so würde es der Ausschluß begrüßen, wenn die betreffende Untersuchungsstelle sich mit ihm in Verbindung setzen würde.

[A. 137.]

<sup>5)</sup> Vgl. Punkt 5.