

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 101 (1950)
Heft: 9

Artikel: Bodensterilisation im Forstgartenbetrieb
Autor: Leibundgut, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766003>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 29.03.2025

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

- McKee, R. H., Stout, A. B., and Schreiner, E. J.: Rapid Growing Trees for Pulpwood. The League (Oxford Paper Co.), 9—16, June 1927.
- Schreiner, E. J.: The Imperfect Stage of *Cryptosphaeria Populina*. Mycologia, **21**, 233, 1929.
- Two Species of Valsa Causing Disease in *Populus*. Am. Jour. Bot., **18**, 1—29, January 1931.
 - The Role of Disease in the Growing of Poplar. Jour. of Forestry, **29**, 79—82, January 1931.
- Stout, A. B., and Schreiner, E. J.: Results of a Project in Hybridizing Poplars. Jour. of Heredity, **24**, 216—229, June 1933.
- Schreiner, E. J., and Stout, A. B.: Descriptions of Ten New Hybrid Poplars. Bull. Torrey Bot. Club, **61**, 449—460. November 1934.
- Stout, A. B., and Schreiner, E. J.: Hybrids between the Necklace Cottonwood and the Large-Leaved Aspen. Jour. N. Y. Bot. Garden, **35**, 140—143, June 1934.
- Schreiner, E. J.: Possibilities of Improving Pulping Characteristics of Pulpwoods by Controlled Hybridization of Forest Trees. Paper Tr. Jour. Tech. Sec. c, 105—109, February 21, 1935.
- Sylvicultural Methods for Reforestation with Hybrid Poplars. The Paper Industry and Paper World, 156—163, May 1937.
 - Improvement of Forest Trees. U. S. D. A. Yearbook of Agriculture (Yearbook Sep. n° 1599), 1242—1279, 1937.
 - Forest Tree Breeding Technique. Jour. For. **36** (7), 712—715, July 1938.
 - The Possibilities of the Clone in Forestry. Jour. For. **37** (1), 61—62. January 1939.
 - Review of "The Black Poplars and Their Hybrids Cultivated in Britain", by Cansdale, G. S., and membres of the staff of the Imp. For. Inst. Univ. Press, Oxford, 1938. Jour. For. **37** (5), 428—429, May 1939.
 - Research in Forest Genetics at the Northeastern Forest Experiment Station. Rept. of the Proc. of the 29th Ann. Meeting Northern Nut Growers Assoc., Inc., pp. 53—58, Boston and Waltham, Mass., September 12-14, 1938.
 - Some Ecological Aspects of Forest Genetics. Jour. For. **37** (6), 462—464, June 1939.
 - Inhibiting Effect of Sod on the Growth of Hybrid Poplar. Northeastern Forest Expt. Station Occasional Paper n° 8, 10 pp., 2 pls. February 14, 1940.
 - How Sod Affects Establishment of Hybrid Poplar Plantations. Jour. of For. **43** (6), 412—426, June 1945.
 - Variation between two Hybrid Poplars in Susceptibility to the Inhibiting Effect of Grass and Weeds. Jour. For. **43** (9), 669—672. September 1945.
 - Creating Better Trees. Forest Leaves, Jan./Feb. 1949, p. 3.

Bodensterilisation im Forstgartenbetrieb

Von Hans Leibundgut

(Aus dem Institut für Waldbau der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich)

Die Ertragsfähigkeit des Bodens zeigt in alten Forstgärten oft Schwächungserscheinungen, welche nicht allein auf Nährstoffmangel, sondern auf tiefer greifende biologische Störungen zurückzuführen sind. Gleichzeitig treten gewöhnlich in verstärktem Maße auch Keimlingskrankheiten auf, verursacht durch *Pythium de Baryanum* Hesse («Wurzelbrand»), *Phytophthora fagi* Hartig und zahlreiche andere Pilze,

wie *Fusarium*-Arten (vgl. Roth, C. [1]). Der Praktiker bezeichnet diese auch in der Landwirtschaft, im Garten- und Gemüsebau, in Rebbergen und Baumschulen bekannten Erscheinungen als « Bodenmüdigkeit », wobei meist nicht unterschieden werden kann, wie weit es sich um gewöhnliche Magerungserscheinungen und wie weit um eigentliche, durch die Stoffwechselvorgänge verursachte « Bodenkrankheiten » handelt. Solche Böden werden zur Verbesserung gewöhnlich tief umgegraben, einige Jahre anders benützt oder vor allem durch Gründüngung wieder belebt.

Ausgehend von der Vorstellung, daß es sich bei der « Bodenmüdigkeit » um eine « Infektionskrankheit » handle, wurden gegen Ende des letzten Jahrhunderts zahlreiche Versuche zur Sterilisation kranker Böden durchgeführt. Anfänglich fand dazu hauptsächlich Schwefelkohlenstoff Verwendung. Die Beobachtung, wonach die Sterilisation in vielen Fällen stimulierend auf das Wachstum der meisten Kulturgewächse wirkte, gab vor allem nach dem Ersten Weltkrieg in Verbindung mit der zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft und des Gartenbaues Anlaß zu vielen Spezialuntersuchungen deutscher, französischer, holländischer, englischer und amerikanischer Forscher. In der Schweiz wurde die Frage der Bodensterilisation meist im Zusammenhang mit der Schädlingsbekämpfung studiert, so von G ä u m a n n (2), St a e h e l i n (3), P o r c h e t (4), W i e s m a n n (5), H a d o r n (6) u. a.

Die Ergebnisse der zahlreichen bisherigen Versuche geben vor allem Aufschluß über die Wirkung der Bodensterilisation auf die Entwicklung der Pflanzen und gehen dahin, daß stark bakterizide und fungizide Mittel weniger günstig wirken als die Dampfsterilisation, bei welcher sich die Bodenlebewelt rasch wieder erholt. Die Ursache der Überwindung der « Bodenmüdigkeit » und der Wachstumssteigerung durch Sterilisation ist dagegen noch nicht hinreichend abgeklärt. Ein direkter Aufschluß mineralischer Bestandteile war nicht eindeutig nachzuweisen. Immerhin erscheint eine Verbesserung der Stickstoffversorgung durch den Aufschluß organischer Bestandteile wahrscheinlich.

G ä u m a n n vertritt die Auffassung, daß bei der verminderten Keimlingserkrankung auf sterilisierten Böden nicht der Verminderung der Pflanzenschädlinge die entscheidende Bedeutung zukommt, sondern vielmehr den noch ungenügend abgeklärten Ursachen, welche der Pflanze eine rasche Überwindung des empfindlichsten Jugendwachstums gestatten.

In der Gärtnerei hat sich die Bodensterilisation allgemein eingebürgert. Zahlreiche bewährte Sterilisationsapparate stehen seit längerer Zeit im Handel. Im praktischen Forstgartenbetrieb war dagegen in der Schweiz vor zehn Jahren die Sterilisation der Saatbeete noch nahezu unbekannt. Zur Bekämpfung der Keimlingspilze wurden vorwiegend

Kupferpräparate verwendet, und zur Behebung der « Bodenmüdigkeit » dienten ausschließlich Brache oder Gründüngung, wo man sich nicht dazu entschloß, von Zeit zu Zeit überhaupt neue Forstgärten anzulegen.

Im Lehrwald der Eidgenössischen Technischen Hochschule wurde daher die Dampfsterilisation in umfassenden Versuchen für den praktischen Forstgartenbetrieb seit 1940 erprobt, wozu ein alter, « müder » Forstgarten neben später neu eingerichteten Gärten beste Gelegenheit bot. Die praktische Erprobung wurde durch Laboratoriumsversuche ergänzt. In erster Linie stellte sich die Frage nach der Wirkung und der Rentabilität der Bodensterilisation im Forstgartenbetrieb.

Meinen früheren Assistenten Dr. Fischer, Dr. Karschon, Dr. Šimak und Dr. Fabijanowski bin ich für die Mitarbeit dankbar. Fräulein E. Mantel hat in zuverlässiger Weise Tausende von Keimlingen ausgezählt, und in Förster K. Rahm fand ich einen fleißigen Mitarbeiter für die Freilandversuche.

Da die Versuche größtenteils in die Aktivdienstjahre fallen, konnten sie nicht immer in der vorgesehenen Weise durchgeführt und wiederholt werden. Sie erlitten dadurch verschiedene Störungen. Trotzdem vermögen sie wenigstens einen Beitrag zur Anwendung der Dampfsterilisation im Forstgartenbetrieb darzustellen und vielleicht außerdem zu weiteren Versuchen anzuregen.

1. Versuchsfragen und Versuchsanlagen

Den einzelnen Versuchen lagen folgende *Fragen* zugrunde:

- a) Wie verhält sich die Keimlingssterblichkeit bei Bodensterilisation im Vergleich zu einer Behandlung des Saatgutes und der Keimlinge mit den üblichen Mitteln?
- b) Bestehen Unterschiede in der Wirkung der Bodensterilisation auf Entwicklung der Jungpflanzen bei verschiedenen Bodenarten?

Dementsprechend wurden folgende *Versuche* angelegt:

a) Laboratoriumsversuch 1941 zur Abklärung der Keimlingssterblichkeit

In insgesamt 96 Glasschalen mit 415 cm² Kreisfläche und 7 cm Tiefe wurden je 400 Samen folgender Baumarten mittels einer Schablone gleichmäßig gesät: Fichte, Föhre, Lärche und Weißerle. Leider stand uns damals nur wenig keimkräftiges Saatgut zur Verfügung. Die Schalen wurden bei durchschnittlich 18 bis 20° C und einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 75 % im Laboratorium ohne zusätzliche Beleuchtung aufgestellt. Die Keimlinge wurden alle drei Tage ausgezählt und durch Ringe aus feinem Kupferdraht mit 5 mm Durchmesser markiert. Der verwendete, für alle Proben gleiche und gut gemischte Boden be-

stand zur Hälfte aus erfahrungsgemäß stark mit Keimlingspilzen infizierter Forstgartenerde, zu je einem Viertel aus Torf und Flußsand.

Die Böden, bzw. die Samen und Keimlinge wurden wie folgt behandelt:

Sterilisation des Bodens mit Formalin: Pro Kubikdezimeter Erde verwendeten wir zur Durchtränkung 0,2 l des handelsüblichen Formalins (zirka 35 % F.) in einer Konzentration von 0,5 %. Die Saatschalen wurden nachher 2 Tage mit Glas abgedeckt, dann während 12 Tagen offen aufgestellt. Die Saat erfolgte also 14 Tage nach der Sterilisation. Die formalinbehandelte Erde zeigte nach der Behandlung eine ausgesprochene Einzelkornstruktur und starke Neigung zur Dichtschlammung. Daher beschränkten wir uns bei weiteren Versuchen im Forstgarten ausschließlich auf die Dampfsterilisation.

Sterilisation des Bodens mit Dampf: Die Sterilisation erfolgte in der üblichen Weise bei 3 bis 4 Atm. und 120 bis 140°C im Autoklaven. Die Saat wurde 4 Tage nach der Sterilisation ausgeführt.

Sterilisation des Bodens mit Kupfersalzlösungen: Für den in der Praxis häufigen Fall, daß die erforderliche Wartezeit von etwa zwei Wochen für die Formalinbehandlung und von 3 bis 4 Tagen für die Dampfsterilisation nicht mehr möglich erscheint, erprobten wir auch eine Bespritzung unmittelbar nach der Saat mit Kupferazetat, bzw. Kupfersulfat in einer Konzentration von 1 %, wobei pro Quadratmeter Bodenoberfläche 5 l verwendet wurden. In der Gärtnerei ist bekannt, daß auch bei dieser Behandlung bis zur Saat einige Tage zugewartet werden sollte.

Spritzung der Keimlinge mit Kupfersalzlösungen: Vergleichsweise wurde die frisch aufgehende Saat zweimal in Abständen von 5 Tagen mit einer Kupfersulfat-, bzw. Kupferazetatlösung von 0,5 % gespritzt, wobei für jede Spritzung 2½ l pro Quadratmeter Bodenfläche verwendet wurden.

Beizung der Samen mit Ceretan: Schließlich wurde ein Teil des Saatgutes mit dem im Handel erhältlichen Beizmittel Ceretan Bayer in einer Konzentration von 0,1 % behandelt. Die Samen wurden während einer halben Stunde in die Beizlösung eingelegt, nachher getrocknet und sofort ausgesät.

Der Versuch beschränkte sich auf folgende Behandlungsarten in zwei Versuchsreihen :

A ¹ a III	bei Fichte, Föhre, Lärche,
A ¹ a IV	bei Fichte, Föhre, Lärche,
A ¹ a V	bei Fichte, Föhre, Lärche,
A ¹ b V	bei Fichte, Föhre, Lärche,
A ² b V	bei Fichte, Föhre, Lärche, Weißerle,
A ² a III	bei Weißerle,
A ² a IV	bei Weißerle,

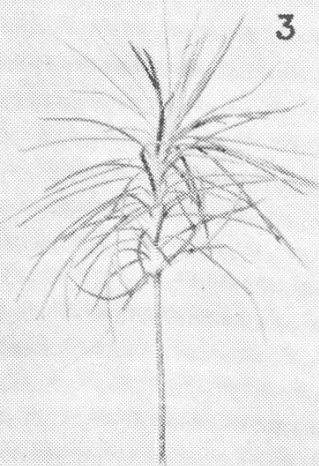
1



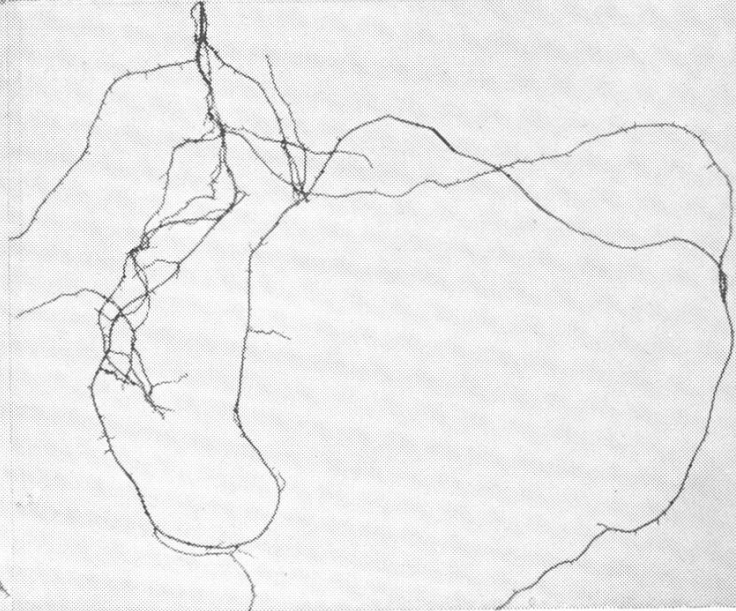
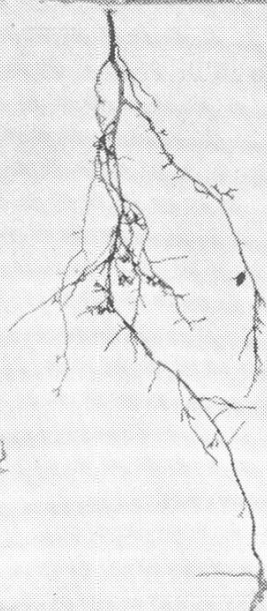
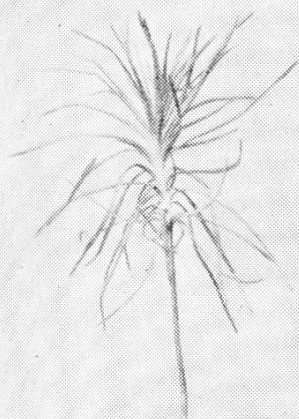
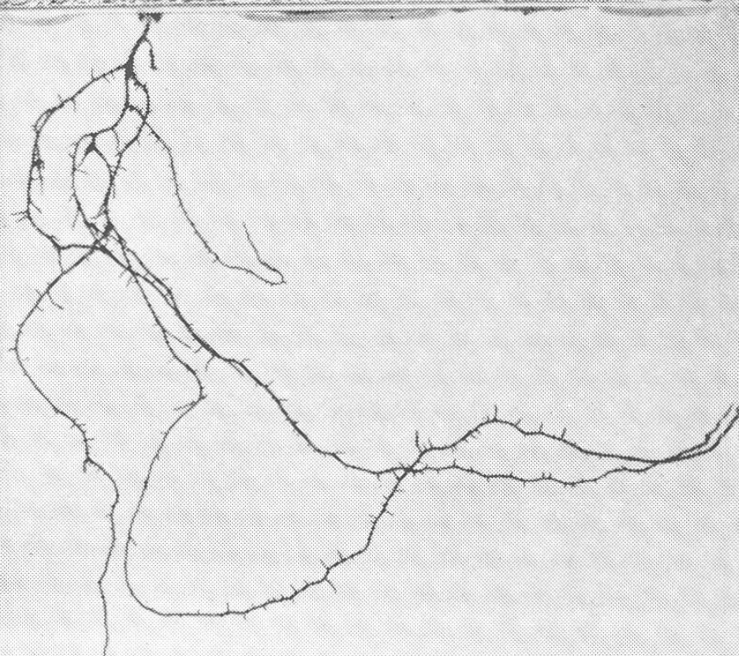
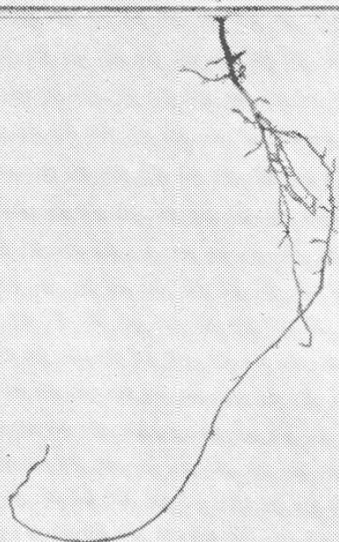
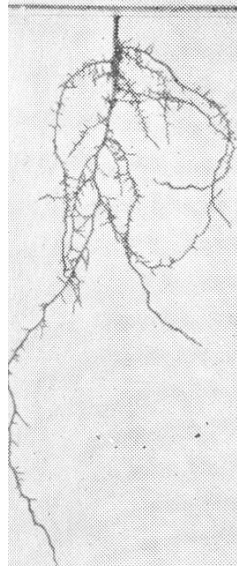
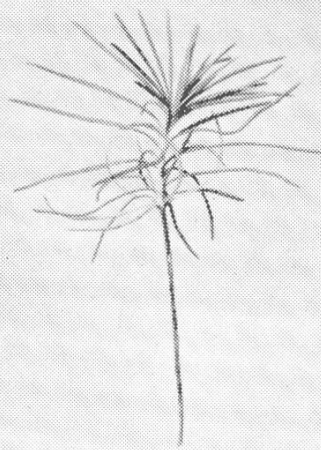
2

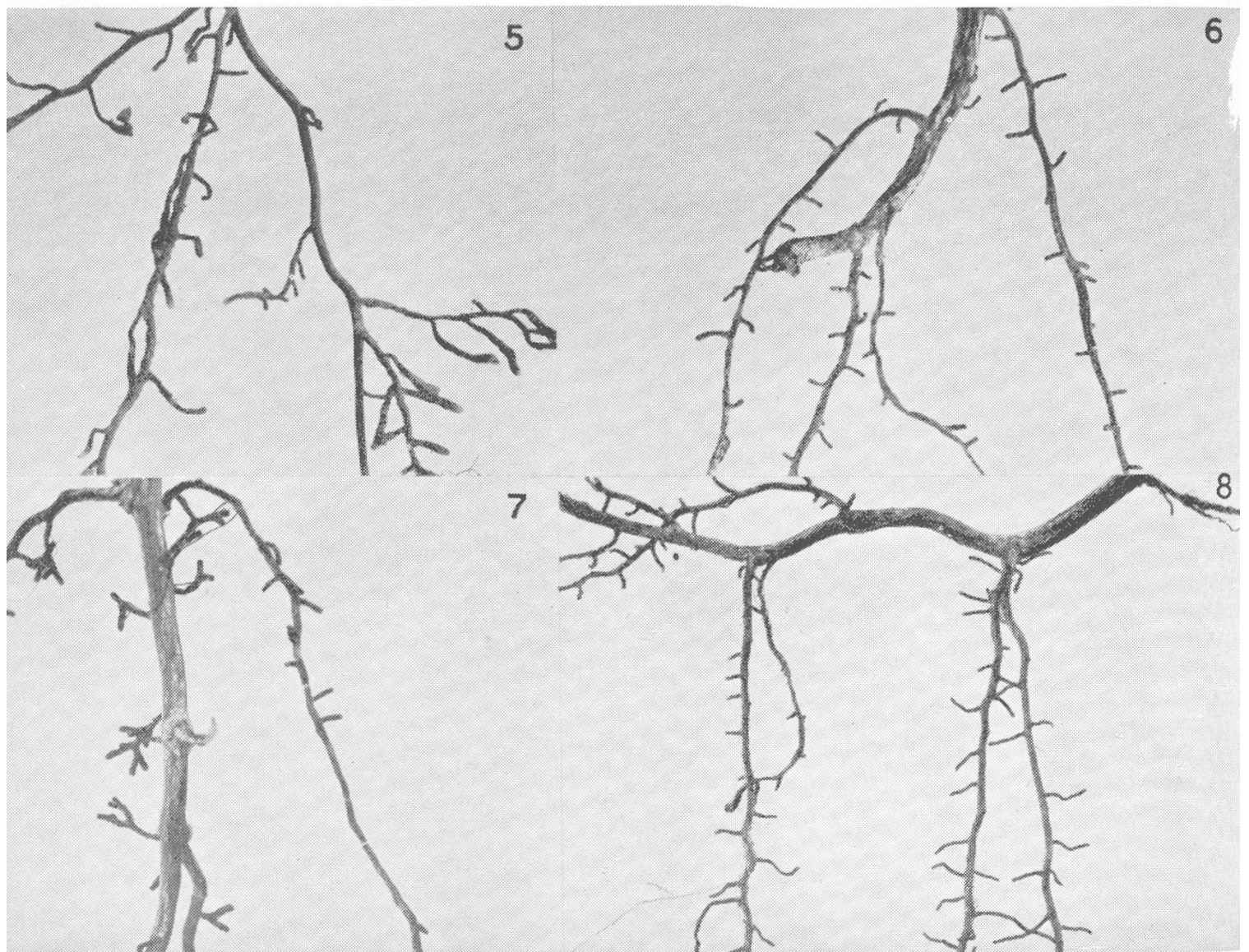


3



4





Vorderseite der Tafel

- Abb. 1* Fichte, 5 Monate alt, auf nicht steriler (links) und steriler (rechts) Waldbraunerde. Mykorrhiza (links) größere Befallstärke und Häufigkeit. Fichte links dunkelgrün, rechts gelbgrün. Aufn.-Nr. 49 B 110 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 2* Fichte auf Torf Aufn.-Nr. 49 B 111 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 3* 5 Monate alte Föhre auf Waldbraunerde. Links sterilisiert, rechts nicht sterilisiert. Gabelförmige A-Typ-Mykorrhiza. Aufn.-Nr. 49 B 99 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 4* 5 Monate alte Föhre auf Torf. Typische schwarze, lange Wurzel ohne Mykorrhiza. Aufn.-Nr. 49 B 97 Photographisches Institut der ETH, Zürich.

Rückseite der Tafel

- Abb. 5* Oberer Teil des Wurzelwerkes einer 5 Monate alten Fichte auf nicht sterilisierter Waldbraunerde. Hauptsächlich keulenförmige A-Mykorrhiza. 4×1 . Aufn.-Nr. 49 B 109 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 6* Oberer Teil des Wurzelwerkes einer 5 Monate alten Fichte auf sterilisierter Waldbraunerde. Hauptsächlich Pseudomykorrhiza. 4×1 . Aufn.-Nr. 49 B 103 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 7* Mykorrhizabildung auf nicht sterilem Rohboden. Gabelförmig verzweigte A-Mykorrhiza. Auf rechter Seitenwurzel unten Pseudomykorrhiza. 4×1 . Aufn.-Nr. 49 B 101 Photographisches Institut der ETH, Zürich.
- Abb. 8* Mykorrhizabildung auf sterilem Rohboden. Hauptsächlich Pseudomykorrhiza und weniger A-Mykorrhiza. (Föhre) 4×1 . Aufn.-Nr. 49 B 108 Photographisches Institut der ETH, Zürich.

A ² a	V	bei Weißerle,
B a	III	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B a	IV	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B a	V	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B b	I	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B b	II	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B b	III	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B b	IV	bei Fichte, Föhre, Lärche,
B b	V	bei Fichte, Föhre, Lärche, Weißerle

Dabei bedeuten :

- A¹ Boden mit Formalin sterilisiert
- A² Boden mit Dampf sterilisiert
- B Boden nicht sterilisiert
- a Samen mit Ceretan gebeizt
- b Samen nicht gebeizt
- I Spritzung des Bodens mit Kupferazetatlösung 1 %
- II Spritzung des Bodens mit Kupfersulfatlösung 1 %
- III Spritzung der Keimlinge mit Kupferazetatlösung ½ %
- IV Spritzung der Keimlinge mit Kupfersulfatlösung ½ %
- V ohne Spritzung der Keimlinge

b) Laboratoriumsversuche 1949 zur Abklärung der Dampfsterilisationswirkung bei verschiedenen Böden

Im April 1949 wurden im Gewächshaus je zwei Versuchsreihen angelegt mit ausgezählten Fichten- und Föhrensaaten in 16 Eternitschalen im Ausmaße von $50 \times 35 \times 10,5$ cm. Die folgenden Böden wurden zum Teil mit Dampf sterilisiert, zum Teil unbehandelt verwendet:

1. Frischer, feingesiebter Mergel der oberen Süßwassermolasse aus der Abteilung Sädlern des Lehrwaldes.
2. A₂-Horizont einer Braunerde von einem aronstabreichen Eichen-Hagebuchen-Wald-Standort des Lehrwaldes (Grundmoräne der letzten Eiszeit in der Abteilung Gut) mit standortsgemäßer ehemaliger Mittelwaldbestockung.
3. Holländischer Handelstorf.

Acht Eternitschalen mit Vergleichsmaterial wurden nicht besät, jedoch in gleicher Weise wie die Saatschalen begossen und sofort nach der Sterilisation, zwei und sechs Monate später der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Oerlikon zur Analyse übergeben. Die Bodensterilisation erfolgte mit dem « Pronto » (vgl. Freilandversuche). Im November 1949 wurden die Pflanzen sorgfältig ausgeschlämmt und bei je 17 zufällig mittels der Tabellen von Fisher und Yates ausgelesenen Pflanzen die Längen der Hauptwurzeln, der Hypokotyle und der Höhentriebe gemessen. Außerdem wurde die Mykorrhizabildung studiert. Wir unterscheiden nach Melin (7) und Björkman (8) folgende Typen:

Mykorrhiza A: Gabelförmig (dichotomisch verzweigt) oder unverzweigt bei Föhre; bei Fichte baumartig (monopodial verzweigt) oder

einfach. Hyphenmantel dünn oder fehlend. Keine Hyphenstränge. Farbe je nach Mykorrhizabildner verschieden.

Mykorrhiza B: A-Typ nur an Kurzwurzelspitze + Pseudomykorrhiza als Hauptteil.

Mykorrhiza C: Knollenmykorrhiza. Kurze, zusammengewachsene Kurzwurzelverzweigungen. Hyphenmantel dick; oft Hyphenstränge.

Mykorrhiza D: Schwarze Mykorrhiza mit vielen Hyphen.

Pseudomykorrhiza: Makroskopisch als kurze, schwarze, auslaufende Spitzen erkennbar.

Die *Befallsstärke* wurde bei jeder Pflanze gesondert für jeden Typ nach vier Abstufungen eingeschätzt: 0 = null, 1 = schwach (bis 10 %), 2 = mittel (10—30 %), 3 = stark (über 30 %).

Die *Häufigkeit des Befalls* wurde außerdem für jede Schale und jeden Typ eingeschätzt. Die Ergebnisse aller Versuche wurden statistisch nach L i n d e r (9) ausgewertet.

c) Laboratoriumsversuch 1947 zur Abklärung des Einflusses der Bodenimpfung

Da wir bei den Versuchen auf sterilisierter Erde in Saatschalen stets eine wesentlich geringere und andere Mykorrhizabildung beobachteten als bei den Freilandversuchen, wurde am 5. und 6. Mai 1947 folgender Versuch angelegt:

12 Saatschalen im Ausmaße $50 \times 35 \times 10,5$ cm mit sterilisierter Erde erhielten eine gut beigemischte Zugabe von 50 g zimmertrockener «Impferde», von welcher die Proben für 6 Schalen sterilisiert, für 6 Schalen nicht sterilisiert wurden. Saatgut und Impferde verdanken wir Herrn Oberförster E. C a m p e l l in Celerina. Sie stammen aus der Gemeinde Bondo im V. Bregaglia, und zwar:

Saatgut I und Impferde 1 aus einem Lärchenbestand auf 800 m ü. M. unmittelbar bei Bondo;

Saatgut II und Impferde 2 aus einem Lärchenbestand auf 1300 m ü. M. bei Cires oberhalb Bondo;

Saatgut III und Impferde 3 aus einem Lärchenbestand auf 1830 m ü. M. bei Lera di Sopra oberhalb Bondo.

Es wurden auf sterilisierter Saaterde folgende Saaten mit je 100 Samen pro Schale ausgeführt:

1. Lärchen-Saatgut I mit Impferde 1;
2. Lärchen-Saatgut I mit sterilisierter Impferde 1;
3. Lärchen-Saatgut II mit Impferde 2;
4. Lärchen-Saatgut II mit sterilisierter Impferde 2;
5. Lärchen-Saatgut III mit Impferde 3;
6. Lärchen-Saatgut III mit sterilisierter Impferde 3.

Dipl. Forstwirt E h r h a r d t maß die Längen der einjährigen Pflanzen und beurteilte die Mykorrhizabildung. Dabei unterschieden wir auf Grund der Beobachtungen nur drei Typen, nämlich

- Typ I: dunkelbraune, keulenförmige Verdickungen der Wurzelspitzen ohne Hyphenmantel;
- Typ II: hellbraune, wenig verdickte Wurzelspitzen ohne Hyphenmantel;
- Typ III: weiß-grauer Hyphenmantel.

Das Material wurde statistisch verarbeitet auf Grund folgender Schätzungen:

- Befallsstärke B
- 0 = 0 %,
 - 1 = bis 10 %,
 - 2 = 10—30 %,
 - 3 = 30 und mehr %.

Befallshäufigkeit n eines Pilztypes in Zehnteln, ausgedrückt durch 0,0 bis 1,0.

d) Freilandversuche

Für die in den Jahren 1941 und 1942 im Forstgarten ausgeführten Versuche verwendeten wir als Saaterde gut verrottetes, fein gesiebtes Kompostmaterial, welches in einer Schicht von 8 cm auf die Saatbeete gebracht wurde. Das gleiche Material diente als Deckerde. Die Bodensterilisation erfolgte im Erdsterilisator « Pronto » der Mech. Konstruktionswerkstätte Vinzenz Fäh in Glarus. Der Apparat besteht aus drei wesentlichen Teilen:

1. dem Heizkessel mit Wassermantel;
2. dem Wassertopf, der zur zusätzlichen Dampferzeugung dient;
3. dem Erdtopf, in dem die Erde sterilisiert wird. In diesem Erdtopf stecken durchlöchernte Röhren, durch die der Dampf in die Erde strömt. Dadurch wird eine regelmäßige Durchdämpfung ermöglicht.

Die *Behandlung mit Beizmitteln und Kupfersalzen* erfolgte in der bereits für die Laboratoriumsversuche angegebenen Weise. Bei Fichte und Föhre wurden Rillensaaten mit 3 g Saatgut pro Laufmeter Rille ausgeführt, bei Lärche mit 5 g pro Laufmeter, bei Schwarz-, Weiß- und Alpenerle Vollsaat mit 30 g pro Quadratmeter. Jede Behandlung bezieht sich in der Regel auf mindestens zweimal 5 m², bzw. zweimal 25 Rillen. Einzig bei Alpenerle beträgt die Saatfläche infolge Saatgutmangels nur 75 dm².

Die im Mai 1941 ausgeführten Versuchssaaten wurden im September 1941 ausgezählt, diejenigen vom Mai 1942 bereits Ende August 1942. Außerdem wurde bei Weiß- und Schwarzerlensaaten vom Jahre 1941 im August 1942 die Verteilung der Pflanzenhöhen untersucht. Prof.

Dr. D ü g g e l i † hatte die Freundlichkeit, die Böden der Versuchsaarten vom Jahre 1942 auch bakteriologisch zu untersuchen.

2. Versuchsergebnisse

Sterblichkeit der Keimlinge

Infolge der geringen Belichtung im Laboratorium, der reichlichen Begießung und der hohen Luftfeuchtigkeit war die Sterblichkeit der Keimlinge überaus hoch, namentlich bei den stark lichtbedürftigen Föhren und Lärchen. Zudem stellte sich der Abgang vielfach fleckenweise in einzelnen Schalen und Saatrillen ein, so daß die Durchschnittszahlen zum Teil trotz der Wiederholungen zufällig beeinflußt sind und

Sterblichkeit der Keimlinge in 3 Monaten in ‰ der gekeimten Samen

Bodenbehandlung	Samenbehandlung	Kupferspritzung	Fichte	Föhre	Lärche	Weiß- erle
Sterilisiert mit Formalin	Gebeizt mit Ceretan	Nach Keimung mit Kupfersulfat 0,5 ‰	17	65	92	—
Sterilisiert mit Formalin	Gebeizt mit Ceretan	Nach Keimung mit Kupferazetat 0,5 ‰	30	40	87	—
Sterilisiert mit Formalin	Gebeizt mit Ceretan	Keine	10	32	28	—
Sterilisiert mit Formalin	Nicht behandelt	Keine	5	40	20	—
Sterilisiert mit Dampf	Nicht behandelt	Keine	—	—	—	20
Sterilisiert mit Dampf	Gebeizt mit Ceretan	Nach Keimung mit Kupfersulfat 0,5 ‰	—	—	—	39
Sterilisiert mit Dampf	Gebeizt mit Ceretan	Nach Keimung mit Kupferazetat 0,5 ‰	—	—	—	36
Sterilisiert mit Dampf	Gebeizt mit Ceretan	Keine	—	—	—	41
Nicht sterilisiert	Nicht behandelt	Boden Kupfersulfat 1 ‰	71	99	100	6
Nicht sterilisiert	Nicht behandelt	Boden Kupferazetat 1 ‰	61	99	100	10
Nicht sterilisiert	Nicht behandelt	Nach Keimung mit Kupfersulfat 0,5 ‰	69	99	100	11
Nicht sterilisiert	Nicht behandelt	Nach Keimung mit Kupferazetat 0,5 ‰	57	98	99	16
Nicht sterilisiert	Nicht behandelt	Keine	10	99	95	18

einzelne Schalen überhaupt ausfielen. Wir verzichteten daher beim Schalenversuch 1941 auf eine statistische Auswertung und ziehen ihn soweit möglich lediglich zum Vergleich mit den Freilandversuchen herbei.

Die *Keimprozente* zeigen zwischen den einzelnen Behandlungen nur kleine und zufällige Unterschiede. Sie betragen bei Fichte 50 %, bei Föhre 70 %, bei Lärche 40 % und bei Weißerle 32 %. Dagegen ergab die Keimlingssterblichkeit große Differenzen.

Mit Ausnahme der Weißerle, wo offenbar die sehr intensive Bodensterilisation im Autoklav ungünstig gewirkt und auch die Infektion mit *Bacterium radicicola* verhindert hat (vgl. Freilandversuche), vermochte die Sterilisation die Keimlingssterblichkeit stark zu vermindern, namentlich bei Föhre und Lärche. In den nicht sterilisierten Schalen sind bei den stark lichtbedürftigen Arten die schwächlichen Keimlinge nahezu ausnahmslos gestorben. Eine eindeutige Wirkung der Beizung ist nicht zu erkennen. Auffallend ist der Umstand, daß die Behandlung mit Kupferazetat und Kupfersulfat sowohl bei der Saat als auch während der Keimung *ungünstig* gewirkt hat.

Die *Freilandversuche* haben einen wesentlich größeren Umfang und bestätigen die bereits erwähnten Ergebnisse der Laboratoriumsversuche.

Eine am 25. Mai 1941 ausgeführte Saat ergab Ende September 1941 folgende Pflanzenzahlen pro 100 g Saatgut :

*Anzahl 4 Monate alte Sämlinge
pro 100 g Saatgut*

Baumart	Boden sterilisiert	Boden und Samen unbehandelt
Fichte	10 650	5200
Lärche	3 500	3200
Schwarzerle	4 000	3700
Weißerle	3 100	2000

Ebenso ergeben die Versuchssaaten vom Jahre 1942 im allgemeinen ein sehr günstiges Ergebnis für die Bodensterilisation.

Anzahl 3 Monate alte Sämlinge pro 100 g Saatgut

Behandlung	Fichte	Föhre	Lärche	Weiß- erle	Alpen- erle	Schwarz- erle
1. Boden sterilisiert	6525	5690	740	3720	2250	8130
2. Boden und Samen unbehandelt	4790	4983	670	1850	880	2380
3. Samen mit Ceretan gebeizt	3375	4550	715	955	430	1580
4. Boden mit 1 % CuSO ₄ behandelt ...	4765	4050	660	575	—	600
5. Keimlinge mit 0,5 % CuSO ₄ gespritzt	1415	3650	760	135	35	700

Die Überprüfung der Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungsarten erfolgte mit dem t-Test (9). Die Zahlen für Fichte, Föhre und Lärche wurden zusammengefaßt, um ein größeres Vergleichsmaterial zu erhalten. Die Keimlingszahlen von Grünerle und Schwarzerle wurden dagegen nicht statistisch geprüft, weil für jede Behandlungsart nur je eine brauchbare Probe vorlag. Die Resultate der statistischen Auswertung sind aus den folgenden Tabellen ersichtlich. Prüfwerte mit * bedeuten, daß die Unterschiede zwischen den betreffenden Behandlungsarten bei $P = 0,05$, ** daß die Unterschiede bei $P = 0,01$ statistisch gesichert sind. ($P = 0,05$ und $P = 0,01$ werden als Sicherheitsschwellen bezeichnet. Sie besagen, daß die betreffende statistische Prüfwert nur in 5, bzw. 1 % aller möglichen Fälle zufällig auftreten würde.)

t-Test für Nadelbäume

Behandlung ¹	2	3	4	5
1	2.28*	2.63*	2.52*	2.82*
2	—	0.90	0.75	1.67
3	—	—	0.17	0.87
4	—	—	—	0.90
5	—	—	—	—

t-Test für Weißerle

Behandlung ¹	2	3	4	5
1	3.13**	4.85**	4.10**	4.77**
2	—	2.08	2.47*	3.52**
3	—	—	1.04	2.38*
4	—	—	—	1.81
5	—	—	—	—

Die statistisch gesicherten Ergebnisse führen zum eindeutigen Schluß, daß die Sterilisation des Bodens die Pflanzenzahl bedeutend zu erhöhen vermag und daß sie günstiger wirkt als irgendeine andere der erprobten Behandlungsarten. Die Ceretan-Behandlung ergab dagegen ebensowenig gesicherte Unterschiede wie die Behandlung der Saaterde oder der Keimlinge mit Kupfersulfat.

¹ Bezieht sich auf die Numerierung der Behandlungsarten gemäß obenstehender Tabelle

3. Einfluß der Bodensterilisation auf die Entwicklung der Pflanzen

Bei Saaten im Forstgarten konnte immer wieder festgestellt werden, daß auf sterilisierter Erde nicht nur mehr, sondern vor allem auch größere, besser bewurzelte und kräftigere Pflanzen erzogen werden. So ergaben Saaten mit Weiß- und Schwarzerlen folgende Verteilung der Pflanzenhöhen:

Höhen 1½-jähriger Weiß- und Schwarzerlen im Forstgarten
(Pflanzenzahlen pro 1 m² Saatfläche)

Pflanzenhöhe cm	Schwarzerle				Weißerle			
	Boden sterilisiert		Boden nicht sterilisiert		Boden sterilisiert		Boden nicht sterilisiert	
	Pflanzenzahl absolut	%	Pflanzenzahl absolut	%	Pflanzenzahl absolut	%	Pflanzenzahl absolut	%
10—20	1	1	23	12	—	—	—	—
20—30	53	28	90	47	2	1	2	2
30—40	60	31	56	29	21	15	10	8
40—50	46	24	16	9	21	15	29	24
50—60	20	10	4	2	21	15	27	23
60—70	10	5	1	1	39	28	35	30
70—80	2	1	—	—	16	11	9	8
80—90	—	—	—	—	10	7	6	5
90—100	—	—	—	—	8	6	—	—
100—110	—	—	—	—	1	1	—	—
110—120	—	—	—	—	1	1	—	—
	192	100	190	100	140	100	118	100

Durch den beschränkten Wuchsraum im Saatbeet und die dadurch bedingte natürliche Ausscheidung ergibt sich ein gewisser Ausgleich der Pflanzenzahlen.

Der Anteil kräftiger Pflanzen war jedoch bei Saaten auf sterilisiertem Boden stets wenigstens 25 % höher als auf nicht sterilisierter Erde.

Länge einjähriger Pflanzen in Saatschalen

Boden	Fichte						Föhre					
	Boden sterilisiert			Boden nicht sterilisiert			Boden sterilisiert			Boden nicht sterilisiert		
	Hypo- kotyl	Trieb	Ges.- Länge	Hypo- kotyl	Trieb	Ges.- Länge	Hypo- kotyl	Trieb	Ges.- Länge	Hypo- kotyl	Trieb	Ges.- Länge
Rohboden.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Waldboden	25	9	34	25	5	30	28	12	40	24	14	38
Torf	22	15	37	27	7	34	29	18	47	26	16	42
	31	7	38	25	9	34	36	17	53	34	14	48

Die kräftige Entwicklung der Pflanzen auf sterilisierter Erde tritt hauptsächlich im *zweiten* Lebensjahr ein, und außerdem zeigt sie sich bei Freilandsaaten viel deutlicher als in Saatschalen. Die Ursachen mögen zum Teil in der ohnehin gehemmten Entwicklung in der Saatschale liegen, zum Teil jedenfalls aber auch darin, daß infolge des fehlenden Kontaktes mit nicht sterilisierter Erde die Erholung der Bodenlebewelt nicht in gleicher Weise vor sich geht wie im Freiland.

Die Höhenunterschiede sind also im ersten Jahr jedenfalls unbedeutend und größtenteils statistisch nicht gesichert.

Erheblich größer sind dagegen die Unterschiede in der *Wurzelentwicklung*. Bei den einjährigen Pflanzen wurden folgende Längen der Primärwurzeln gemessen:

Hauptwurzellängen einjähriger Pflanzen in mm
(Primärwurzeln)

Boden	Fichte		Föhre	
	sterilisiert	nicht sterilisiert	sterilisiert	nicht sterilisiert
	mm	mm	mm	mm
Rohboden..	132	105	163	158
Waldboden.	117	103	152	124
Torf	140	120	196	169

Nicht weiter erfaßt wurde die Verzweigung des Wurzelwerkes, die insbesondere in Saatschalen durch die Sterilisation Veränderungen erleidet.

Wie die Bilder 1—4 zeigen, ist die Verzweigung auf nicht sterilisierten Böden bei einjährigen Pflanzen wesentlich reicher.

Die tiefgreifenden Einflüsse der Bodensterilisation äußern sich ganz besonders in der *Mykorrhizabildung*. Bei *Fichte* wurde hauptsächlich nur der A-B-Typ festgestellt, und zwar auf nicht sterilisiertem Boden wesentlich stärker, namentlich auf Waldboden. Auf sterilisierten Böden hatten sich hauptsächlich Pseudomykorrhiza gebildet. Bei *Föhre* waren die Verhältnisse im wesentlichen gleich, die Befallsstärken jedoch allgemein größer. Typische, gabelförmige A-B-Mykorrhiza fanden wir nur auf nicht sterilisiertem Boden. Pseudomykorrhiza waren auch hier hauptsächlich im Rohboden festzustellen, und zwar auf dem sterilisierten Boden wesentlich stärker. Der C-Typ war beim nicht sterilen Waldboden ziemlich stark vorhanden, der D-Typ dagegen auf allen Böden selten. Auf Torf wurden überhaupt keine Mykorrhiza gebildet.

Bei Saaten im Freiland beobachteten wir im länger benützten Forstgarten auch auf sterilisierter Erde eine sehr reiche Mykorrhizabildung

und Verpilzung der Wurzeln, im Gegensatz zu einem neu angelegten Garten auf ehemaligem Kulturland. Zu einer eingehenden Untersuchung der Verhältnisse fehlten uns jedoch sowohl die Mittel als auch die spezialisierten Hilfskräfte. Aufschlußreich sind die Saatversuche in Schalen mit teilweiser Impfung der sterilisierten Saaterde.

Länge einjähriger Lärchen auf geimpfter Saaterde

Herkunft des Saatgutes und der Impferde	Mittlere Länge der Pflanzen in mm	
	Impferde nicht sterilisiert	Impferde sterilisiert
Bondo 820 m	51	36
Bondo 1300 m	34	33
Bondo 1830 m	49	37

Die Unterschiede zwischen den Herkünften sind nicht gesichert, dagegen in zwei Fällen zwischen den verschiedenen Behandlungen. Der allgemeine Durchschnitt ergibt für die Saaten mit nicht sterilisierter Impferde eine mittlere Länge von 47,2 mm, für diejenigen mit sterilisierter Impferde von 36,5 mm.

Die Untersuchung der Mykorrhizabildungen in der angegebenen Weise zeigte, daß die Typen I und III bei beiden Behandlungen etwa gleich stark auftraten. Eine Beziehung zum Gedeihen der Pflanzen konnte nicht abgeleitet werden. Immerhin war auffallend, daß bei besonders gutwüchsigen Exemplaren diese Typen fehlten. Typ II tritt dagegen bei nicht sterilisierter Impferde bei allen drei Herkünften wesentlich stärker auf. Der Mykorrhizabefall wurde durch die Häufigkeit (n) und die in vier Graden geschätzte Befallsstärke (B) charakterisiert. Zum Vergleich faßten wir beide Schätzungen zusammen durch den Ausdruck:

$$\overline{B} = n + \frac{sB}{N}$$

Dabei bedeuten

n = Befallshäufigkeit (Maximum = 1,0),

sB = Summe der Befallsstärken (Skala 0—3),

N = gesamte Pflanzenzahl.

Daraus geht hervor, daß der höchstmögliche Befall durch den Wert $\overline{B} = 4$ zum Ausdruck gelangt. Der durchschnittliche Befall betrug in den auf diese Weise berechneten Graden bei nicht sterilisierter Impferde 1,98, bei sterilisierter Impferde dagegen nur 0,38. Eine direkte Regression zwischen Pflanzenlänge und Pilzbefall vom Typ II konnte zwar nicht aufgestellt werden, doch sind starke Wuchsleistungen auffallend mit einem starken Befall durch Typ II und dem Fehlen der Typen I und

Chemische Eigenschaften verschiedener Böden unmittelbar, 2 Monate und 6 Monate nach der Sterilisation

Boden	Reaktion pH			CaCO ₃			Phosphorsäure- test			Kali mg/100 g			NO ₃ -N mg/100 g			n/10 HCl — lösliches					
																CaO			MgO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Torf, steril	5,3	6,4	7,1	7,5	7,5	Spur	19	8½	6	3,2	3,5	3,8	12-14	16,4	3,8	4,6	6,2	3,6	0,6	0,7	0,5
— nicht steril	5,3	5,4	6,8	5,1	3	Spur	13	4	7	2,6	3,5	4,2	7-8	21,9	4,0	4,0	3,1	5,5	0,8	0,4	0,6
Rohboden, steril . .	7,9	8,0	7,9	28,2	31,6	30,2	½	½	½	0,6	0,6	0,8	0,03	1,1	0,8	—	—	—	—	—	—
— nicht steril	7,9	8,0	7,6	28,3	34,5	33,5	½	½	½	0,4	0,4	0,8	0,1	0,8	1,4	—	—	—	—	—	—
Waldboden, steril .	7,1	7,1	7,2	0,1	Spur	0,1	1½	2½	2	2,7	3,2	2,4	0,6	7,5	13,1	0,7	0,8	0,8	0,1	0,1	0,1
— nicht steril	7,4	7,3	7,6	2,4	1,2	2,5	2½	1½	2½	2,5	2,0	2,0	0,4	1,6	1,0	1,7	1,2	1,5	0,3	0,2	0,3
Komposterde, steril	7,3	7,6	7,8	1,1	0,9	1,0	6½	4	5½	4,7	5,0	4,9	1,0	3,7	3,8	1,2	1,1	1,2	1,8	0,2	0,2
— nicht steril	7,6	7,8	7,8	0,9	0,9	1,2	5½	4½	6	3,2	3,8	4,4	1,5	1,0	2,0	1,2	1,3	1,2	1,7	0,2	0,2

¹ Unmittelbar nach Sterilisation (Ende Mai 1949) ² Zwei Monate nach Sterilisation (Ende Juli 1949) ³ Sechs Monate nach Sterilisation (Ende November 1949)

III gekoppelt. So weist die Schale mit der größten mittleren Wuchsleistung von 151 mm im Durchschnitt auch den höchstmöglichen Befall von Typ II mit 4,00 auf bei einem Fehlen der anderen Typen (Typ I = 1,00, Typ II = 0,25).

Obwohl zur Abklärung dieser Spezialfragen umfassendere Spezialversuche erforderlich wären, beweisen die Ergebnisse erneut die außerordentlich verwickelten Zusammenhänge. Auf jeden Fall darf aus Schalenversuchen nicht ohne weiteres auf das Freiland geschlossen werden.

Die Frage, ob die verschiedene Mykorrhizabildung auf die direkte Sterilisationswirkung oder auf das veränderte Parasit-Wirt-Verhältnis zurückzuführen ist, wäre besonders zu untersuchen.

4. Einfluß der Sterilisation auf die Bodeneigenschaften

Die Frage des Einflusses der Dampfsterilisation auf die chemischen Bodeneigenschaften und den Bakteriengehalt wurde lediglich durch einige Bodenuntersuchungen der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon und bakteriologische Untersuchungen durch Prof. Dr. D ü g g e l i † berührt.

Eine eindeutige Wirkung der Bodensterilisation auf die untersuchten chemischen Bo-

deneigenschaften ist also *nicht* festzustellen. Die tiefgrüne Farbe der Pflanzen auf sterilisierten Böden läßt jedoch vermuten, daß die Stickstoffversorgung durch den Aufschluß organischer Bestandteile wesentlich verbessert wurde. Diese Frage wäre nun durch ausgedehnte bodenkundliche Untersuchungen abzuklären.

Auffallende Resultate haben die *bakteriologischen Untersuchungen* gegeben. Die Keimzahlen stellen das Ergebnis gemischter Durchschnittsproben dar.

Keimzahlen in Saaterde aus dem Forstgarten 2 Monate nach der Saat
(2½ Monate nach Sterilisation) im Jahre 1942

Bakteriengruppen	Unbehandelte Saatbeete	Sterilisierte Saatbeete
Gelatinewüchsige Bakterien	17 000 000	48 000 000
Agarwüchsige Bakterien	23 000 000	53 000 000
In Zuckeragar-Schüttelkultur gedeihende luft- scheue Bakterien	900 000	13 000 000
Azobacter chroococcum	20	0
Anaerobe Nitrifizierende (Bac. amylobacter) ..	130	10
Anaerobe Buttersäurebazillen	130	50
Pektinvergärer	90 000	5 000
Harnstoffzersetzer	130 000	80 000
Denitrifizierende	9 000	500
Nitrifizierende	1	1
Anaerobe Zellulosezersetzer	1	< 1
Anaerobe Eiweißzersetzer	13	1

Die gesamten Keimzahlen waren demnach in den sterilisierten Beeten rund dreimal größer als in nicht sterilisiertem Boden. Auffallend ist auch die Verschiebung innerhalb einzelner Gruppen.

Diese Untersuchungen zeigen eindrucklich, daß durch die Bodensterilisation hauptsächlich die *biologischen* Bodeneigenschaften in sehr komplexer Weise verändert werden und daß eine einfache Erklärung der Sterilisationswirkung jedenfalls vorläufig nicht möglich ist. Andererseits sind die praktischen Ergebnisse durchaus eindeutig und sprechen für eine Verwertung im Forstgartenbetrieb.

5. Praktische Anwendung und Kosten der Bodensterilisation

Seit 1942 wird in unseren zwei Saatgärten die Bodensterilisation regelmäßig und mit ausgezeichnetem Erfolg angewandt. Trotz starker Reduktion der Samenmenge (2—3 g pro Laufmeter Saatrille bei Fichte und Föhre und 10 g bei Erlen pro Quadratmeter Saatfläche) erhalten wir regelmäßig eine große Ausbeute an gesunden, kräftigen und gut

bewurzelten Pflanzen. Außerdem vermindert die Bodensterilisation in erheblichem Maße den Unkrautwuchs. Wir gehen bei der Bodensterilisation folgendermaßen vor:

Der leichte, gut transportable Sterilisationsapparat kann in unmittelbarer Nähe des verwendungsbereiten, gut verrotteten Komposthaufens aufgestellt werden. Das fein ausgesiebte und je nach Zusammensetzung mit Flußsand, Torf, Walderde oder Straßenabraum gut gemischte Material wird während 10—15 Minuten im « Pronto » durchgedämpft, nachher auf einer Holzpritsche ausgebreitet und einige Tage liegen gelassen. Das trockene, jedenfalls nicht mehr breiige Material wird nachher in einer 5—8 cm dicken Schicht auf die Saatbeete fein verteilt. Die Bedeckung der Saaten erfolgt nötigenfalls mit dem gleichen Material, mit feinem Grus oder mit Sand-Torf-Gemisch, eventuell Sand-Sägemehl-Gemisch. Dabei behandeln wir das Saatgut der Nadelbäume seit längerer Zeit vor der Aussaat größtenteils mit Wuchsstoffpräparaten. Über die Ergebnisse diesbezüglicher Versuche werden wir demnächst berichten. Von größter Wichtigkeit für die Verhütung der Keimlingskrankheiten ist regelmäßiges, nicht zu starkes Begießen, sorgfältige, nach der Keimung nicht zu starke Beschattung, Ermöglichung einer guten Luftzirkulation über den Saatbeeten und einer guten Abkühlung während der Nacht. Auf eine chemische Bekämpfung von Keimlingskrankheiten kann in der Regel vollständig verzichtet werden.

Die *Kosten* der Sterilisation sind relativ bescheiden.

Der von uns verwendete kleine « Pronto II » mit einem Fassungsvermögen von 60 Liter Erde erlaubt im Forstgartenbetrieb mit einem Mann täglich zirka 1,5—2 m³ Erde zu sterilisieren, wobei die Vorbereitung des Materials (Aussieben, Mischen) in der Arbeitszeit inbegriffen ist. Diese Menge sterilisierter Erde reicht für 25—40 m² Saatbeete. Unter Berücksichtigung des verminderten Saatgutverbrauches, der geringeren Kosten für Unkrautbekämpfung und der größeren Ausbeute an wertvollem Pflanzenmaterial hat sich die Bodensterilisation wirtschaftlich immer wieder gerechtfertigt.

Résumé

Dans de vieilles pépinières, des troubles biologiques provoquent souvent une certaine baisse des possibilités de rendement du sol. Les horticulteurs luttent depuis longtemps contre ces fâcheux phénomènes en stérilisant la terre. Partant de ces expériences, nous faisons depuis 1941 dans la forêt d'enseignement de l'E. P. F. des essais de stérilisation du sol en pépinière, qui trouvent fréquemment leur complément au laboratoire.

Les résultats sont les suivants:

- 1° La stérilisation à la vapeur de la terre à semis est un excellent moyen de réduire la mortalité parmi les plants naissants.

- 2° La stérilisation du sol stimule chez différentes essences le développement des jeunes plantes et améliore ainsi le gain en matériel cultural de grande valeur.
- 3° Le coût de la stérilisation du sol est relativement peu élevé, puisqu'un ouvrier peut stériliser en un jour la terre à semis nécessaire pour une surface d'au moins 25 à 40 m². (Trad. E. Badoux.)

Literatur

1. Roth, C.: Untersuchungen über den Wurzelbrand der Fichte. Phytopath. Ztschr. 8, 1935.
2. Gämman, E.: Über die Bekämpfung des Wurzelbrandes bei Zuckerrüben. Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1928.
3. Staehelin, M.: La désinfection partielle du sol et son application pratique. Journal horticult. et. Vaud, 1938.
4. Porchet, B.: Etude biologique d'une bactérie du sol fixant l'azote atmosphérique. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 58, 1933.
5. Wiesmann, R.: Das « Gesarol » als Bodendesinfektionsmittel. Forschungsergebnisse a. d. Gebiet des Gartenbaues, 1943.
6. Hadorn, Ch.: Bodeninfektionsversuche im Treibbeet und im Freiland. Forschungsergebnisse des Gartenbaues, Heft 3, 1943.
7. Melin, E.: Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefern-pflanze in verschiedenen Rohhumusformen. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, 23, 1926-1927.
8. Björkman, E.: Die Ausbildung und Frequenz der Mykorrhiza in mit Asche gedüngten Teilen von entwässertem Moor. Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, 32, 1940-41.
9. Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel, 1945.

Wirtschaftliche Gesichtspunkte zur Holzartenwahl

Von Eidg. Forstinsp. Jakob Keller, Bern

Das Thema « Wirtschaftliche Gesichtspunkte zur Holzartenwahl » kann nach zwei Seiten hin behandelt werden, nämlich:

1. vom Standpunkt des Bedarfes der Wirtschaft an den verschiedenen Holzarten oder an den beiden Holzartengruppen Nadel- und Laubholz und
2. vom Gesichtspunkt des Massen- und Wertertrages der einzelnen Holzarten, also in einer rein finanziellen Richtung.

Zwischen beiden Betrachtungsweisen besteht insofern ein Zusammenhang, als der Wertertrag, d. h. der Verkaufserlös einer Holzart, zum Teil von der Nachfrage abhängt. Setzen wir aber voraus, daß sämtliche Holzarten unserer forstlichen Produktion ohne Schwierigkeiten Absatz finden und den ihren Eigenschaften entsprechenden Preis erzielen, bestehen zwischen den einzelnen Holzarten hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit,