

Zur Blasenrost-Resistenzzüchtung mit *Pinus strobus*

Von H. MEYER

(Eingegangen am 10. 6. 1954)

In der Resistenzzüchtung gegen den Erreger des Blasenrostes (*Cronartium ribicola*) an Weymouthskiefern (*Pinus strobus*) versuchen wir seit 1950 über zwei Wege zu Fortschritten zu kommen:

1. Auslese von phänotypisch resistenten Individuen aus Beständen, die bereits seit längerer Zeit infiziert sind.

2. Artenkreuzungen, vor allem mit der asiatischen *P. Griffithii* McCLELLAND (= *P. excelsa* WALL.) und einigen anderen fünfnadeligen Kiefern, von denen angenommen wurde, daß sie Resistenzeigenschaften besitzen.

1. Individualauslese

Bereits seit über einem Jahrzehnt befassen sich nordamerikanische Forstpflanzenzüchter mit der Frage der Zweckmäßigkeit von Selektionen unter erkrankten Beständen der *Pinus strobus* und der *P. monticola* (RIKER, KOUBA, BREUER, BYAN [6], HIRT [4], FARRARR [5], BINGHAM, SQUILLACE, DUFFIELD [2]; THOMAS, RIKER [7]).

Das Arbeitsgebiet der Weymouthskiefer-Resistenzzüchtung kann als eines der ältesten Vorhaben forstgenetischer Art in Nordamerika angesehen werden. Unter Berücksichtigung der entschieden großen wirtschaftlichen Bedeutung des Blasenrostbefalles in den Beständen fünfnadeliger Kiefern ist die Intensität, die man diesem Arbeitsgebiet zuwendet, verständlich: In Wisconsin wurden erste intraspezifische Kreuzungen zwischen phänotypisch resistenten *P. strobus* vor 15 Jahren ausgeführt. Nahezu gleich alt sind erste Artenkreuzungen mit resistenten eurasischen Kiefern in Kalifornien. Es wird von einigen Erfolgen berichtet, die erkennen lassen, daß die Resistenz erblich bedingt sein kann und daß die Möglichkeit besteht, über den Weg der Selektion resistentes Saatgut zu erzeugen.

Wenngleich Ausmaß und Bedeutung der Blasenrost-erkrankung in Deutschland nicht im entferntesten mit Nordamerika verglichen werden kann, so sind auf diesem Gebiet die Probleme, mit denen sich die Züchtung hier auseinandersetzen hat, letztlich ähnlich. Blasenrosterkrankungen an Weymouthskiefern sind in nicht unerheblichem Umfange festzustellen, und zweifellos kommt in einigen der Hauptanbaugebiete dieser Kiefer, z. B. im Odenwald, dem Blasenrostbefall eine wesentliche Bedeutung zu. Es war dies einer der Beweggründe, weshalb seit 1950 nach gesunden Stroben gesucht wurde. Zuvor mußten zwei wesentliche Fragen geklärt werden:

Erstens: Welche Altersstufen soll die Auslese umfassen?

Zweitens: Soll lediglich nach phänotypisch resistenten Bäumen gesucht werden, oder soll gleichzeitig bei der Auswahl auf andere erwünschte Eigenschaften, wie Kronenform, Feinastigkeit, Geradschaftigkeit u. dgl., geachtet werden?

Bei der Beantwortung der ersten Frage muß berücksichtigt werden, daß der Befall durch den Blasenrost nicht wie bei einigen anderen infektiösen Erkrankungen an Waldbäumen auf eine bestimmte Zeitspanne im Jugendalter des Baumes beschränkt ist, sondern daß auch im höheren Alter stets Neuinfektionen erfolgen können, daß also ein bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt gesunder Baum

noch keine Resistenz verbürgt. Dieser Umstand schaltet in das Gebiet der Individualauslese ohne Zweifel einen Unsicherheitsfaktor ein. In Nordamerika sind teilweise sehr junge Bäume (unter 20 Jahren) ausgewählt worden, die möglicherweise später noch erkranken können. An relativ sehr jungen Individuen läßt sich natürlich der Gesundheitszustand sehr viel leichter überprüfen. An den von uns ausgewählten über 40jährigen Stroben ist ein Erklettern der Krone und eine Durchsicht von Zweig zu Zweig unerlässlich. Man könnte andererseits einwerfen, daß eine ältere ausgelesene Strobe bereits in jungen Jahren erkrankt war und die Krankheit jedoch nach Verlust der abgestorbenen Nadeln bzw. Aste überwunden hat. Die Dinge liegen also nicht sehr einfach, und sie lassen erkennen, mit welchen Unsicherheitsfaktoren die Individualauslese belastet ist. Die vegetativen Nachkommen (Pfropfungen) der 1950 und 1951 ausgewählten äußerlich gesunden Bäume (32 Stück) enthalten auf Grund der Auswertung im Frühjahr 1954 bereits 4 Klone, die *Cronartium*-befall nachweisen lassen, bei zwei weiteren Klonen ist ein vermuteter Befall noch nicht mit Sicherheit bestätigt. Es muß damit gerechnet werden, daß in den nächsten Jahren weitere Klone in dem Infektionstest als nicht resistent wieder ausgeschieden werden müssen. Es dürfte sich daher empfehlen, eine möglichst große Anzahl phänotypisch gesunder Individuen auszusuchen, um diese in einer besonderen Klonprüfung nach künstlicher Infektion auf ihren Wert zu testen.

Die andere Frage, ob bei einer Resistenzauslese gleichzeitig andere Qualitätsmerkmale mit berücksichtigt werden sollen, ob z. B. ein nachweisbar gesunder, aber extrem grobstämmiger Baum inmitten erkrankter Umgebung wegen seiner Grobstämmigkeit verworfen werden soll, läßt sich dahingehend beantworten, daß zunächst ausschließlich auf Resistenz gearbeitet werden muß, und daß alle übrigen Merkmale vorerst unberücksichtigt bleiben sollen, zumal bei der Weymouthskiefer individuelle Qualitätsunterschiede nicht in dem Maße zu erkennen sind, wie dies bei anderen Holzarten der Fall sein mag. Die bisherige Erfahrung hat gelehrt, daß zunächst mit einer möglichst großen Anzahl von gesunden Mutterbäumen gearbeitet werden muß und daß eine Berücksichtigung anderer Qualitätsmerkmale die Zahl der zur Verfügung stehenden Bäume wesentlich einschränken würde.

Die Klonprüfung wird in der Weise vorgenommen, daß auf zwei Flächen je 30 Pfropfungen von jedem Klon in *cronartium*-verseuchter Umgebung in weitem Verband ausgepflanzt wurden. Durch Zwischenbau mit *Ribes nigrum* soll die Infektionsintensität gesteigert werden. In ähnlicher Weise werden die aus kontrollierter Bestäubung intraspezifischer Kreuzungen hervorgegangenen Nachkommen zu testen sein. Die Anlage von Samenplantagen mit dem Ziel der Erzeugung blasenrostfesten Saatgutes dürfte erst nach diesen beiden Resistenzprüfungen vorgenommen werden, und es ist damit zu rechnen, daß die Vorprüfung der Klone und die Prüfung der kombinierten Nachkommenschaft dieser Klone noch eine Reihe von Jahren in Anspruch nehmen wird.

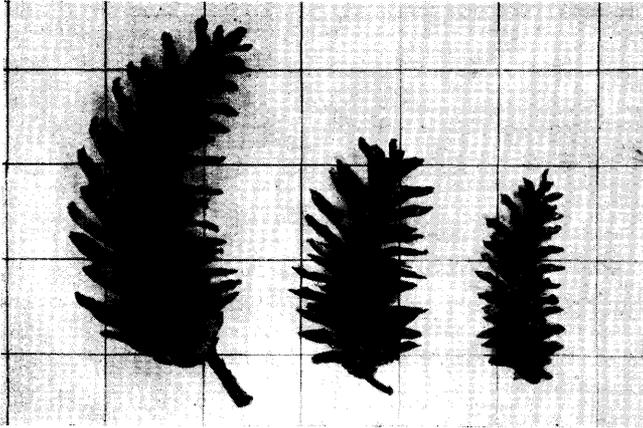


Abb. 1. Zapfen der *Pinus Griffithii* (links), des Bastardes *P. strobus* \times *Griffithii* (Mitte) und der *P. strobus* (rechts).

2. Artenkreuzungen

Es gedeihen in Europa einige fünfnadelige Kiefernarten, die nur schwach oder überhaupt nicht unter Blasenrosterkrankungen leiden. Von diesen Arten verdient besonders die asiatische *P. Griffithii* Beachtung. Der Vorteil einer möglichen Kreuzung dieser Art mit *P. strobus* liegt wohl in der Erwartung, daß die Resistenzeigenschaften des gesunden Elternteils sich auf die F_1 übertragen und daß evtl. ein Bastardeffekt auftritt. Nachteile könnten eintreten, wenn Anfälligkeit anderen Krankheiten gegenüber oder auch eine zu geringe Frosthärte vererbt werden.

Nun bietet sich uns in dem Vorhandensein eines natürlich entstandenen 17jährigen Bastardes von *P. strobus* \times *P. Griffithii* die Möglichkeit, einige wesentliche Bastardmerkmale, vor allem bezüglich der Resistenzeigenschaft zu studieren. Der Bastard ist mit mehreren anderen im Jahre 1937 in einer holsteinischen Baumschule aus Verschulpflanzungen ausgelesen worden. Die Pflanzen waren wüchsiger als die übrigen des gleichen Beetes; sie besaßen längere Nadeln, ohne daß man sich damals die Ursache dieser auffallenden Merkmale erklären konnte. Ein Exemplar kam nach Hann. Münden in das Nadelholzquartier des Botanischen Gartens. Die bald geäußerte Vermutung, es müßte sich nach den morphologischen Merkmalen um einen Bastard zwischen *P. strobus* und *P. Griffithii* handeln — wie bereits früher an anderen Exemplaren von SCHWERIN (6) beschrieben —, konnte mit großer Sicherheit bestätigt werden, da es sich bei einer Nachprüfung der Herkunft herausstellte, daß sich der *P. strobus*-Erntebestand in Mecklenburg in Nähe eines Parkes befand, in dem einzelne *P. Griffithii* standen. Eine 1953 vorgenommene gründliche Untersuchung aller morphologischen Merkmale ließ kaum einen Zweifel an der Bastardnatur des Baumes (s. Tabelle 1).

Tabelle 1

Merkmale der Elternarten und des Bastards

| Merkmale | <i>P. strobus</i> | <i>P. Griffithii</i> | <i>P. strobus</i> \times <i>P. Griffithii</i> |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Knospen | 5—6 mm lang, rötlich-gelb, schlank-eiförmig, nur schwach verharzt | 8—12 mm, braune Schuppen, sehr dünnhäutig, länglich-kegelförmig | 8—10 mm, rötlich-braune Schuppen, zylindrisch-kegelförmig, stark verharzt |
| Jungtriebe | sehr dünn, 1jähr. grün bis grünlich-braun, sehr fein behaart unt. den Kurztrieben | dick, kahl, bräunlich-grün | kräftig, bereift, kurze feine Behaarung |
| Nadeln | Gerade, weich, 5—10 mm lang, stumpf zugespitzt, an den Rändern deutlich gesägt | dem Zweig angedrückt, 10—18 mm lang. Scharf zugespitzt, an den Rändern fein gesägt | dünn, schlaff hängend, 10—16 mm lang |
| Zapfen (Abb. 1) | 9—14 cm lang, Schuppen glatt keilförmig, Schuppenschild wenig hervortretend | 18—30 cm lang, gewölbte Schuppen, längsstreifig | 10—17 cm lang, gewölbte Schuppen, Längswulst auf dem Rücken |

Die bisherige Wuchsleistung des Baumes ist außergewöhnlich gut. Der Baum weist im Alter von 17 Jahren eine Höhe von 13,90 m auf; es entspricht dies einem durchschnittlichen jährlichen Höhenzuwachs von 81,80 cm. Die Wuchsform des im Freiland erwachsenen Baumes hat mehr Ähnlichkeit mit *P. Griffithii* als mit *P. strobus* (Abb. 2). Eine frei aufgewachsene Strobe neigt sehr zur Starkastigkeit (Abb. 3), während die asiatische Kiefer gewöhnlich eine schmal-pyramidale Kronenform zeigt (Abb. 4).



Abb. 2. Wuchsform des 17jähr. Bastardes *P. strobus* \times *Griffithii* (Freiland), Hann. Münden.

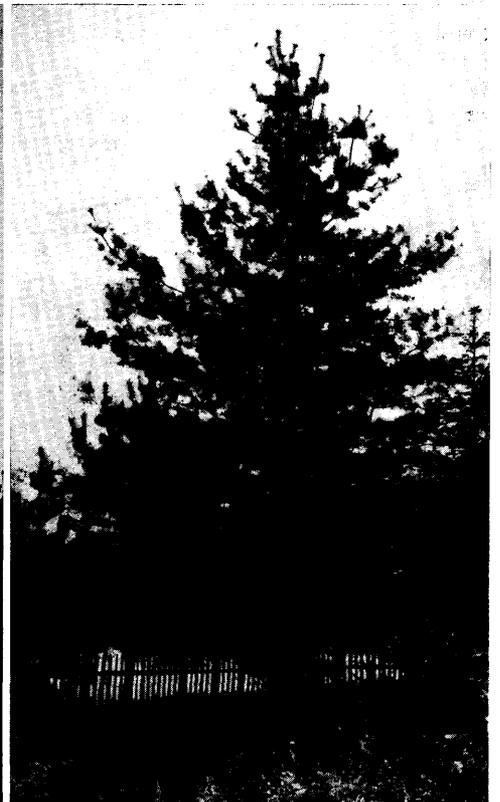


Abb. 3. Wuchsform einer 17jähr. *P. strobus* (Freiland), Hann. Münden.



Abb. 4. Wuchsform einer 20jährl. *P. Griffithii*, Lehrforstamt Gahrenberg.

Die größte Bedeutung kommt dem Baum jedoch bezüglich seiner Resistenzeigenschaften zu. Die örtliche Lage des Koniferenquartiers, umgeben von Gärten mit zahlreichem *Ribes*-Besatz, läßt eine hohe Krankheitsdisposition erwarten. Mehrere andere fünfnaedelige Kiefern, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Bastardes befinden, sind teilweise erheblich vom Blasenrost befallen (Abb. 5). Am stärksten leiden (teilweise bereits abgestorben): *P. flexilis*, *P. cembroides*, *P. monticola*, *P. lambertiana*, *P. strobus*. Die letztere Art weist gefährliche Krankheitsherde an einigen sehr starken Ästen auf. Der Bastard wurde zudem 1951 und 1952 mehrfach mit Uredosporen künstlich infiziert. Wenn er bislang frei geblieben ist von den geringsten Anzeichen einer Infektion, so erscheint die Beachtung, die wir dem Baum schenken, gerechtfertigt. Das Bastardexemplar fruchtet bereits. Der Pollen zeigt stark herabgesetzte Fertilität. Einige Rückkreuzungen *Pinus strobus* × Bastard des Jahres 1952 ergaben von 380 Samenkörnern nur 11 Sämlinge. Die Kreuzung Bastard × *Pinus strobus* hat von 914 Samenkörnern 354 Sämlinge gebracht, die in einen weiteren Resistenztest einbezogen werden sollen.

Es liegt nahe, durch künstliche Kreuzungen zwischen *P. strobus* und *P. Griffithii* hybrides Saatgut in größerer Menge herzustellen, um weitere Aufschlüsse über den Wert der Bastarde zu bekommen. Erste orientierende Kreuzungen wurden hier 1951 vorgenommen. Hierbei erbrachte die Kreuzung *P. strobus* × *P. Griffithii* eine überraschend gute Ausbeute keimfähigen Samens mit 82% Keimkraft. Das Pollenmaterial für diese Kreuzungen kann in der unmittelbaren Umgebung von Hann. Münden gewonnen werden, da sich im Lehrforstamt Gahrenberg in 360 m Höhenlage eine kleinere Provenienzfläche mit *P. Griffithii* befindet, auf der einzelne recht gut gewachsene Bäume bislang ohne Frost- und Schneebruchschäden geblieben sind. Es erscheint uns vor allem deshalb wichtig,

Abb. 5. Befallsstärke durch *Cronartium ribicola* u. örtliche Lage der 6-20jährl. fünfnaediligen Kiefern im Bot. Garten Hann. Münden.

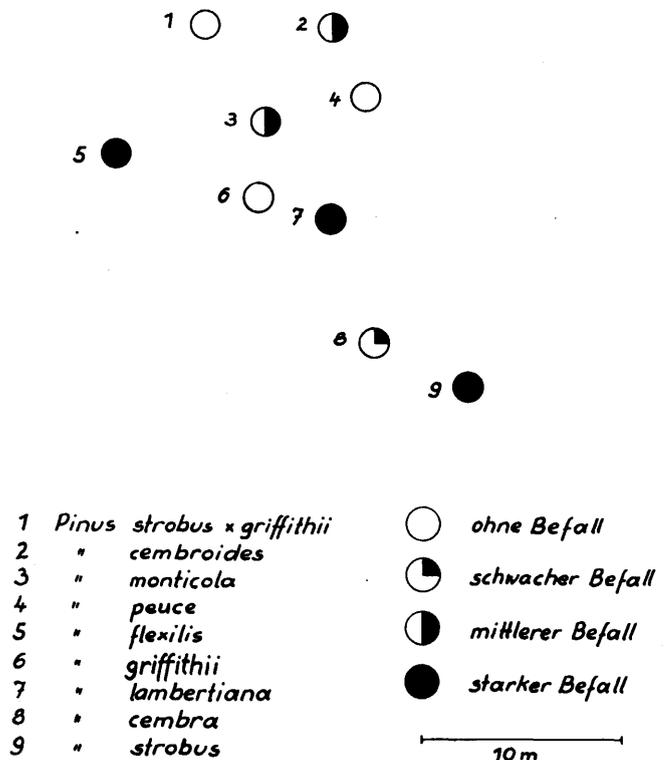


Abb. 5. Übersichtskarte der fünfnaediligen Kiefern in der Nadelholzabteilung des Botanischen Gartens Hann. Münden. Grad der Anfälligkeit gegen *Cronartium ribicola*.

den Pollen von gesunden Bäumen aus frostgefährdeter Lage zu gewinnen, weil einige der in Deutschland vorkommenden *P. Griffithii* teilweise erheblich unter Frost- und Schneebruchschäden leiden.

Für die zukünftigen Arbeiten ist die Frage sehr bedeutungsvoll, wie die Blasenrostresistenz der Art *P. Griffithii* gewertet werden soll. Die Meinungen über die Blasenrostfestigkeit dieser Art sind sehr geteilt. In den bisher von uns untersuchten 26 *P. Griffithii*-Vorkommen in Deutschland konnte bisher noch nicht der Nachweis einer erfolgreichen Infektion gebracht werden.

Eingehende Forschungen über den Gesundheitszustand der *P. Griffithii* in ihrem indischen Heimatgebiet am Himalaya hat BAGCHEE (1) vor einiger Zeit angestellt.*) Nach BAGCHEES Beobachtungen von über 15 Jahren ist die Kiefer in ihrem Heimatgebiet nicht absolut immun gegen den Blasenrost. Es konnten Fälle eindeutiger Infektion nachgewiesen werden, vor allem an jungen Pflanzen zwischen 3 und 10 Jahren. Auch an Stangenhölzern wurde der Pilz gelegentlich nachgewiesen, während ältere Bestände bislang als frei von einer Infektion angesehen wurden. Von 798 künstlich infizierten Bäumen konnte BAGCHEE an 6 Pflanzen den Infektionserfolg nachweisen. BAGCHEE kommt zu dem Ergebnis, daß die *P. Griffithii* bezüglich ihrer Resistenzeigenschaften besser abschneidet

*) Verf. verdankt dem Direktor des Instituut: De „Dorschkamp“ der Bosbouwproefstation T. N. O. in Wageningen (Niederlande) Einsicht in die wertvollen Arbeiten von BAGCHEE. Herrn Prof. VAN VLOTEN sei dafür herzlich gedankt.

als *P. strobus* und daß man sie in ihrem Heimatgebiet als mäßig anfällig ansehen müsse. Die Gründe für die geringere Anfälligkeit glaubt BAGCHEE mehr auf anatomische als auf physiologische Bedingungen zurückführen zu können, und es wird vermutet, daß die Infektion länger auf die Nadelzone beschränkt bleibt, so daß infizierte Nadeln abgeworfen werden, bevor das Myzel von den Nadeln in den Zweig eingedrungen ist.

Im Gegensatz zu der Meinung von COLLEY und TAYLOR (3), wonach für Indien eine besondere Art von *Cronartium* ausgeschieden werden müsse (*Cronartium indicum*), vertritt BAGCHEE die Ansicht, daß der Erreger identisch ist mit jenem in Europa und Nordamerika.

Auf Grund der Untersuchungen von BAGCHEE muß die verbreitete Ansicht über die absolute Resistenz der *P. Griffithii* revidiert werden, und sehr sorgfältige Feststellungen über den Gesundheitszustand aller in Mitteleuropa angebauten Kiefern dieser Art sind unerlässlich.

Zusammenfassung

Bei der Individualauslese von älteren gesunden Weymouthskiefern wurden bislang 32 Bäume ausgewählt. Unter den vegetativen Nachkommen dieser Bäume erwiesen sich bisher 4 Klone als nicht resistent. Es ist empfehlenswert, mit einem zahlenmäßig nicht zu geringen Ausgangsmaterial zu arbeiten, da in einem Resistenztest mit Abgängen gerechnet werden muß. Andere Qualitätsmerkmale werden bei der Auswahl der Mutterbäume nicht mit berücksichtigt.

Der Bastard *Pinus strobus* × *Griffithii* scheint Resistenzeigenschaften zu besitzen. Ein 17jähriger Bastard ist in Hann. Münden vorhanden. Seine Wuchsleistungen und sein Gesundheitszustand sind bemerkenswert.

Künstliche Kreuzungen zwischen *P. strobus* und *P. Griffithii* wurden mit Erfolg hergestellt.

Die asiatische *P. Griffithii* ist in ihrem Heimatgebiet nicht absolut resistent gegen *Cronartium ribicola*.

Summary

Title of the paper: *Breeding of blister-rust resistance in Pinus strobus*.

Originally thirty two trees were selected among older healthy white pines by individual selection. In tests of the vegetative progenies of these trees four clones were not resistant. It is recommended that the initial material should not be too small because in the test of resistance losses must be allowed for. In the selection of the mother trees other quality characteristics were not considered.

It seems that the hybrid *Pinus strobus* × *Griffithii* possesses resistance to blister rust. In Hann. Münden there is a 17 years old hybrid whose growth increment and healthy are remarkable.

Artificial crossings between *P. strobus* × *Griffithii* were produced with success. In its native place the Asiatic *P. Griffithii* is not absolutely resistant against *Cronartium ribicola*.

Literatur

- (1) BAGCHEE, K.: Observations on the occurrence of *Cronartium ribicola* FISHER and *Peridermium indicum* COLLEY and TAYLOR on *Pinus excelsa* WALL in India with reference to their distribution, pathology inoculation experiments and comparative morphology. Indian Forest Records 4, 1—41 (1950). — (2) BINGHAM, R. T., SQUILLACE, J. W., and DUFFIELD, J. W.: Breeding blister-rust resistant Western White Pine. Jour. of Forestry 51, 163—168 (1953). — (3) COLLEY, R. H., and TAYLOR, M. W.: *Peridermium kurilense* DIET. on *Pinus pumila* PALL. and *Peridermium indicum* n. sp. on *Pinus excelsa* WALL. Jour. Agri. Res. 34, 327 (1927). — (4) HIRT, R. R.: Evidence of resistance to blister rust by Eastern White Pine growing in the northeast. Jour. of Forestry 46, 911—913 (1948). — (5) FARRARR, J. C.: Forest tree breeding in Canada. Dominion Forest Service (unnumbered pub. 17 pp., Cloutier, Ottawa). — (6) RIKER, H. J., KOUBA, T. F., BREUER, W. H., and BYAN, L. E.: White Pine selections tested for resistance to blister rust, by Eastern White Pine growing in the northeast. Jour. of Forestry 41, 753—760 (1943). — (7) THOMAS, J. E., and RIKER, A. J.: Progress on rooting cuttings of White Pine. Jour. of Forestry 48, 474—480 (1950).

Bouturer avec Humidification

Par JACQUES LOMBARTS, Zundert

(Reçu, le 15 mars 1954)

C'est en Amérique qu'on eut l'idée de se servir en bouturant du procédé de l'humidification. On partit du fait qu'un état d'humidité constante joue un très grand rôle dans le procès de la reproduction par boutures. L'emploi du procédé de l'humidification permet de faire usage de bouture douce, d'échapper aux ennuis que cause le soleil etc.

En Amérique on applique ce système de l'humidification en pulvérisant une vapeur fine du haut de la surface inclinée sur toute la serre dépourvue de châssis. L'ingénieur FLOR du I. V. T. à Wageningen (le jardin d'essais de Wageningen) conçut l'idée de s'y prendre autrement. C'est à lui en effet que revient l'honneur d'avoir le premier en ce pays songé à disposer le long du côté supérieur du châssis un tube muni de vaporisateurs placés à une distance de ± 75 cm les uns des autres en diagonale. Ces pulvérisateurs sont des chapeaux Tee-Jet plat, de fabrication américaine, en vente ici au prix de florin 12 pièces.

Comment maintenant bouturer suivant cette méthode?

La bouture d'été se fait de la manière accoutumée: on bouture dans du sable ordinaire, avec ou sans emploi de matières génératrices, dans des pots à fleur, qu'on pose sur des pots vides renversées, de façon que la bouture se trouve juste sous la fumée de la vapeur.

On n'utilise pas les châssis. On ne vaporise que le jour, la nuit le robinet est fermé. Ainsi procède-t-on en serre chaude. Quant à la serre froide, on la couvre d'un châssis, qu'on ouvre légèrement à l'air le jour durant la vaporisation. La nuit le robinet est fermé ainsi que la serre pour y conserver la chaleur. On y gagne à n'avoir pas à ombrer les jours de grand soleil. Les plantes poussent plus rapidement des racines et celles qui s'y prêtent moins facilement en font sans qu'on ait besoin de les contrôler sans cesse, et ceci constitue une grande épargne de travail. Pour expérimenter on procède de la façon suivante: on