

Narben beider genannter Birkenarten. Bei der Pollenkeimung lagen sowohl auf den arteigenen als auch auf den artfremden Narben die Werte zwischen 70 und 90%. Nach weiterer Beobachtung des Pollenschlauchwachstums zeigten sich jedoch folgende Differenzen. Bei den innerartlichen Kreuzungen drangen zahlreiche Pollenschläuche weit in das Narbenparenchym vor. Die gleiche Beobachtung war in der Kreuzungsrichtung *Betula pendula* (♀) × *Betula pubescens* (♂) zu machen, während beim reziproken Kreuzungsvorgang die Pollen zwar ebenso häufig keimten, das Eindringen der Schläuche in die Narbe jedoch kaum oder nur in vereinzelten Fällen festzustellen war.

Die Ergebnisse der Studien zum Verlauf der Samenentwicklung zeigten, daß die Beobachtungen während einer relativ kurzen Zeitspanne der gesamten Entwicklungszeit nicht ausreichen, um alle Störungen einwandfrei zu erkennen und den Anteil der zu erwartenden tauben Samenkörner in großen Zügen einschätzen zu können.

#### Literatur

1. DARLINGTON, C. D., and L. F. LA COUR: The Handling of Chromosomes. London: George Allen and Unwin Ltd. 1950. — 2. EIFLER, I.: Artkreuzungen bei Birken. Der Züchter 26, 342–346 (1956). — 3. EIFLER, I.: Kreuzungen zwischen *Betula verrucosa* und *Betula pubescens*. Der Züchter 28, 131–136 (1958). — 4. EIFLER, I.: Untersuchungen zur individuellen Bedingtheit des Kreuzungs-

erfolges zwischen *Betula pendula* und *Betula pubescens*. Silvae Genetica 9, 159–165 (1960). — 5. HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. III/1, 2. Aufl. München 1957. — 6. HUMMEL, O.: Aus der Biologie des Samentragens der Waldbäume. Einiges über Parthenokarpie und Parthenospermie. Z. Forst- u. Jagdwesen LXII, 365–371 (1930). — 7. JOHNSON, H.: Interspecific Hybridisation within the Genus *Betula*. Hereditas 31, 163 bis 176 (1945). — 8. KLEAHN, F. U.: Untersuchungen über das Artenproblem des Formenkreises *Betula alba* L. unter morphologisch-zytologischer Betrachtungsweise. Dissertation, Hann. Münden 1950. — 9. NATHO, G.: Variationsbreite und Bastardbildung bei mitteleuropäischen Birken. Feddes Repertorium 61, 211–273 (1959). — 10. NEBEL, B. R.: Lacmoid-Martius-Yellow for Staining Pollen-Tubes in the Style. Stain Technology 6, 27–29 (1931). — 11. SARVAS, R.: On the Flowering of Birch and the Quality of Seed Crop. Communicationes Instituti Forestale Fenniae 40, 1–38 (1952). — 12. SARVAS, R.: Investigations into the Flowering and Seed Quality of Forest Trees. Comm. Inst. Forest. Fenn. 42, 1–37 (1955). — 13. SARVAS, R.: Kaksi Triploidista Haapaa ja Koivua. Comm. Inst. Forest. Fenn. 49, 1–25 (1958). — 14. STERN, K.: Über einige Experimente zur Artfrage bei Sand- und Moorbirke. Vortrag zur 6. Arbeitstagung der Arb. Gem. für Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung (1958). — 15. STERN, K.: Über einen grundsätzlichen Unterschied der forstlichen Saat- und Pflanzengutgesetzgebung in der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland. Schweiz. Z. f. Forstwesen 3, 145–163 (1960). — 16. STERN, K.: Über einige Kreuzungsversuche zur Frage des Vorkommens von Arthybriden *Betula verrucosa* × *Betula pubescens*. Deutsche Baumschule 15, 1–10 (1963). — 17. STERN, K.: Versuche über die Selbststerilität bei der Sandbirke. Silvae Genetica 12, 80–82 (1963).

Aus dem Institut für Forstpflanzenzüchtung Graupa der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und dem Institut für Pflanzenchemie Tharandt, Abt. Rauchschadenforschung der Techn. Universität Dresden

## Über den unterschiedlichen Einfluß von Schwefeldioxid auf die Nadeln verschiedener 2jähriger Lärchenkreuzungen

10. Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für forstliche Rauchschadenforschung Tharandt

Von H. SCHÖNBACH, HG. DÄSSLER, H. ENDERLEIN, E. BELLMANN und W. KÄSTNER

Mit 1 Abbildung

### Einleitung

Die immer weiter um sich greifende Schädigung der Nadelwälder durch industrielle Abgase zwingt die Forstwirtschaft vieler Industrieländer, sich mit dem Aufbau rauchhärterer Wälder zu befassen, wobei im allgemeinen die Laubhölzer den Vorrang haben. Bei dem Flächenausmaß, das die Schäden in der DDR angenommen haben, ist es aus waldbaulichen Gründen jedoch erforderlich, den Nadelholzanteil der Bestockung nicht zu stark zu vermindern. Es gilt also, Nadelhölzer zu finden, die den gegebenen standörtlichen Verhältnissen besser entsprechen und gegenüber der örtlichen SO<sub>2</sub>-Einwirkung resistenter sind als die gegenwärtige, vorwiegend aus Fichte und Kiefer bestehende Bestockung. Besondere Bedeutung kommt dabei der Lärche zu, die als winterkahle Baumart ähnlich den Laubhölzern eine höhere Rauchresistenz erwarten läßt als die wintergrünen Nadelholzarten.

In der Vegetationsperiode 1963 wurden als Gemeinschaftsarbeit des Institutes für Pflanzenchemie Tharandt, Abt. Rauchschadenforschung, und des Institutes für Forstpflanzenzüchtung Graupa der DAL zweijährige, aus gelenkter Bestäubung hervor-

gegangene Lärchen auf die Resistenz ihrer Nadeln gegen SO<sub>2</sub>-Einflüsse untersucht. Frühere Untersuchungen des erstgenannten Institutes hatten bereits eine höhere Rauchresistenz der japanischen Lärche (*Larix leptolepis* Gord.) gegenüber der europäischen Lärche (*L. decidua* Mill.) nachgewiesen. Gelenkte Kreuzungen innerhalb der Gattung *Larix* werden im Graupaer Institut in großem Umfang hergestellt, nicht zuletzt im Hinblick auf die Anbaumöglichkeiten von Lärchenhybriden im Mittelgebirge. Nach Provenienzversuchen RUBNERS im Erzgebirge ist der Anbau der europäischen Lärche in Höhenlagen über 600 m von zweifelhaftem Erfolg. Relativ gutes Gedeihen der japanischen Lärche in höheren Lagen des Erzgebirges berechtigt zu der Hoffnung, daß Hybriden zwischen beiden Arten in diesen Gebieten, die z. T. unter erheblicher Raucheinwirkung aus der CSSR stehen, anbaufähig sind.

### 1. Das Untersuchungsmaterial

Zur Verfügung standen 751 zweijährige Sämlinge aus 54 Kreuzungskombinationen, aus jeder Kombination 14 Pflanzen (3 mal nur 13, 1 mal nur 12). Sie wurden im Frühjahr 1963 dem Saatbeet entnommen

und mit der gleichen Erde (humosem Sand) eingetopft. Bei 32 Kombinationen handelt es sich um innerartliche Kreuzungen zwischen verschiedenen (insgesamt 17) Exemplaren der europäischen Lärche verschiedener Herkünfte (Polen, Sudeten, Hohe u. Niedere Tatra, Schottland, Ostalpen, Wiener Wald), in 22 Fällen um Hybriden zwischen diesen und 2 japanischen Lärchen unbekannter Herkunft aus dem Pillnitzer Schloßpark (Zuchtnummer 219, 12 Kombinationen) und aus Ivendorf in Mecklenburg (Zuchtnummer 101, 10 Kombinationen).

## 2. Die Durchführung der Begasung mit SO<sub>2</sub>

Nachdem das Stadium des Austreibens endgültig beendet war, begannen die Versuchsreihen auf dem Rauchschadenversuchsfeld im Tharandter Wald (Abb. 1).

Die Anlage ermöglicht eine Dauerbegasung mit beliebigen konstant zu haltenden SO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei klimatischen Verhältnissen, die nicht wesentlich verschieden von denen im Freiland sind. Die Temperaturmaxima liegen um etwa 3% höher als im Freiland, die Luftfeuchte ist um etwa 5% geringer. Piacrylglasbedachung und PVC-Folienbespannung sorgen dafür, daß die kurzweiligen Lichtstrahlen besser als bei Glas durchfallen können. Die Begasung erfolgte tagsüber während der normalen Arbeitszeit. In den Zwischenzeiten waren die Kabinen geöffnet. Bei sehr starker Sonneneinstrahlung wurden Schattengitter aufgelegt.

Über die Zeit und Dauer der Begasung, die SO<sub>2</sub>-Konzentration und die klimatischen Verhältnisse<sup>1</sup> gibt nachfolgende Zusammenstellung Auskunft (Tab. 1).

In jeder der 12 Versuchsreihen wurden 54 Pflanzen untersucht, von jeder Versuchs„sorte“ eine, also jedesmal 12 Hybriden der europäischen Lärche mit Japanerlärche 219, 10 Hybriden mit Japanerlärche 101, 32 reine europäische Lärchen. In 2 Kontroll-Versuchsreihen standen je eine Pflanze jeder Versuchssorte in Kabinen mit reiner Luft.

## 3. Die Schadansprache

Um eine Beeinflussung bei der Schadansprache auszuschließen, wurden nur die Nummern der Versuchssorten bekanntgegeben. Die Ansprache erfolgte nach folgender Abstufung:

0 = keine sichtbaren Schäden

1 = gelb- oder braunspitzig an einigen Trieben, das entspricht etwa 10% geschädigter Blattmasse

<sup>1</sup> Die klimatischen Daten stammen von der benachbarten Station „Wildacker“ des Institutes für forstliche Meteorologie Tharandt.

Tabelle 1. Versuchsbedingungen.

| Versuchsreihe<br>Nr. | SO <sub>2</sub><br>in<br>ppm | Begasungs-<br>dauer<br>Std. | Begasungszeit   | Meteorologische Daten der benachbarten<br>Klimastation „Wildacker“ |               |                  |   |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|--|---------------|------------------|---|
|                      |                              |                             |                 | Temp.-<br>Mittel   | Temp.<br>Max. | Relat.<br>Luftf. | Sonstige Angaben                            |
| 1                    | 0,34                         | 20                          | 12. 7. — 13. 7. | 16   | 23            | 66               | leicht bewölkt                              |
| 2                    | 0,34                         | 30                          | 15. 7. — 17. 7. | 20   | 25            | 56               | leicht bewölkt, trocken                     |
| 3                    | 0,34                         | 50                          | 22. 7. — 26. 7. | 21   | 28            | 66               | nicht bew., trocken,<br>5. Tg. stark bew. ● |
| 4                    | 0,47                         | 44                          | 27. 7. — 1. 8.  | 16   | 23            | 64               | leicht bew., letzter Tag<br>sehr warm       |
| 5                    | 0,51                         | 43                          | 8. 8. — 13. 8.  | 14   | 19            | 79               | leicht bewölkt, 1. u.<br>2. Tag ●           |
| 6                    | 0,73                         | 10                          | 26. 8.          | 21   | 27            | 74               | leicht bewölkt                              |
| 7                    | 0,73                         | 20                          | 5. 9. — 9. 9.   | 12   | 16            | 94               | stark bewölkt,<br>1. u. 3. Tag ●            |
| 8                    | 0,73                         | 20                          | 10. 9. — 11. 9. | 12   | 18            | 80               | nicht bewölkt                               |
| 9                    | 0,73                         | 20                          | 12. 9. — 13. 9. | 14   | 21            | 74               | nicht bewölkt                               |
| 10                   | 0,73                         | 20                          | 16. 9. — 17. 9. | 17   | 25            | 86               | nicht bewölkt, warm                         |
| 11                   | 0,73                         | 20                          | 18. 9. — 19. 9. | 17   | 22            | 90               | 1. Tag ∞, 2. Tag ≡                          |
| 12                   | 0,73                         | 20                          | 20. 9. — 21. 9. | 15   | 19            | 89               | 1. Tag ≡, 2. Tag<br>nicht bewölkt.          |

Zeichenerklärung: ● = Regen; ≡ = Nebel; ∞ = Dunst.



Abb. 1. Rauchschadenprüffeld im Tharandter Wald.

- 2 = gelb- oder braunspitzig an vielen Trieben, das entspricht etwa 30% geschädigter Blattmasse
- 3 = vereinzelt braune Nadeln an den Lang- und Kurztrieben, das entspricht etwa 50% geschädigter Blattmasse
- 4 = viele braune Nadeln an den Lang- und Kurztrieben, das entspricht etwa 70% geschädigter Blattmasse
- 5 = alle Nadeln braun, das entspricht etwa 90 bis 100% geschädigter Blattmasse.

Die Bonitierung geschah stets durch die gleiche Person etwa 24 Stunden nach der Begasung, da die Schadsymptome, wie bereits bekannt (9), nachträglich noch etwas deutlicher sichtbar werden.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Der Einfluß der Einwirkungsdauer und der Konzentration

Außer der Einwirkungsdauer und der Konzentration haben noch andere Faktoren, z. B. Wachstumsphase, Tageszeit, Witterung, Einfluß auf den Grad der Schädigung. Betrachten wir zunächst die Häufigkeitsverteilung der Schadstufen und die durchschnittliche Schädigung aller Pflanzen in den 12 Versuchsreihen (Tab. 2), so können wir folgende Ergebnisse feststellen, die z. T. bereits von anderen Autoren (2, 4, 10) an anderen Pflanzen beobachtet wurden:

1. In den Versuchsreihen 1 bis 3 mit der sehr schwachen Konzentration von 0,34 ppm zeigten sich nur an wenigen Pflanzen geringe Schäden, die sich

Tabelle 2. Häufigkeitsverteilung der Schadstufen 0–5 und mittlere Schädigung ( $\bar{x}$ ) in den 12 Versuchsreihen.

| Schadstufen | Versuchsreihen |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | 1              | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| 0           | 50             | 47  | 24  | 23  | 16  | 4   | 1   | 5   | 3   | 3   | 1   | —   |
| 1           | 4              | 5   | 15  | 13  | 17  | 6   | 7   | 5   | 9   | 7   | 8   | 1   |
| 2           | —              | 2   | 12  | 16  | 13  | 16  | 17  | 7   | 12  | 12  | 14  | 2   |
| 3           | —              | —   | 3   | 2   | 8   | 21  | 22  | 32  | 21  | 18  | 25  | 15  |
| 4           | —              | —   | —   | —   | —   | 6   | 5   | 4   | 8   | 12  | 6   | 26  |
| 5           | —              | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1   | 1   | 1   | —   | 9   |
| n           | 54             | 54  | 54  | 54  | 54  | 53  | 52  | 54  | 54  | 53  | 54  | 53  |
| $\bar{x}$   | 0,1            | 0,2 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 3,8 |

Tabelle 3. Häufigkeitsverteilung der Schadstufen 0–5 und mittlere Schädigung ( $\bar{x}$ ) in den 12 Versuchsreihen bei den Hybriden und den europäischen Lärchen.

|              |     | Häufigkeit in den Versuchsreihen |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |            |
|--------------|-----|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
|              |     | 1                                | 2   | 3   | 4   | 5   | 1 bis 5    | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 7 bis 12   |
| Hybr.<br>219 | 0   | 12                               | 11  | 7   | 7   | 7   | 44 = 73,4% | 2   | —   | 4   | 3   | 1   | 1   | —   | 11 = 13,3% |
|              | 1   | —                                | —   | 2   | 4   | 4   | 10 = 16,7  | 1   | 5   | 2   | 4   | 2   | 4   | 1   | 19 = 22,9  |
|              | 2   | —                                | 1   | 1   | 1   | 1   | 2 = 6,7    | 6   | 2   | 3   | 2   | 5   | 3   | 2   | 23 = 27,7  |
|              | 3   | —                                | —   | 2   | —   | —   | 2 = 3,3    | 2   | 5   | 3   | 3   | 3   | 4   | 7   | 27 = 32,5  |
|              | 4   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | 2   | 3 = 3,6    |
|              | 5   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —          |
|              | n   | 12                               | 12  | 12  | 12  | 12  | 60         | 12  | 12  | 12  | 12  | 11  | 12  | 12  | 83         |
| $\bar{x}$    | 0   | 0,2                              | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 1,9        | 2,0 | 1,4 | 1,4 | 1,9 | 1,8 | 2,8 | 1,9 |            |
| Hybr.<br>101 | 0   | 10                               | 10  | 4   | 2   | 6   | 32 = 64,0% | 1   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 1 = 1,4%   |
|              | 1   | —                                | —   | 2   | 5   | 4   | 12 = 24,0  | 1   | —   | 1   | 1   | 1   | —   | —   | 4 = 5,7    |
|              | 2   | —                                | —   | 4   | 2   | —   | 6 = 12,0   | 2   | 5   | 2   | 4   | 6   | 5   | —   | 24 = 34,3  |
|              | 3   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | 5   | 5   | 6   | 5   | 1   | 3   | 1   | 26 = 37,2  |
|              | 4   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | 1   | —   | 1   | —   | 2   | 2   | 9   | 15 = 21,4  |
|              | 5   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —          |
|              | n   | 10                               | 10  | 10  | 10  | 10  | 50         | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  | 70         |
| $\bar{x}$    | 0   | 0                                | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 2,4        | 2,5 | 2,7 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 3,6 | 2,7 |            |
| Dec.         | 0   | 28                               | 26  | 13  | 14  | 3   | 84 = 52,5% | 1   | 1   | 1   | —   | 2   | —   | —   | 5 = 2,3%   |
|              | 1   | 4                                | 5   | 11  | 3   | 9   | 32 = 20,0  | 4   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | —   | 20 = 9,1   |
|              | 2   | —                                | 1   | 7   | 13  | 12  | 33 = 20,6  | 8   | 10  | 2   | 6   | 1   | 6   | —   | 33 = 15,0  |
|              | 3   | —                                | —   | 1   | 2   | 8   | 11 = 6,8   | 14  | 12  | 23  | 13  | 14  | 18  | 7   | 101 = 45,9 |
|              | 4   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | 4   | 5   | 3   | 8   | 10  | 4   | 15  | 49 = 22,3  |
|              | 5   | —                                | —   | —   | —   | —   | —          | —   | —   | 1   | 1   | 1   | —   | 9   | 12 = 5,5   |
|              | n   | 32                               | 32  | 32  | 32  | 32  | 160        | 31  | 30  | 32  | 32  | 32  | 32  | 31  | 220        |
| $\bar{x}$    | 0,1 | 0,2                              | 0,9 | 1,1 | 1,8 | 0,8 | 2,4        | 2,6 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,7 | 4,1 | 2,9 |            |

mit zunehmender Dauer der Einwirkung von 20 auf 30 und 50 Stunden deutlich verstärkten. (An 108 Pflanzen, die während der gleichen Zeiträume in den mit reiner Luft beschickten Kabinen gestanden hatten, trat kein einziges Schadsymptom auf.)

2. Eine Konzentrationserhöhung auf 0,47 ppm und 0,51 ppm in den Versuchsreihen 4 und 5 erbrachte eine sichtbare, aber noch nicht sehr wesentliche Erhöhung der Schadsymptome.

3. Eine fast hundertprozentige Steigerung der Schäden zeigte sich bei Erhöhung der Konzentration auf 0,73 ppm. Die Änderung der Einwirkungsdauer von 10 auf 20 Stunden ab Versuchsreihe 7 scheint dabei keinen wesentlichen Einfluß gehabt zu haben.

4. Erwartungsgemäß ist der Grad der Schädigung in den Versuchsreihen 7–11 nahezu konstant; dagegen ist er in der 12. Versuchsreihe bei gleichen Bedingungen um etwa 50% gestiegen, wahrscheinlich wegen besonders stark nebeligen Wetters.

#### 4.2 Vergleich der Hybriden mit den europäischen Lärchen

Bei der großen Streuung, die bereits die  $F_1$  aus der Kreuzung meist stark heterozygoter Waldbäume in der Regel aufweist, können 12 Exemplare kaum

als repräsentativ für eine Kreuzungsnachkommen-schaft angesehen werden. Sichere Urteile über die Rauchresistenz jeder einzelnen Versuchssorte sind infolgedessen aus der vorliegenden Untersuchung nicht abzuleiten. Eine sichere Beurteilung des Einflusses der 17 *Decidua*-Kreuzungspartner ist deshalb nicht möglich, weil sie in sehr ungleicher Häufigkeit (3 bis 12 mal) an den Kreuzungen beteiligt waren. Völlig klare Ergebnisse erhält man aber bei der in den Tabellen 3, 4 und 5 vorgenommenen Gruppierung des Materials in

1. Hybriden *L. decidua* × *L. leptolepis* 219 (Hybr. 219),
2. Hybriden *L. decidua* × *L. leptolepis* 101 (Hybr. 101),
3. reine *L. decidua* (Dec.).

Die statistische Sicherung der Gruppenunterschiede erfolgte mit Hilfe des U-Testes von MANN und WHITNEY.

Bei der geringen  $SO_2$ -Konzentration von 0,34 ppm in den Versuchsreihen 1–3 treten noch keine wesentlichen Unterschiede zwischen den drei Gruppen in Erscheinung. Die geringen Differenzen zwischen den Gruppenmittelwerten liegen sämtlich im Zufallsbereich. Aber bereits bei 0,47 ppm (Versuchsreihe 4)

ist die Gruppe der Hybriden mit 219 deutlich weniger geschädigt, und bei 0,51 ppm (Vr. 5) ist die Schädigung beider Hybridengruppen hochsignifikant geringer als die der europäischen Lärchen. Die aus allen 5 Versuchsreihen berechneten Rangfolgen der Versuchssorten (Tab. 4) ergeben ebenfalls eine gut gesicherte höhere Rauchhärte der Hybriden.

Die große Überlegenheit der Hybriden mit 219 bleibt auch bei der Konzentration von 0,73 ppm in allen Versuchsreihen erhalten. Wesentlich empfindlicher gegen höhere SO<sub>2</sub>-Dosen ist die Hybridengruppe mit 101. Bei Zusammenfassung der Versuchsreihen 7–12 ergibt sich noch eine gesicherte Überlegenheit gegenüber der *Decidua*-Gruppe; die Unterlegenheit gegenüber den Hybriden mit 219 ist jedoch augenfällig und hochsignifikant.

#### 4.3 Der Einfluß der *Leptolepis*-Partner

Die Unterschiede zwischen den beiden Hybridengruppen weisen auf einen genetisch bedingten Unterschied in der Rauchhärte der beiden *Leptolepis*-Partner 219 und 101 hin, der sich durch weitere Versuchsergebnisse erhärten läßt. Die mit Abstand rauchhärteste Versuchssorte ist die Kreuzung *L. leptolepis* 219 × *L. decidua* 220, die einzige, bei der *L. leptolepis* 219 als weiblicher Partner beteiligt war. (In allen übrigen Fällen dienten die japanischen Lärchen 219 und 101 als männliche Partner.) Nach dem U-Test ist die größere Rauchhärte dieser Versuchssorte gegenüber 38 anderen als gesichert anzusehen. In den 10 rauchhärtesten Versuchssorten mit einer mittleren Schädigung bis 2,0 tritt *L. leptolepis* 219 achtmal als Kreuzungspartner auf, obwohl sie überhaupt nur 12 mal in 54 Kreuzungen vertreten ist. Selbst die 2 rauchempfindlichsten Versuchssorten, in denen 219 als Partner auftritt, haben nur eine mittlere Schädigung von 2,4 und stehen auf der 11. von insgesamt 20 Rangstufen. — In 7 Fällen wurden dieselben mütterlichen Partner jeweils mit Pollen von 219 und 101 bestäubt. Die Unterschiede in der mittleren Schädigung sind kennzeichnend:

|             | ♂ Partner<br>219 | ♂ Partner<br>101 | Sicherung<br>der Differenz |
|-------------|------------------|------------------|----------------------------|
| ♀ Partner 1 | $\bar{x} = 1,57$ | 2,72             | × × ×                      |
| 28          | 2,42             | 2,42             | —                          |
| 31          | 1,72             | 3,14             | × × ×                      |
| 63          | 1,50             | 2,86             | × × ×                      |
| 82          | 2,42             | 2,28             | —                          |
| 91          | 1,86             | 2,86             | × × ×                      |
| 96          | 2,28             | 3,00             | × × ×                      |

Tabelle 4. Rangfolgen der Versuchssorten nach der Häufigkeitsverteilung ihrer Mittelwerte ( $\bar{x}_{ys}$ ) bei den Hybriden und den europäischen Lärchen.

a) Versuchsreihen 1–5

| Rang | $\bar{x}_{ys}$ | Hybr.<br>219 | Hybr.<br>101 | Dec. |
|------|----------------|--------------|--------------|------|
| 1    | 0              | 4            | 1            | —    |
| 2    | 0,2            | 2            | 1            | 2    |
| 3    | 0,4            | 1            | 3            | 5    |
| 4    | 0,6            | 1            | 4            | 5    |
| 5    | 0,8            | 3            | —            | 7    |
| 6    | 1,0            | 1            | 1            | 4    |
| 7    | 1,2            | —            | —            | 7    |
| 8    | 1,4            | —            | —            | 2    |
|      | n              | 12           | 10           | 32   |

b) Versuchsreihen 7–12

| Rang | $\bar{x}_{ys}$ | Hybr.<br>219 | Hybr.<br>101 | Dec. |
|------|----------------|--------------|--------------|------|
| 1    | 1,14           | 1            | —            | —    |
| 2    | 1,43           | —            | —            | 1    |
| 3    | 1,50           | 1            | —            | —    |
| 4    | 1,57           | 2            | —            | 1    |
| 5    | 1,72           | 1            | —            | —    |
| 6    | 1,86           | 1            | —            | —    |
| 7    | 2,00           | 2            | —            | —    |
| 8    | 2,14           | —            | 1            | 2    |
| 9    | 2,20           | —            | —            | 1    |
| 10   | 2,28           | 2            | 1            | —    |
| 11   | 2,42           | 2            | 1            | 1    |
| 12   | 2,57           | —            | 1            | —    |
| 13   | 2,72           | —            | 1            | 1    |
| 14   | 2,86           | —            | 2            | 3    |
| 15   | 3,00           | —            | 1            | 7    |
| 16   | 3,14           | —            | 2            | 6    |
| 17   | 3,28           | —            | —            | 5    |
| 18   | 3,43           | —            | —            | 2    |
| 19   | 3,57           | —            | —            | 1    |
| 20   | 3,83           | —            | —            | 1    |
|      | n              | 12           | 10           | 32   |

#### 5. Beurteilung der Ergebnisse

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann die höhere SO<sub>2</sub>-Resistenz von Hybriden zwischen der europäischen und der japanischen Lärche gegenüber der reinen europäischen Lärche — zumindest für Laborbedingungen — als erwiesen gelten, da neben 2 japanischen Lärchen 17 Exemplare verschiedener Herkunft der europäischen Lärche an den Versuchen beteiligt waren und in den Ergebnissen stets die gleiche Tendenz sichtbar wird. Die gesicherten Differenzen zwischen den beiden Hybridengruppen zeigen, daß bei der allgemein rauchhärteren japanischen Lärche erhebliche individuelle oder herkunftsmäßig bedingte Resistenzunterschiede bestehen. Die genetische Bedingtheit der Rauchhärte ist offensichtlich. Ungeklärt bleibt zunächst noch die Frage, ob die höhere Rauchresistenz der japanischen Lärche dominiert oder ob sich die Hybriden intermediär verhalten. Die Ergebnisse berechtigen jedoch zu der Hoffnung, daß auf dem Wege der Kreuzung verhältnismäßig schnell rauchhärteres Pflanzenmaterial erzeugt werden kann. Die Saatguterzeugung in Hybrid-Plantagen erscheint zumindest bei der Lärche für die Praxis vorläufig aussichtsreicher als die vegetative Vermehrung rauchhärterer Individuen nach dem Vorschlag ROHMEDERS (6).

Die untersuchten Lärchenhybriden stammten aus Kreuzungen mit *Leptolepis*-Partnern, über deren

Tabelle 5. Statistische Sicherung der Gruppenunterschiede nach dem U-Test.

|                             |                        | Versuchsreihen |              |              |             |            |            |              |              |              |             |              |              |
|-----------------------------|------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|                             |                        | 1-3            | 4            | 5            | 1-5         | 6          | 7          | 8            | 9            | 10           | 11          | 12           | 7-12         |
| Hybr. 219<br>:<br>Dec.      | u-Werte:<br>Sicherung: | —              | 1,639<br>(x) | 3,647<br>xxx | 2,893<br>xx | 1,676<br>x | 1,725<br>x | 3,694<br>xxx | 3,283<br>xxx | 2,684<br>xx  | 2,472<br>xx | 3,793<br>xxx | 4,210<br>xxx |
| Hybr. 101<br>:<br>Dec.      | u-Werte:<br>Sicherung: | —              | 0,188<br>—   | 3,734<br>xxx | 2,591<br>xx | 0,145<br>— | 0,626<br>— | 0,849<br>—   | 1,479<br>(x) | 1,566<br>(x) | 0,255<br>—  | 0,721<br>—   | 1,890<br>x   |
| Hybr. 219<br>:<br>Hybr. 101 | U-Werte:<br>Sicherung: | —              | 36<br>(x)    | 57<br>—      | 52<br>—     | 43<br>—    | 22,5<br>xx | 25<br>x      | 20,5<br>xx   | 53,3<br>—    | 33,5<br>x   | 14,5<br>xxx  | 8<br>xxx     |

— = nicht gesichert; (x) = knapp gesichert; x = gesichert; xx = gut gesichert; xxx = hoch gesichert.

Rauchhärte nichts bekannt war. Es ist zu vermuten, daß sich durch die Verwendung von Partnern mit nachgewiesener hoher Rauchresistenz noch bessere Erfolge erzielen lassen.

Über die Ursache der hohen Rauchresistenz der japanischen Lärche lassen sich zur Zeit nur Vermutungen äußern. Eine natürliche Selektion auf Rauchhärte ist an sich schwer vorstellbar. Nicht gänzlich abwegig ist jedoch die Annahme, daß im japanischen Heimatgebiet unter dauernder Einwirkung von  $\text{SO}_2$ -Dämpfen vulkanischen Ursprungs resistente Biotypen entstanden sind. Tatsache ist jedenfalls, daß die japanische Lärche zu den wenigen Baumarten gehört, die an derartigen Standorten zu existieren vermögen.

### Zusammenfassung

2jährige, aus gelenkter Bestäubung hervorgegangene Lärchen, z. T. europäische Lärchen (*L. decidua* Mill.), z. T. Hybriden der europäischen mit der japanischen Lärche (*L. leptolepis* Gord.), wurden im Rauchschadenprüffeld 10 bis 50 Stunden lang  $\text{SO}_2$ -Konzentrationen von 0,34 bis 0,73 ppm ausgesetzt.

Die Auswertung der registrierten Nadelschäden ergab

1. im Durchschnitt aller untersuchten Pflanzen eine gesichert höhere  $\text{SO}_2$ -Resistenz der Hybriden gegenüber den europäischen Lärchen.

2. einen hochsignifikanten Resistenzunterschied zwischen den Hybriden aus den Kreuzungen mit 2 verschiedenen Partnern der japanischen Lärche.

Die größere oder geringere Rauchhärte der Lärche ist in hohem Maße genetisch bedingt. Innerhalb der relativ rauchharten Art *L. leptolepis* bestehen erhebliche individuelle oder herkunftsmäßig bedingte Resistenzunterschiede, die die Erzeugung von Lär-

chen hoher Rauchresistenz auf dem Wege der gelenkten Kreuzung sehr aussichtsreich erscheinen lassen.

### Literatur

1. GUDERIAN, R.: Zur Methodik der Ermittlung von  $\text{SO}_2$ -Toleranzgrenzen für land- und forstwirtschaftliche Kulturen im Freilandversuch Biersdorf/Sieg. Staub 20, 334–337 (1960). — 2. GUDERIAN, R., H. VAN HAUT u. H. STRATMANN: Probleme der Erfassung und Verteilung von Wirkungen gasförmiger Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz S. 257 (1960). — 3. GUDERIAN, R., u. H. STRATMANN: Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxydwirkungen auf die Vegetation. 1. Teil. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1118 (1962). — 4. VAN HAUT, H., u. H. STRATMANN: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Schwefeldioxid auf die Vegetation. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 884 (1960). — 5. VAN HAUT, H.: Die Analyse von Schwefeldioxydeinwirkungen auf die Vegetation. Staub 21, 61–64 (1961). — 6. ROHMEDE, E., u. H. SCHÖNBACH: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Berlin u. Hamburg: Verlag Paul Parey 1959. — 7. ROHMEDE, E., W. MERZ u. A. v. SCHÖNBORN: Züchtung von gegen Industrieabgase relativ resistenten Fichten- und Kiefernarten. Forstwissensch. Zentralbl. Nov./Dez. S. 321–332 (1962). — 8. LANGNER, W.: Gedanken zur Lärchenzüchtung auf Grund der Ergebnisse des Bänder Lärchenkreuzungsversuches. Silvae Genetica S. 160 (1957). — 9. WISLICENUS, H.: Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanzen. Mitteilung aus der Königl. Sächs. forstl. Versuchsanstalt zu Tharandt, Bd. 1, Heft 3. Berlin: Verlag Paul Parey 1918. — 10. ZAHN, R.: Über den Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf die Pflanzenempfindlichkeit gegenüber Schwefeldioxid. Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Heft 2, S. 82–95 (1963). — 11. ZAHN, R.: Untersuchungen über die Bedeutung kontinuierlicher und intermittierender Schwefeldioxydeinwirkung für die Pflanzenreaktion. Staub 343–352 (1963). — 12. ZAHN, R.: Wirkungen von Schwefeldioxyd auf die Vegetation, Ergebnisse aus Begasungsversuchen. Staub 21, 56–60 (1961).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität Leipzig

## Die Fertilität polyploider Beta-Rüben und ihre Beeinflussung durch ernährungsphysiologische Faktoren

Von CHR. ROSENTHAL

Mit 4 Abbildungen

Die bei künstlich induzierten Autopolyploiden fast allgemein verbreitete Erscheinung einer Reduktion der generativen Vermehrung tritt auch bei *Beta vulgaris* auf. Sie spielt zwar bei dieser Kulturart keine so entscheidende Rolle wie bei jenen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzen, deren Früchte oder Samen genutzt werden, aber die Notwendigkeit der Gewinnung von Saatgut genügender Menge und ausreichender Keimfähigkeit zur Fortführung tetraploider Stämme sowie für die anisoploide Verbrauchsgeneration ist auch hier gegeben.

Die herabgesetzte Keimfähigkeit von Saatgut tetraploider *Beta*-Rüben gegenüber dem von diploiden wurde in der Literatur oft hervorgehoben (ABEGG, 1942; ABEGG, STEWART und COONS, 1946; CSAPODY, 1961; FILUTOWICZ, 1956a, 1956b; KLOEN und SPECKMANN, 1954, 1956; KNAPP, 1957; MATSUMURA, 1953; RUSCONI-CAMERINI, 1958; SEDLMAYR, 1955; SIMON, WAUTHY und ROUSSEL, 1957 u. a.). Auch bei den anisoploiden Gemischen der Verbrauchs-

generation treten niedrigere Keimprozentage als bei Diploiden auf. Dieser Tatsache wird Rechnung getragen in den Anforderungen an polyploides Saatgut, die allerdings noch auf der Basis der Polykarpie aufgestellt wurden, da die Umstellung der polyploiden Sorten auf Monokarpie noch nicht abgeschlossen ist. Daß auch bei annähernd monokarpen Linien von tetraploiden Zuckerrüben die Fertilität gegenüber dem diploiden Ausgangsmaterial gesenkt ist, betont FILUTOWICZ (1963). Die Brüsseler Normen für den internationalen Handel (1962) legen die Mindestforderung für die Keimfähigkeit bei diploiden Sorten auf 75%, bei polyploiden auf 68% fest. Die TGL der DDR verlangt für multigermes diploides Zuckerrübensaatgut je nach Knäuelgröße mindestens 75 bis 70% Keimfähigkeit, für polyploide Sorten ist die untere Grenze 65%.

Nach ECKHOFF (1960) gibt auch das Saatgutgesetz der Bundesrepublik für diploide und polyploide Zuckerrüben verschiedene Mindestforderungen der