

férentes provenances et une certaine corrélation de ce caractère, avec la hauteur des semis.

Le débourrage des semis des provenances méridionales était significativement plus précoce que celui des autres provenances. Le contrôle hebdomadaire de la formation des bourgeons (août) à la fin de la deuxième saison de végétation, contrôlé effectué sur des lots de plants différents a montré une homogénéité dans la date de l'aoûtement à l'intérieur d'une même provenance. La provenance P, méridionale mais d'altitude élevée, ainsi que 3 des 4 lots de provenance septentrionale, ont montré un aoûtement précoce.

Literature Cited

- (1) Büsgen, M., and Münch, E.: The structure and life of forest trees. John Wiley and Sons, Inc. New York. pp. 408-414 (1929). —
 (2) Chen, Yung: Problems of introducing foreign species for reforestation. Journ. Agricultural Association of China 153, p. 22. (Chinese) (1934). — (3) Cieslar, A.: Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Zentralbl. gesamte Forstw. 33: 1-19 (1907). — (4) Downs, R. J., and Borthwick, H. A.: Effects of photoperiod on growth of trees. Bot. Gazette 117: 310-326 (1956). — (5) Edwards, M. V.: The design, layout and control of provenance experiments. Z. Forstgenetik 5: 169-181 (1956). — (6) Engler, A.: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. I. Fichte. Schweiz. Centralanst. Forstl. Versuchsw., Mitt. 8: 81-236 (1905). — (7) Fraser, D. A.: Growth mechanisms in hardwoods. Pulp and Paper Mag. Canada 59: 202-209 (1958). — (8) Highkin, H. R.: Temperature-induced variability in Peas. Amer. Jour. Bot. 45: 626-631 (1958). — (9) Irgens-Möller, H.: Genotypic variation in the time of cessation of height growth in Douglas fir. Forest Sci. 4: 325-330 (1958). — (10) Isaac, L. A.: Better Douglas fir forest from better seeds. University of Washington Press, pp. 53-54 (1949). — (11) Kramer, P. J.: Effect of variation in length of day on growth and dormancy of trees. Plant Physiology 11: 127-137 (1936). — (12) Larsen, C. S.: Genetics in Silviculture. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1956, p. 33. — (13) Lavender, D. P., and Engstrom, W. H.: Viability of seeds from squirrel-cut Douglas fir cones. Oregon State Board of Forestry. Research Note No. 27, 18 pp. (1956). — (14) Morris, W. G., Silen, R. R., and Irgens-Möller, H.: Consistency of bud-bursting in Douglas fir. Jour. Forestry 55: 208-210 (1957). — (15) Munger, T. T., and Morris, William: Growth of Douglas fir trees of known seed sources. U.S.D.A., Tech. Bul. No. 537 (1936). — (16) Müntzing, A.: Darwin's views on variation under domestication in the light of present-day knowledge. Proc. Amer. Philosophical Soc. 103: 190-220 (1959). — (17) Nienstaedt, H.: Height growth is indicative of the relative frost resistance of hemlock seed source. Lake States Forest Exp. Sta., U.S.D.A., Tech. Bul. No. 525, (1958). — (18) Pauley, S. S., and Perry, T. O.: Ecotypic variation of the photoperiodic response in *Populus*. Jour. Arnold Arboretum 35: 167-188 (1954). — (19) Pauley, S. S.: Photoperiodism in relation to tree improvement. In THIMANN's "The physiology of forest trees", The Ronald Press Co., pp. 557-571 (1958). — (20) Rohmeder, E.: Professor Münch's Anbauversuch mit Douglasien verschiedener Herkunft und anderen Nadelbaumarten im Forstamt Kaiserslautern-Ost 1912 bis 1954. Z. Forstgenetik 5: 142-156 (1956). — (21) Schmidt, W., and Stern, K.: Methodik und Ergebnis eines Wachstumsvergleichs an vier zwanzigjährigen Kiefernversuchsflächen. Z. Forstgenetik 4: 38-58 (1955). — (22) Schreiner, E. J.: Genetics in relation to forestry. Jour. Forestry 48: 33-38 (1950). — (23) Society of American Foresters: Glossary for forest tree improvement workers. Edit. E. B. Snyder, pp. 17-18 (1959). — (24) Vaartaja, O.: Evidence of photoperiodic ecotypes in trees. Ecological Monographs 29: 91-111 (1959). — (25) Weidman, R. H.: Evidences of racial influence in a 25-year test of Ponderosa pine. Jour. Agric. Res., 59: 855-887 (1939). — (26) Willis, C. P., and Hoffmann, J. V.: A study of Douglas fir seed. Proc. Soc. Amer. For. 10: 141-164 (1915). — (27) Wright, J. W., Bingham, R. T., and Dorman, K. W.: Genetic variation within geographic Ecotypes of forest trees and its rôle in tree improvement. Jour. Forestry 56: 803-808 (1958).

(Aus der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Abteilung Forstliche Genetik und Züchtung, Wien)

Eine einfache Kulturkammer für Sämlingsprüfung mit Nährösungskultur

Von KURT HOLZER und KONRAD LIEBESWAR

(Eingegangen am 20. 11. 1959)

Bei den Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der forstlichen Genetik und der Forstpflanzenzüchtung wird besonderer Wert auf die Frühtestforschung gelegt; W. Schmidt (1957) gibt in seinem Bericht einen wertvollen Überblick über dieses Gebiet. Hierher gehört auch die Beobachtung von frühesten Wachstumsstadien, wie aus den Untersuchungen von Schröck und Stern (1953), Barrels (1953), W. Schmidt (1954), Stern (1956) und Schröck (1956, 1958) hervorgeht.

Ein einwandfreier Vergleich von Sämlingen, vor allem im Hinblick auf erbbedingte morphologische und physiologische Eigenschaften, ist nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Pflanzen unter möglichst gleichen Bedingungen herangezogen werden, was bei Anzucht im Freiland nur schwer erreicht werden kann; außerdem fehlt hierbei die Möglichkeit einer Reproduktion und auch Kontrolle der Versuchsbedingungen. Wir haben deshalb versucht, durch Errichtung einer Kulturkammer, in der Licht, Feuchtigkeit, Temperatur sowie Ernährung der Pflanzen in gewissen Grenzen gesteuert werden können, Wachstumsbedingungen zu schaffen, die für eine kurzzeitige Prüfung von Waldbausämlingen ausreichen und leicht wiederherstellbar sind.

Vor einiger Zeit hat Ehrendorfer (1957) über seine Erfahrungen bei der Errichtung derartiger Vegetationsschränke berichtet. Im Grundprinzip sind wir seiner Methode be treffend Beleuchtung gefolgt, haben aber zusätzlich eine regelbare Heizung sowie künstliche Ernährung der zu untersuchenden Pflanzen eingeführt. Besonders die Ernährung mit immer gleichartig zusammengesetzten Nährösungen erschien für die Reproduzierbarkeit der Versuche besonders wichtig, denn Erde kann kaum eine konstante Zusammensetzung aufweisen; außerdem ist zu befürchten, daß durch Erde verschiedene tierische und pflanzliche Schädlinge eingeschleppt und so die Versuchspflanzen gefährdet werden könnten.

Die Kulturkammer

Die im Grundriß rechteckige Kammer, Ausmaß 210×130 X 200 cm, zeigt im Inneren eine Aufteilung auf vier gleichgroße Teilkammern im oberen Teil, Ausmaß 105×65 cm, im unteren Teil ist eine gemeinsame Kammer vorhanden, in der sich die Zusatzheizung sowie Wasserwannen zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit befinden. Die zwei vorderen Teilkammern zeigen das Photo Abb. 1. Die Trennung der Kammer in vier Teilkammern hat den Zweck, unter sonst

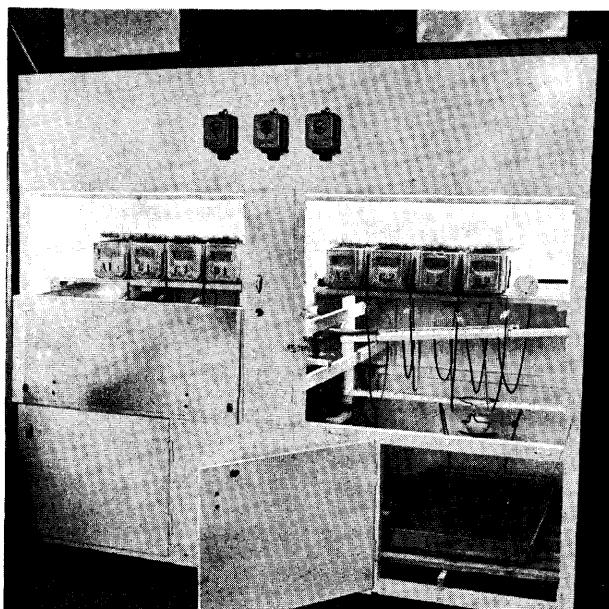


Abb. 1. — Blick in die vorderen Teilkammern der Kulturmutter.

gleichen Bedingungen die Einwirkung von vier verschiedenen Tageslängen auf die Versuchspflanzen zu ermöglichen. Die Beleuchtung wird durch elektrische Schaltuhren gesteuert. Die Wände der einzelnen Kammern sind mit Stanniolfolie ausgekleidet, so daß ein ziemlich hoher Anteil von zerstreutem Licht entsteht. Im Kulturräum herrscht, im Abstand von etwa 20 cm von der Lichtquelle, eine Lichtstärke von etwa 10 000 Lux.

Dieser Kulturräum ist von den Leuchtstoffröhren durch eine Glasplatte abgetrennt, um die starke Wärmeentwicklung der Beleuchtungskörper etwas abzuschirmen und so den Kulturräum vor zu starker Erhitzung zu schützen. In jeder Teilkammer befinden sich neun Leuchtstoffröhren PHILLIPS TL 25 W 32 De Luxe, in je drei Balken zu drei Röhren angeordnet.

Da für die Kultur der Sämlinge große Eternitgefäße im Ausmaß 50×15×15 verwendet werden, ist eine tägliche Umstellung der Kulturgefäße, wie sie bei kleinen Schalen zum Ausgleich des Lichtes angewendet wird (GIESECKE 1954, p. 203, EHRENDORFER 1957), nicht möglich, so daß nur ein kleiner Raum unterhalb der Leuchtstoffröhren im Ausmaß 65×40 cm für die Prüfungskulturen Verwendung finden kann. (Dieser Platz reicht aus zur Kultur von 80 Reihen mit je 25 Fichtensämlingen, das sind 2000 Pflanzen je

Tabl. 1. — Pflanzenzahl, reduziertes Trockengewicht je Pflanze und Wassergehalt (in % des Trockengewichtes) einer Vergleichskultur von Fichte zur Ermittlung der Streuung innerhalb des Kulturräumes (dieser ist durch den starken Rand hervorgehoben).

Pflanzenzahl	Kulturgef. A		Kulturgef. B		Kulturgef. C		Kulturgef. D		
	reduz. Tr.gew.	Wasser-gehalt							
1.-3. Reihe	46	83,4	343	48	93,7	360	51	107,1	357
4.-8. Reihe	112	95,3	364	102	92,4	382	102	106,3	374
9.-13. R.	75	89,1	366	105	101,3	382	73	101,8	389
14.-18. R.	70	83,3	365	89	100,7	383	85	103,4	385
19.-23. R.	77	104,8	359	76	105,3	379	96	104,2	373
24.-26. R.	34	93,9	352	60	122,1	356	56	112,6	360
							71	126,5	354

Teilkammer.) Außerhalb dieses Raumes ist ein sehr starker Lichtabfall zu verzeichnen, so daß der übrige Teil für vergleichende Untersuchungen nicht verwendet werden kann; in Tabelle 1 sind Pflanzenzahl je Flächeneinheit, reduziertes Trockengewicht*) und Wassergehalt (in % des Trockengewichtes) von 90 Tage alten Fichtensämlingen der zur Kultur verwendeten Fläche angeführt; eine Teilkammer enthält 16 Flächeneinheiten ohne Randreihen. Eine Spalte der Tabelle gibt die Werte eines Kulturgefäßes wieder, der verwertbare Kulturräum ist stark umrandet. In der ersten und letzten Zeile sind die entsprechenden Werte der drei Randreihen zum Vergleich angegeben. Die geringe Streuung der Trockengewichte und des Wassergehaltes zeigt, daß die Bedingungen in diesem Kulturräum vergleichbare Ergebnisse liefern.

Der Rost zur Aufstellung der Kulturgefäße läßt sich in verschiedenen Höhen einstellen, so daß man dadurch die Lichtstärke verändern und auch die Höhe der jeweils kultivierten Pflanzen berücksichtigen kann. Für die Forstpflanzenkultur haben wir bisher mit einer mittleren Entfernung von 20 cm von der Lichtquelle das Auslangen gefunden; bei Laubgehölzen wird allerdings bei über zwei Monaten dauernder Kultur dieser Abstand zu klein, da dann die Sproßspitzen an die Glasplatte anstoßen.

Ernährung der Sämlinge

Nach einigen Vorversuchen gelang es, die wichtigsten Nährstoffansprüche der Forstbaumsämlinge zufriedenzustellen. Da wir, wie bereits erwähnt wurde, von einer Kultur in Erde Abstand nahmen, mußten wir auf ein Hydro-

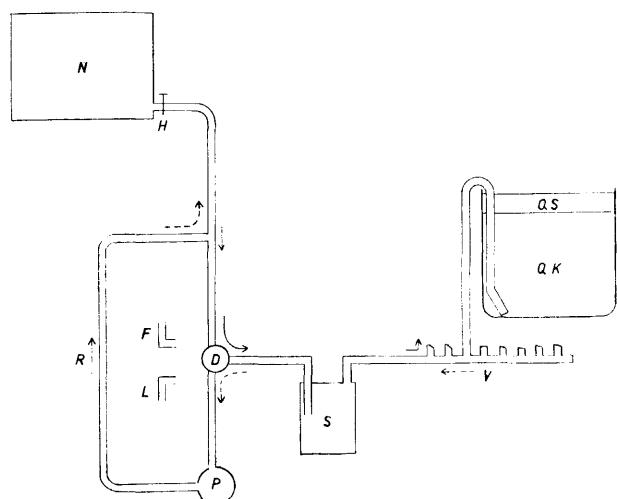


Abb. 2. — Schematische Darstellung der Hydroponikanlage. Nähere Erläuterungen im Text; außerdem bedeuten: QS und QK Quarzsand und -kies im Kulturgefäß, H Absperrhahn.

ponikverfahren übergehen, das im Prinzip bereits bei GIESECKE (1954 p. 205 ff.) beschrieben ist. Um dabei eine zufriedenstellende Kultur durch gleichmäßige Nährstoffversorgung, außerdem aber auch Luftzufuhr zu den Wurzeln zu erreichen, wird täglich einmal das gesamte Kulturgefäß mit Nährlösung vollgepumpt und diese anschließend wieder abgesaugt. Die Pflanze selbst wird in reinem Quarzsand (bzw. Quarzkies im unteren Teil des Gefäßes) kultiviert. Einen Überblick über die vollmechanische Anlage der Nährstoff-

*) Dieses Trockengewicht ist ein auf die jeweilige Flächeneinheit von 115 cm² reduzierter Wert, da bei größerer Pflanzenzahl die einzelnen Pflanzen weniger Licht bekommen, also weniger Substanz produzieren können.

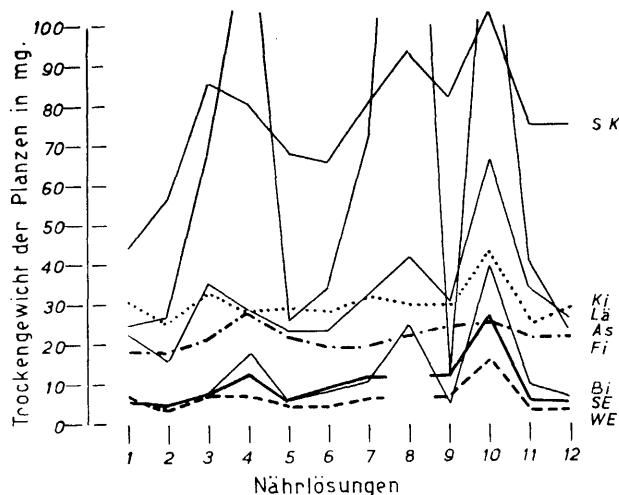


Abb. 3. — Vergleich des Trockengewichtes verschiedener Forstbaumsämlinge nach Kultur in den verschiedenen Nährlösungen 1–12 des 1. Kulturversuches (siehe Text); SK = Schwarzkiefer, Ki = Weißkiefer, Lä = Lärche, Fi = Fichte, SE = Schwarzerle, WE = Weißerle, Bi = Birke, As = Aspe.

versorgung gibt Abbildung 2: Aus dem Vorratsbehälter N auf dem Dach der Kammer läuft die Nährlösung durch ein Rohrsystem über den Dreieghahn D in Stellung F zum Verteilersystem V und von dort in die Kulturgefäße; sind diese gefüllt, wird die gesamte Nährlösung durch Umstellen des Dreieghahnes (Stellung L) und Einschalten der Elektropumpe P wieder abgesaugt und über die Rückleitung R in den Vorratsbehälter zurückgepumpt. Das Sicherheitsgefäß S dient zum Abfangen von Sandkörnern, die sonst in die Pumpe gelangen und diese beschädigen könnten.

Die Nährlösung wird je nach Anzahl der Sämlinge etwa einmal im Monat erneuert; eine Füllung faßt 120 l Nährlösung mit der Konzentration 1,84 g/l, diese enthält nach einem Monat noch 1,2 g/l. Durch das Vorhandensein von zwei Nährlösungstanks und einer Abläßmöglichkeit für das gesamte Rohrsystem ist es auch möglich, zugleich zwei

Tab. 2. — Zusammensetzung der Nährlösungen des 3. Kulturversuches, abgewandelt nach SCHMALFUSS, die Zahlen bedeuten g/100 l Lösung.

Nr.	MgSO ₄	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	K ₂ SO ₄	KH ₂ PO ₄	Ca (NO ₃) ₂	FeCl ₃	Konz. %	Bemerkungen
1	20	20		20	20	10	2	0,920	Normallösg.
2	40	40		40	40	20	4	1,840	mit Ca 2 × Lösg. 1
3	80	80		80	80	40	8	3,680	4 × Lösg. 1
4	20	30		20	20		2	0,920	Normallösg. ohne Ca
5	40	60		40	40		4	1,840	2 × Lösg. 4
6	80	120		80	80		8	3,680	4 × Lösg. 4
7	20	20	20		20	10	2	0,920	N angereichert mit Ca
8	20	30	20		20		2	0,920	N angereichert ohne Ca
9	20	20			40	10	2	0,920	P angereichert mit Ca
10	20	30			40		2	0,920	P angereichert ohne Ca
11	20	20		20	20	10	2	0,920	Normallösg. mit Ca
12	20	30		20	20		2	0,920	Normallösg. ohne Ca

verschiedene Nährlösungen in derselben Verteileranlage zu verwenden (z. B. eine Lösung kalkhaltig die andere kalkfrei).

Im ersten Versuch wurden folgende Nährlösungen nach SCHROPP (1951) verwendet: HILTMER *Neue Münchner Nährlösung* (p. 130) in vier Varianten (Nr. 1 bis 4 der Abbildung 3); BREAZEALE (p. 150 f.) in zwei Varianten (Nr. 5 u. 6); SCHIMPER (p. 155 f.) in zwei Varianten (Nr. 7 u. 8); SCHMALFUSS (p. 156) in zwei Varianten (Nr. 9 und 10); ROTHAMSTED (p. 138) in zwei Varianten (Nr. 11 und 12 der Abbildung 3); sämtliche Lösungen wurden in einer Konzentration von etwa 0,9 mg/l verwendet. Die Ergebnisse dieses ersten Kulturversuches sind in Abbildung 3 graphisch dargestellt durch das während einer Kulturzeit von 112 Tagen bei Nadelholzsämlingen und von 92 Tagen bei Laubholzsämlingen gebildete Trockengewicht. In diesem Versuch wurden gleichzeitig kalkfreie und kalkangereicherte Nährlösungen verwendet. Die kalkangereicherten Kulturen enthielten außerdem an Stelle von Quarzkies kalkhaltigen Kies, der einen Großteil der gelösten Bestandteile festhielt; außerdem enthielten alle Nährlösungen Bestandteile, die ungelöst am Boden der Vorratsgefäß liegen blieben und so den Pflanzen nicht zur Verfügung standen.

Eine Wiederholung der Nährlösungskultur mit den Nährlösungen Nr. 3, 4, 7, 8, 9 und 10 ergab eine eindeutige Überlegenheit der von SCHMALFUSS veröffentlichten Nährlösung (Versuchsnummer 10), so daß wir uns entschlossen,

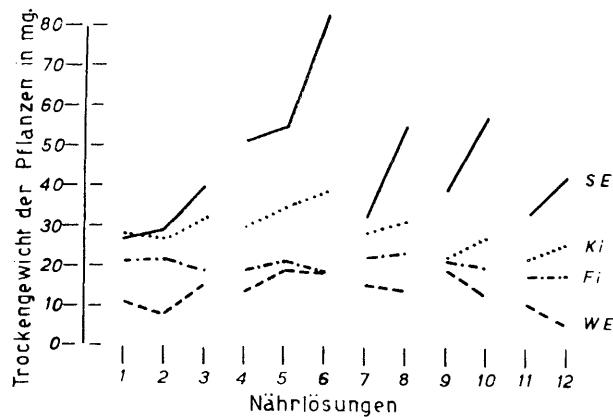


Abb. 4. — Vergleich des Trockengewichtes von Weißkiefer (Ki), Fichte (Fi), Schwarzerle (SE) und Weißerle (WE) nach Kultur in den verschiedenen Nährlösungen des 3. Kulturversuches; Zusammensetzung der Nährlösungen siehe Tabelle 2.

diese derart abzuwandeln, daß sie keine unlöslichen Substanzen enthält und auch bei Herstellung der Lösungsmischung keine Trübung zeigt. Außerdem haben wir die so erhaltene Lösung noch abgewandelt: normal in einfacher, doppelter und vierfacher Konzentration sowie Stickstoff und Phosphor angereichert, alle Varianten mit und ohne Kalziumzusatz. Die genaue Zusammensetzung der so hergestellten Nährlösungen des 3. Kulturversuches ist aus Tabelle 2 zu entnehmen, das Ergebnis dieser Versuchskultur ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt (Trockengewicht nach 60 Tagen bei Laubholzsämlingen und nach 75 Tagen bei Nadelholzsämlingen). Die weiteren Versuche, die einheitlich mit der Nährlösung 2 des dritten Kulturversuches ausgeführt werden, zeigen ein recht zufriedenstellendes Wachstum (vergleiche Tabelle 1 und Abbildung 5), so daß wir für die derzeit durchzuführenden Testuntersuchungen an Fichtensämlingen diese Nährlösung beibehalten.

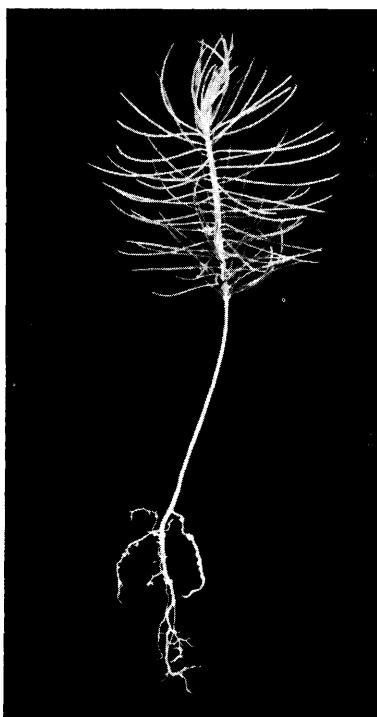


Abb. 5. — Mittlere Entwicklung eines Fichtensämlings nach 70 Tagen in der Kulturkammer.

halten mit einem Zusatz A—Z-Lösung nach HOAGLAND (aus SCHROPP 1951, p. 167).

Zusammenfassung

Die hier beschriebene Kulturkammer für Sämlingsprüfung ist im besonderen darauf abgestimmt. Sämlinge von Waldbäumen (z. B. Kiefer, Fichte, Lärche, Erle, Birke etc.) unter jederzeit rekonstruierbaren Bedingungen heranzuziehen und bezüglich ihres Wachstums während der 1. Vegetationsperiode genauer untersuchen zu können. Um die Versuchsbedingungen reproduzierbar gestalten zu können, werden die Pflänzchen mit künstlichem Licht (etwa 10 000 Lux) bestrahlt und bei nahezu konstanter Temperatur mit Nährösungen in reinem Quarzsand kultiviert; die Nährösung wird mittels Pumpapparatur einmal täglich in die Kulturgefäße gepumpt und beim Absaugen der Lösung die Luft im Boden erneuert.

Die Kammer gestattet, etwa drei bis vier Untersuchungsreihen in einem Jahr durchzuführen. Fichtensämlinge erreichen nach 90 Tagen Kultur ein Trockengewicht von etwa 36 mg.

Weiters ist es in dieser Kulturkammer durch die Teilung in vier Teilkammern möglich, das Wachstum der zu prüfenden Nachkommenschaften gleichzeitig bei verschiedener Belichtungsdauer zu untersuchen, wobei alle anderen Versuchsbedingungen gleich bleiben.

Die Größe der Kammer gestattet die gleichzeitige Prüfung von 8000 Sämlingen (z. B. von Fichte).

Summary

Title of the paper: *A Simple Growing Chamber for Seedling Tests with Nutrient Solution Culture*.

The growing chamber described here for seedling tests is especially devised for growing seedlings of forest trees (e. g. pine, spruce, larch, alder, birch, etc.) under conditions

allowing replication at any time and for examining in detail their growth during first season. In order to allow replication of experimental conditions, the seedlings are irradiated with artificial light (about 10,000 Lux) and cultivated at nearly constant temperature with nutrient solutions in pure quartz sand. The nutrient solution is pumped once a day into the growing vessels by means of a pumping device, and on sucking off the solution the air in the substratum is renewed.

The chamber allows for about 3 — 4 test series a year. Spruce seedlings, after 90 days' growing, attain a dry weight of about 36 milligramms.

Furthermore, the division of this growing chamber into 4 compartments allows to study the growth of progenies to be tested simultaneously at varied light exposure duration, all other experimental conditions being equal.

The size of the chamber allows simultaneous testing of 8,000 seedlings (e. g. of spruce).

Résumé

Titre de l'article: *Une simple chambre de culture pour l'examen de semis avec culture en solution nutritive*.

La chambre de culture ici décrite pour l'examen de semis a été spécialement construite pour élever des semis d'arbres forestiers (p. ex. pin, épicéa, mélèze, aune, bouleau . . .) sous des conditions qu'on puisse répéter en tout temps voulu, et pour pouvoir en étudier en détail l'accroissement pendant la première période végétative. Afin de pouvoir rendre les conditions d'expérience en sorte d'être répétées, les jeunes plants sont exposés à une lumière artificielle (environ 10 000 Lux) et cultivés à une température presque constante avec des solutions nutritives en sable quartzé pur. La solution nutritive est pompée dans les vaisseaux de culture par un mécanisme spécial une fois par jour, et en aspirant la solution l'air est renouvelé dans le substratum.

La chambre permet d'exécuter à peu près 3 à 4 séries d'expériences par an. Les semis d'épicéa atteignent, après 90 jours de culture, un poids sec de 36 mg environ.

De plus, il est possible dans cette chambre de culture, grâce à sa division en 4 compartiments, d'étudier simultanément la croissance des progénitures à examiner par une durée variée d'éclairage, toutes les autres conditions d'expérience restant pareilles.

Les dimensions de la chambre permettent d'examiner 8000 semis (p. ex. d'épicéa) simultanément.

Literatur

- BARTELS, H.: Untersuchung über die Vitalität der Koniferenkeimlinge in Abhängigkeit vom Keimzeitpunkt. *Z. Forstgenetik* 2, 42 (1953). — EHRENDORFER, K.: Lichtschränke für Vegetationsversuche. *Bodenkultur* 9, 168 (1957). — GIESECKE, F.: Der Vegetationsversuch. 2. Der Gefäßversuch und seine Technik. (*Methodenbuch IX*) Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin, 1954. — SCHMIDT, W.: Physiologische Teste im Keimlingsalter. 8. Int. Bot. Kongr. Paris. 13, 29 (1954). — SCHMIDT, W.: Die Sicherung von Frühdiagnosen bei langlebigen Gewächsen. *Züchter*, 4. Sonderheft, 39 (1959). — SCHRÖCK, O.: Problematik bei der Anwendung von Frühtesten in der Pflanzenzüchtung. *Züchter* 26, 270 (1956). — SCHRÖCK, O.: Phototropische Reaktionen als Auslesemethode bei Kiefern-Sämlingen. *Züchter* 28, 320 (1958). — SCHRÖCK, O., und STERN, K.: Prüfung des Wachstumsganges der Kiefer im Keimlingstest als Auslesemethode. *Züchter* 23, 137 (1953). — SCHROPP, W.: Der Vegetationsversuch. 1. Die Methodik der Wasserkultur höherer Pflanzen. (*Methodenbuch VIII*) Neumann-Verlag, Radebeul und Berlin, 1954. — STERN, K.: Über die Erblichkeit des Wachstums. *Züchter* 26, 121 (1956).