

## Neue Ansätze für die Anwendung von Arboriziden bei der Jungbestandspflege, besonders der der Nadelbäume

Dr. Jürgen Huss, Waldbauinstitut der Forstlichen Forschungsanstalt München

### 1. Einführung

In den letzten Jahren haben die im Verhältnis zu den Holzpreisen weit überproportional gestiegenen Lohnkosten die Aufarbeitung der Nadelschwachholzsortimente vielerorts defizitär werden lassen. Damit wird die rechtzeitige Pflege vieler Jungbestände in Frage gestellt, abgesehen davon, daß oft auch die Arbeitskräfte für die zeitaufwendigen Läuterungsarbeiten fehlen. Deshalb mehren sich seit einiger Zeit die Bemühungen, die Anwendung chemischer Läuterungsverfahren, wie sie bei den Laubböhlzern bereits seit vielen Jahren erfolgreich und kostensparend eingesetzt werden, auf die Nadelbaumarten auszudehnen und auch für einige Laubbäumarten noch Verbesserungen der Wirkung zu erreichen.

Nachfolgend soll versucht werden, den derzeitigen Stand der Kenntnisse zu umreißen und auf der Grundlage eigener Untersuchungen im Institut für Waldbau der Universität Göttingen die wichtigsten Aspekte (geeignete Präparate, Applikationstechnik, Wirkungsbilder, Käferbefall und mögliche Kostengestaltung) im Hinblick auf die Anwendung in der Praxis zu beleuchten.

### 2. Wirkungsweise der Arborizide, die verwendeten Präparate und die Applikationstechniken

#### 2.1 Aufnahme und Transport der Mittel

Schwache Nadelbäume lassen sich ebenso wie die meisten Laubbäume durch das Aufpinseln von in Dieselöl gelösten Wirkstoffen abtöten (BRENØE, 1973). Die zunehmende Verborkung, besonders der Kiefernrinde, schließt dies Verfahren nach eigenen Erfahrungen schon bei etwa 10 cm starken Bäumen aber als unzuverlässig aus. Die Arborizide müssen vielmehr auf rindenfreie Teile aufgetragen oder in den äußeren Holzkörper injiziert werden.

Über die biochemischen Auswirkungen der in Erprobung befindlichen Arborizide herrscht offenbar noch weitgehende Unklarheit. Besser Bescheid weiß man dank der Arbeiten von VITÉ und RUDINSKY (1959) über die Verteilungsmuster der in das Xylem von Nadelbäumen applizierten Arborizide. Bei Untersuchungen über die Wasserleitsysteme in Bäumen fanden sie bei den Nadelhölzern fünf verschiedene Typen der Leitung. Von diesen ist nur der in Abb. 1 dargestellte „rechtsdrehende Spiraltyp“ für uns interessant, denn er findet sich in fast allen Tannen-, Lärchen-, Fichten- und Kiefernarten.

Der Wassertransport in drehender Aufwärtsbewegung ermöglicht neben der vertikalen Wasserleitung die dynamische Verteilung des Wasserstroms im Holzkörper. Durch das unterschiedliche Drehungsmoment der Fasern in verschiedenen Ebenen des Splints wird außerdem erreicht, daß jede Wurzel alle oder fast alle Äste, immer aber den Wipfel, mit Wasser versorgen kann.

Von diesem Wasserleitsystem hängt auch die Verteilung eines am Stammfuß injizierten Stoffes in der Krone ab. Jeder Zweig, der sich oberhalb der ersten geschlossenen Spirale befindet, wird mit dem Impfstoff versorgt. Die Versorgung nimmt zu, wenn nach mehreren geschlossenen Spiralen mehrere Jahrringe in die einzelnen Äste einmünden. Daher erhält die obere Krone stets den Hauptanteil. Das ist in Abb. 1 verdeutlicht.

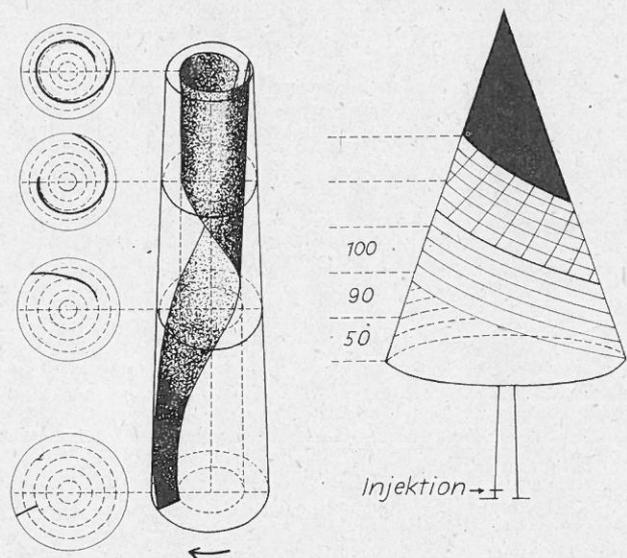


Abb. 1: Wasserleitsystem bei Nadelbäumen des „rechtsdrehenden Spiraltyps“ (u. a. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche) (nach VITÉ und RUDINSKY, 1959). Die Zahlen geben den Prozentsatz von mit Impfstoff getroffenen Ästen. Die einfache Linierung bedeutet, daß nur 1 Jahrring, die karierte, daß 2 Jahrringe, das dunkle Feld, daß mehrere Jahrringe mit dem Impfstoff versorgt wurden.

### INHALT:

HUSS, J.:

Neue Ansätze für die Anwendung von Arboriziden bei der Jungbestandspflege, besonders der der Nadelbäume

8. Arbeitsstudienlehrgang des KWF

Daraus folgt: Bei Injektionen mit arboriziden Wirkstoffen stirbt die Kronenspitze zuerst ab. Werden jedoch sehr viele Injektionen vorgenommen, so stirbt die Krone so rasch ab, daß keine Wirkungsunterschiede zwischen den oberen und unteren Kronenteilen mehr erkennbar sind. Bei geringeren Aufwandmengen aber wird eine vollständige Verteilung des Mittels erst in der oberen Krone erreicht, denn es bleibt anfangs weitgehend auf die geimpften Leitbündel beschränkt und wird im Stamm nur geringfügig zur Seite transportiert. Deshalb verspricht auch die verschiedentlich erwogene Beifügung eines systemischen Insektizids zur Abtötung der bevorzugt in die unteren Stammabschnitte eindringenden Borkenkäfer wenig Erfolg, ganz abgesehen davon, daß solche Insektizide eine ungenügende Wirkungsdauer haben.

Auch bei den Laubbäumen, besonders den Buchen, werden die Kronenspitzen meist deutlich stärker getroffen, manchmal aber auch nur untere Zweige oder nur Teile der Krone. Es zeigte sich, daß deshalb die Entnadelungs- oder Entlaubungsprozente im Hinblick auf das Erreichen des Läuterungsziels bei den einzelnen Baumarten unterschiedlich interpretiert werden müssen. Kiefern beispielsweise hatten bei 40% Entnadelung stets ihre Kronenspitze verloren und waren in den Zwischen- oder Unterbestand herabgedrückt, als Konkurrenten also ausgeschaltet. Bei den Buchen hingegen konnte man das erst bei mindestens 60%iger Entlaubung als sicher unterstellen (Abb. 2). Bei ihnen müssen die Anforderungen an das Ausmaß der Kronenschädigung mithin strenger sein als bei den Kiefern.

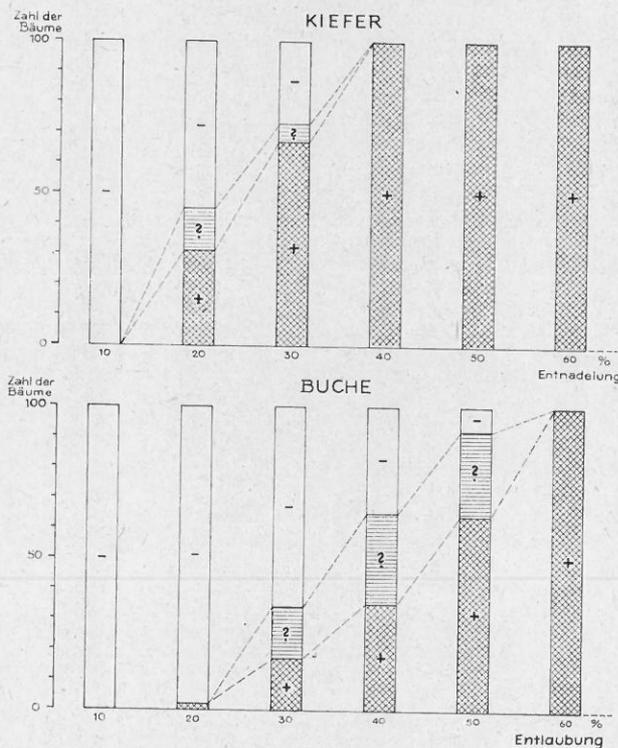


Abb. 2: Entnadelung bzw. Entlaubung und Erreichen des Läuterungsziels bei Kiefer und Buche.

- + = Baum als Konkurrent ausgeschaltet
- ? = Erreichen des Läuterungsziels fraglich
- = Läuterungsziel nicht erreicht

## 2.2 Die verwendeten Präparate

Bei früheren Untersuchungen (HUSS, 1969 und 1970) wurden 10 verschiedene Präparate getestet, die besonders im Ausland für die chemische Läuterung, z. T. auch für die chemische Entnadelung ausprobiert worden waren. Von diesen sieden nach den ersten großen Versuchsserien mehrere aus:

Natrium-Arsenit, das Mittel mit der besten Abtötungswirkung, z. B. wegen extremer Giftigkeit, die Tordonmittel wegen starker Nachbarschaftswirkungen, das 2, 4, 5-Wuchsstoffpräparat Tormona 80 wegen unzuverlässiger Wirkung auch bei Injektion in den Holzkörper.

Die damals als brauchbar erscheinenden Arborizide wurden weiterhin getestet sowie neue Präparate ausprobiert, und zwar:

(1) Silvisar, eine organische Arsenverbindung, die in allen Versuchen eine gute und sichere Abtötungswirkung erzielte. Die Giftigkeit des Silvisars ist nicht bedenklicher als die der Wuchsstoffe. Es ist daher bei normaler Handhabung problemlos, stößt aber, anders als im Ausland, wegen seines Arsengehalts auf grundsätzliche Ablehnung hinsichtlich der Anerkennung durch die Biologische Bundesanstalt. Für Versuche eignet es sich trotzdem gut zum Vergleich mit anderen Mitteln.

(2) Ammoniumsulfamat (AMS), seit langem als Herbizid bekannt, ist etwas geringer und bei den einzelnen Baumarten unterschiedlich wirksam. Bei höheren Aufwandmengen hatten wir seinerzeit jedoch ähnlich gute Ergebnisse bei Kiefern wie mit Silvisar erzielt. Es ist sehr billig und unbedenklich bezüglich Giftigkeit und Rückstände. Seine Herstellung soll gesundheitsgefährdend sein, ist deshalb vermutlich auch nicht zukunftsträchtig. In der DDR findet es breitere Anwendung für die Kiefernläuterung (vgl. z. B. STEINER, 1972).

(3) Erfolgversprechender erscheinen Derivate von Phenoxyfettsäuren, für die die BASF die Mittelanerkennung beantragt hat. Versuchsmuster unterschiedlicher Wirkstoff-Konzentrationen (Bas 9 a, b und c) wurden getestet. Die Präparate sind den Wuchsstoffen verwandt, und daher sind wohl keine Einwände gegen ihre Anwendung im Hinblick auf eine Gefährdung der Anwender und der Umwelt zu erwarten.

(4) Miterprobt wurde auch der herbizide Wirkstoff Diquat (ein Produkt der ICI), und zwar in Form einer etwas höher konzentrierten Lösung und in Form des Herbizids Reglone. Diquat erzeugt anscheinend auch arborizide Wirkungen, was noch näher zu prüfen war. Die Anerkennung als Arborizid in der einen oder anderen Formulierung dürfte ebenfalls unproblematisch sein, da diese für die Unkrautbekämpfung ja bereits besteht.

(5) Das Holzschutzmittel Wolmanit erwies sich entgegen andernorts gemachten Erfahrungen als völlig unbrauchbar, auch Wuchshemmer (CF 125, MH 30) eignen sich nur wenig. Sie werden im folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Die Arborizide werden nicht verdünnt, die Einbringung erfolgt am besten in hochkonzentrierter flüssiger Form. Die Formulierung als Paste bringt m. E. keinen Vorteil und wurde deshalb nur nebenher erprobt.

## 2.3 Die Applikationsverfahren

In der Literatur finden sich zahlreiche Vorschläge, wie die Präparate am zweckmäßigsten in oder auf den Holzkörper appliziert werden können. Sie umfassen das Ringeln und Aufpinseln der Arborizide, das Kerben und Einbringen von Lösungen oder Pasten in Rindentaschen, das Herstellen von Bohrlöchern mit motorgetriebenen Geräten oder speziellen Schlaginstrumenten mit oder ohne automatische Mittelzuführung und schließlich das Einschlagen von mit Chemikalien gefüllten Hülsen.

Die wenigsten erfüllen m. E. die Forderung, gleichzeitig billig, leicht, unkompliziert und sauber im Gebrauch für den damit Arbeitenden zu sein.

Im Hinblick auf die praktische Anwendung in den meist schlecht begehbbaren Jungbeständen halte ich z. Zt. zwei Verfahren für brauchbar: Das Kerb- und das Patronenverfahren.

(1) Als sehr wirksam hat sich das Einkerb- und das Patronenverfahren erwiesen. Es gibt eine Reihe von lanzenähnlichen Geräten mit automatischer oder ohne automatische Mittelapplikation (Tree-Injectors) sowie verschiedenartige Beile. Sie verursachen alle mehr oder weniger gleichartige Kerbungen am Baum. Wir haben uns daher an das von COOK (1959) beschriebene Kerbverfahren gehalten, bei dem mit einem leichten Beil in bequemer Arbeitshöhe Rindentaschen in die Stämme gekerbt (Abb. 3a) und in die möglichst v-förmigen Kerbungen je nach Stammstärke 1–2 ml

Lösung aus einer Ölkanne gefüllt werden (Abb. 3b). (Speziell dafür hergestellt: Hormoficka Kanna der Fa. SKOGSMATERIEL, Stockholm/Schweden — Abb. 3b). Die Werkzeuge ermöglichen ein sauberes Arbeiten, ohne daß die Berührung mit dem Mittel möglich ist; sie sind sehr billig und unkompliziert. Nachteilig ist nur, daß zwei getrennte Arbeitsgänge, das Kerben und das Einfüllen des Mittels, nötig sind.

(2) Andersartig wirkt das von STERZIK (1970) entwickelte Patronenverfahren. Bei diesem werden zu 2/3 gefüllte, mit einem Plastikverschluß versehene Patronen mit einem speziellen Schlaggerät durch die Rinde in den Holzkörper zu behandelnder Bäume geschlagen (Abb. 3c). Beim Auftreffen auf dem Stamm wird der Plastikverschluß geöffnet, das Luftpolster in der Patrone zusammengedrückt und dadurch das Präparat in die Leitbahnen gepreßt.



Abb. 3a/b: Kerbverfahren: Herstellen einer v-förmigen Rindentasche mit einem Handbeil — Einfüllen des Arborizids mit einer Spezialkanne.

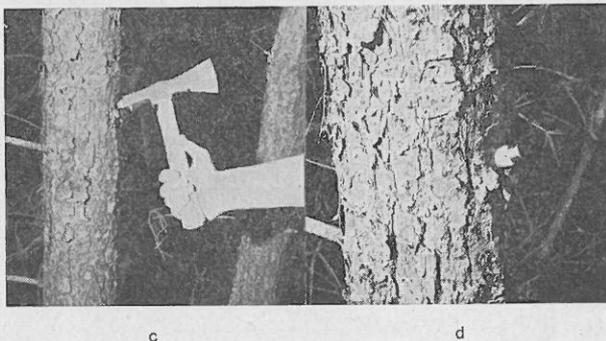


Abb. 3c/d: Patronenverfahren: Einschlagen der Patrone — die Patrone verbleibt im Stamm.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Kombination beider Arbeitsgänge: Rindedurchschlagen und Applizieren. Der Nachteil sind die Kosten für die Patronen, auf die noch in Abschnitt 4 zurückgekommen wird.

Stark korrosive Präparate wie Silvisar und AMS eignen sich für das Abfüllen in Patronen weniger als die nicht aggressiven Wachststoffe und die anderen genannten Herbizide.

### 3. Eigene Versuchsvorhaben und deren wichtigste Ergebnisse

#### 3.1 Umfang und Aufnahme der Versuche

Das hier dargestellte Versuchsprogramm aus den Jahren 1969 bis 1973 setzt, wie erwähnt, frühere Arbeiten fort, über die bereits berichtet wurde (HUSS, 1969 und 1970). Die neuen Versuche wurden z. T. in Zusammenarbeit mit den Instituten für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde sowie für Forstzoologie der Universität Göttingen angelegt und sollten hauptsächlich die Eignung der beiden dargestellten Ausbringungsverfahren klären. Außerdem war das mögliche Minimum an Aufwand hinsichtlich der Zahl von Eingriffen und der verwendeten Mittelmengen herauszufinden, die Dosierung also

der Zielvorstellung anzunähern, ggfs. mit einem Eingriff je Baum auszukommen („one shot-silvicide“, wie SMITH es 1966 nennt).

Alle Präparate und Dosierungen wurden stets an Kollektiven von 10 bis 40 Bäumen erprobt, die grundsätzlich der herrschenden, meist der vorherrschenden Schicht (Protzen) zuzurechnen waren. Die Stammstärken variierten je nach Baumart und Alter zwischen 7 und 18 cm BHD, nur in einem Fall (Vers. Nr. 8, Tab. 1) lagen sie auch höher.

Obwohl das Versuchsprogramm im wesentlichen auf Nadelbäume gerichtet war, wurden vergleichsweise auch einige Laubbaumarten behandelt, um herauszufinden, ob die verwendeten Präparate und Applikationsverfahren ggfs. dem bisherigen Streichverfahren mit Wachststoffen überlegen seien bzw. ob eingemischte Laubbäume in Nadelholzbeständen problemlos mitbehandelt werden können.

Die Präparatmenge betrug anfangs 1,5 ml in den Patronen und wurde bei den Kerben in gleicher Menge mit einer Dosierspritze exakt zugemessen. 1973 wurde sie bei beiden Verfahren auf 2 ml erhöht.

In allen Einzelversuchen wurde zur Ermittlung des Absterbevorgangs die prozentuale Schädigung der Krone, das Erreichen des Läuterungsziels (vgl. Abb. 2) meist mehrmals eingeschätzt, der Absterbegrad des Kambiums und der Käferbefall ermittelt sowie auf Schäden an Nachbarbäumen geachtet.

Die Ergebnisse der insgesamt 10 Einzelversuche sind in den Tab. 1 und 2 zusammengefaßt. Sie bilden die Grundlage für die folgenden Abschnitte.

| Präparat   | Zahl der Injektionen    | Zahl der behandelten Bäume Stck. | Entnadelungsprozente bei verschiedenen Applikationsverfahren Kerben |    |     |     |     |
|--|-------------------------|----------------------------------|---|----|-----|-----|-----|
| (1) Ki, 19j. FA. Fuhrberg (Nds.); mittl. BHD = 11,0 cm; behandelt am 15. 7. 69, Aufnahme nach 10 1/2 und 24 Monaten. |                         |                                  |   |    |     |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je 5 cm BHD   | 40                               | 70  | 77 | 75  | 66  |     |
|  | 1 Injekt. je 10 cm BHD  | 60                               | 47  | 68 | 49  | 36  |     |
|  | 1 Injekt. je Baum       | 60                               | 24  | 26 | 22  | 13  |     |
| AMS  | 1 Injekt. je 5 cm BHD   | 60                               | 37  | 57 | 36  | 41  |     |
|  | 1 Injekt. je 10 cm BHD  | 60                               | 14  | 11 | 19  | 14  |     |
|  | 1 Injekt. je Baum       | 60                               | 5   | 3  | 12  | 6   |     |
| (2) Ki, 24j. FA. Fuhrberg (Nds.); mittl. BHD = 12,8 cm; behandelt am 19. 2. 71, Aufnahme nach 5 Monaten.             |                         |                                  |   |    |     |     |     |
| Silvisar   | 2 Injekt. je Baum       | 20                               |   | 0  |     | 68  |     |
|  | 1 Injekt. je Baum       | 20                               |   | 0  |     | 37  |     |
| Bas 9a   | 2 Injekt. je Baum       | 20                               |   | 46 |     | 76  |     |
|  | 1 Injekt. je Baum       | 20                               |   | 38 |     | 36  |     |
| (3) Ki, 18j. FA. Weilburg (Hess.); mittl. BHD = 8,4 cm; behandelt am 20. 7. 72, Aufnahme nach 10 und 25 Monaten.     |                         |                                  |   |    |     |     |     |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD | 80                               | 23  | 44 | 37  | 64  |     |
| 9b   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD | 80                               | 18  | 40 | 38  | 76  |     |
| 9c   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD | 80                               | 16  | 36 | 34  | 76  |     |
| (4) Ki, 19j. FA. Weilburg (Hess.); mittl. BHD = 8,5 cm; behandelt am 30. 5. 73, Aufnahme nach 4 1/2 und 15 Monaten.  |                         |                                  |   |    |     |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD | 30                               | —   | —  | 12  | 100 |     |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD | 60                               | 20  | 98 | 26  | 100 |     |
|  | 9b                      | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD          | 60  | 18 | 98  | 11  | 100 |
|  | 9c                      | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD          | 60  | 22 | 100 | 21  | 100 |
| (5) Ki, 21j. FA. Fuhrberg (Nds.); mittl. BHD = 10,4 cm; behandelt am 1. 10. 73, Aufnahme nach 11 Monaten.            |                         |                                  |   |    |     |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je 5 cm BHD   | 40                               | —   | —  | —   | 100 |     |
| Reglone  | 1 Injekt. je 5 cm BHD   | 40                               | —   | —  | —   | 100 |     |
| Diquat-Konz.   | 1 Injekt. je 5 cm BHD   | 40                               | —   | —  | —   | 100 |     |

Tab. 1: Entnadelungsprozente in Abhängigkeit von Präparat, Applikationsverfahren und Dosierung bei 5 Kiefernversuchsflächen.

(Erläuterung: 1 Injektion je 5 cm BHD bedeutet: Ein Stamm mit 11 cm BHD erhielt 3 Eingriffe. Die BHD-Angaben beziehen sich stets auf die behandelten Bäume.)

| Präparat   | Zahl der Injektionen          | Zahl der behandelten Bäume Stck. | Entnadelungsprozente bei verschiedenen Applikationsverfahren Kerben |    |     |     |
|--|-------------------------------|----------------------------------|---|----|-----|-----|
| <b>(6) j. Lärchen, 18j. FA. Ahlhorn (Nds.);</b> mittl. BHD = 8,50 cm;<br>behandelt am 20. 4. 70, Aufnahme nach 1 und 12 1/2 Monaten. |                               |                                  |   |    |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je Baum             | 40                               | 94  | 97 | 100 | 100 |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je Baum             | 40                               | 68  | 92 | 82  | 98  |
| AMS  | 1 Injekt. je Baum             | 40                               | 22  | 21 | 59  | 87  |
| <b>(7) e. Lärchen, 22j. FA. Oedelsheim (Hess.);</b><br>behandelt am 24. 2. 71, Aufnahme nach 5 Monaten.                              |                               |                                  |   |    |     |     |
| BHD  |                               |                                  |   |    |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je Baum             | 10,3                             | 73  | —  | —   | 91  |
|  | 1 Injekt. je Baum             | 15,1                             | 38  | 1  | —   | —   |
|  | 2 Injekt. je Baum             | 19,0                             | 17  | —  | —   | 84  |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je Baum             | 10,5                             | 47  | —  | —   | 99  |
|  | 1 Injekt. je Baum             | 15,5                             | 38  | 81 | —   | —   |
|  | 2 Injekt. je Baum             | 21,1                             | 7   | —  | —   | 83  |
| <b>(8) Bu., 40j. FA. Escherode (Nds.);</b> mittl. BHD = 15,0 cm;<br>behandelt am 9. 7. 69, Aufnahme nach 2 und 24 Monaten            |                               |                                  |   |    |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je 5 cm BHD         | 80                               | 68  | 60 | 87  | 59  |
|  | 1 Injekt. je 10 cm BHD        | 80                               | 42  | 14 | 60  | 44  |
| AMS  | 1 Injekt. je 5 cm BHD         | 80                               | 45  | 27 | 47  | 18  |
|  | 1 Injekt. je 10 cm BHD        | 80                               | 35  | 13 | 26  | 14  |
| Tormona 80   | Streichverfahren (Manschette) | 40                               | —   | 58 | 100 | —   |
| <b>(9) Bu., 30j. FA. Bovenden (Nds.);</b> mittl. BHD = 11,9 cm;<br>behandelt am 23. 4. 71, Aufnahme nach 3 1/2 Monaten.              |                               |                                  |   |    |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je Baum             | 33                               | 1   | —  | —   | 62  |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je Baum             | 34                               | 6   | —  | —   | 28  |
| Wolmanit   | 1 Injekt. je Baum             | 25                               | 0   | —  | —   | 0   |
| <b>(10) Ei., 50j. FA. Rothenbuch (Bay.);</b> mittl. BHD = 11,2 cm;<br>behandelt am 9. 6. 73, Aufnahme nach 4 1/2 und 12 Monaten.     |                               |                                  |   |    |     |     |
| Silvisar   | 1 Injekt. je 2,5 cm BHD       | 5                                | —   | —  | 100 | 100 |
|  | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD       | 20                               | —   | —  | 96  | 97  |
| Bas 9a   | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD       | 40                               | 42  | 48 | 33  | 54  |
| Bas 9c   | 1 Injekt. je 2,5 cm BHD       | 7                                | —   | —  | 100 | 100 |
|  | 1 Injekt. je 7,5 cm BHD       | 43                               | 20  | 27 | 43  | 73  |

Tab. 2: Entnadelungs- bzw. Entlaubungsprozente bei Lärchen-, Buchen- und Eichenversuchsflächen.

### 3.21 Die Reaktion der Baumarten

Die Versuche bestätigten die bereits früher erzielten Befunde: Am schnellsten und empfindlichsten reagierten eindeutig die Lärchen. Sie waren bereits nach 4–6 Wochen völlig entnadelte. Demgegenüber pflegen die Kiefern erst mehrere Wochen mit leuchtend braunen Nadeln dazustehen, ehe diese abzufallen beginnen. Ein in den Tab. 1 und 2 nicht aufgeführter Fichtenversuch, der nach 4 Monaten zerstört wurde, unterstrich die frühere Beobachtung, daß bei Fichten die Reaktion rascher als bei Kiefern ist.

Bei den Laubbaumarten trat die Wirkung meist ebenfalls sehr rasch ein. Der geringe Umfang der Versuche mit Laubbäumen läßt aber keine weitere Differenzierung der Aussagen zu. Als besonders widerstandsfähig zeigten sich in einem Buchenbestand eingemischte Eschen, die mitbehandelt wurden (Versuch 9). Das entspricht Erfahrungen, die bereits früher mit Eschen gemacht wurden.

Grundsätzlich kann man feststellen, daß die Applikation aller Mittel in den Holzkörper, wenn man von dem Holzschutzmittel Wolmanit absieht, bei allen untersuchten Baumarten eine sichere Abtötung bewirkt, vorausgesetzt — und das gilt besonders für die Laubbaumarten — die Abstände zwischen den Injektionsstellen sind eng genug, die unbehandelten Kambiumstreifen also nicht zu breit. So ist selbst bei etwas älteren Eichen mit bereits verborkter Rinde gegenüber dem Anstreichverfahren mit Tormona eine sichere Wirkung erreichbar.

Nur partiell in der Krone geschädigte Vorwüchse oder Protzen sind gelegentlich in der Lage, starke, nicht betroffene Seitenäste aufzurichten und sich dann zu übleren Protzen zu ent-

wickeln, als sie es vorher waren. Das erklärt die bei den Kiefern und Buchen der Versuche 1 und 8 nach 2 Jahren festgestellten Verringerungen der ursprünglichen Kronenschädigung. Gerade bei wuchskräftigen abzutötenden Bäumen ist deshalb ein mehr als 50%iger Effekt anzustreben.

### 3.22 Die Reaktionen auf das Präparat

Mit Silvisar ließ sich in allen Fällen eine sichere und stets die rascheste Abtötungswirkung erzielen. Silvisar ist deshalb wie gesagt als Testpräparat sehr geeignet. Eine Minderung der Wirkung trat auch bei Anwendung im Spätherbst nicht ein, obwohl die Wirkung anderer Arborizide außerhalb der Vegetationszeit im allgemeinen geringer ist. Es wurden allerdings Unterschiede zwischen den beiden Applikationsverfahren festgestellt, die im nächsten Abschnitt erläutert werden.

Verschiedentlich zwar weniger rasch, aber im Endeffekt meist ebenso eindeutig wirkten die „Wuchsstoff“-versuchsmuster der BASF, Bas 9a, b und c bei Nadelbäumen. Bei Laubbäumen fielen sie jedoch gegenüber dem Silvisar ab (statistisch gesichert bei Buche und Eiche — Vers. 9 und 10). Zwischen den drei unterschiedlich konzentrierten Bas-Präparaten traten keine deutlich erkennbaren Abweichungen auf. Die ermittelten Differenzen liegen im Bereich des Fehlers.

Ein voller Abtötungserfolg trat bei Kiefern (Vers. 5) weiterhin mit den Diquat-Präparaten ein, wobei das höher konzentrierte Mittel etwas rascher wirkte. Die Tatsache, daß trotz des ungünstigen Anwendungszeitraums im Spätherbst beide Präparate ebenfalls gut wirkten, läßt sie gleichfalls interessant erscheinen. Für weitergehende Aussagen fehlen jedoch zusätzliche eigene Versuche.

Entgegen den Ergebnissen früherer Untersuchungen wurde mit Ammoniumsulfamat eine bei gleicher Eingriffsstärke stets geringere Abtötungswirkung erzielt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß mit den in der Unkrautbekämpfung bereits eingeführten Phenoxyfettsäure- und den Diquat-Präparaten anscheinend Wirkstoffe gefunden sind, die sich für die chemische Läuterung bei Nadelbaumarten eignen und auch Chancen haben, in Kürze auf den Markt zu kommen. Beim Silvisar ist das wegen seines Arsengehalts und beim Ammoniumsulfamat wegen Gesundheitsgefährdung beim Produktionsprozeß hingegen kaum zu erwarten.

### 3.23 Die Reaktion auf das Applikationsverfahren

Neben der Erprobung der geeigneten Präparate sollten in fast allen Versuchen die beiden Applikationsvarianten Patronen- und Kerbverfahren miteinander verglichen werden. Als Maßstab hierfür können die mittleren Entnadelungs- bzw. Entlaubungsgrade herangezogen werden. Für statistische Berechnungen der Unterschiede (Chi-Quadrat-Test) eigneten sich jedoch besser die Zahlen der vom waldbaulichen Standpunkt als hinreichend geschädigt eingestuften Bäume. Als qualitatives Kriterium wurde zusätzlich noch der Schädigungsgrad des Kambiums herangezogen.

Die Korrosivität des Silvisars bewirkte in den Patronen aus Metallhülsen bei längerer Lagerung Umsetzungen. Das geschah bei den in den Versuchen 2, 7 und 9 verwendeten Patronen, bei denen das Präparat deshalb, wie sich nachher herausstellte, unwirksam geworden war. In allen anderen Fällen waren jeweils frisch abgefüllte Patronen benutzt worden. Dies Problem bestand nicht bei den organischen Wuchsstoffpräparaten.

Nach dem Schädigungsbild im Kambium zeigte sich stets oberhalb der eingeschlagenen Patronen ein schmalerer, kürzerer

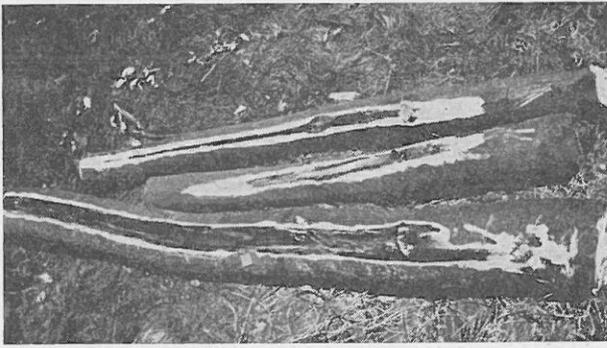


Abb. 4: Im Versuch Nr. 8 gekerbte und mit Patronen behandelte Buchen. Die Patronen (im Bild bei den beiden oberen Stämmen) haben schmalere und kürzere Bräunungen bewirkt als die Kerben.

und weniger kräftig ausgeprägter brauner Streifen als bei Kerben (Abb. 4). Daraus konnte auf eine schlechtere Verteilung in der Kambialzone geschlossen werden, ohne daß sich damit etwas über die Weiterleitung im äußeren Holzkörper aussagen ließ. Tatsächlich traten bei den Versuchen 2, 3, 4, 6, 9 und 10 bei einigen Präparaten statistisch gesicherte schlechtere Abtötungswirkungen bei den Patronen gegenüber den Kerben auf (insgesamt 9 Vergleichspaare). Dagegen steht aber, daß in einer größeren Zahl der Fälle, nämlich bei 16 Vergleichspaaren der Versuche 1, 4, 6, 7, 8 und 10, etwa die gleiche Wirkung bei beiden Behandlungen eintrat. Damit ist von der Kronenschädigung her also keine immer durchschlagende Überlegenheit des Kerbverfahrens festzustellen. Sieht man von der stärkeren Regeneration der gekerbten Kiefern ab, die in Versuch 1 nach 2 Jahren nach anfänglichem Gleichstand geringere Entnadelungsprozente als die mit Patronen behandelten Bäume aufwiesen, so kann man allerdings bemerken, daß der umgekehrte Fall einer eindeutigen Überlegenheit im Absterbegrad durch das Patronenverfahren in keinem Fall eintrat.

### 3.24 Die Reaktion auf die Zahl der Injektionen

Die Zahl der Injektionen beeinflusste das Absterben der Krone eindeutig. Wenige Injektionen reichten — besonders bei AMS, z. T. aber auch bei den anderen Präparaten — nicht aus, um die durchweg vorwüchsigen Stämme auszuschalten. Man kann generell sagen, daß für Stämme über 10 cm BHD ein Eingriff je Baum nicht ausreicht.

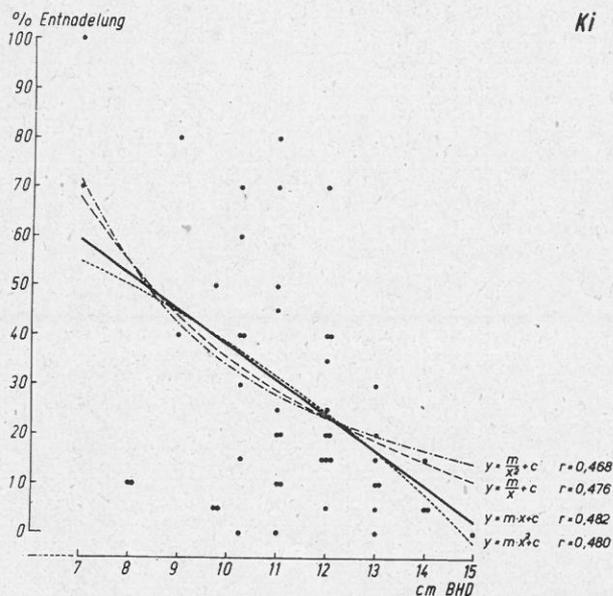


Abb. 5: Abhängigkeit der Abtötungswirkung vom Stammdurchmesser, dargestellt am Beispiel des Ki-Jungbestandes (Tab. 1, Nr. 1) behandelt mit 1 Patrone mit Silvisar.

Die Aufstellung eindeutiger Dosiswirkungskurven war durch eine starke Streuung in der Reaktion der Bäume, wenn nur eine Injektion vorgenommen worden war, erheblich erschwert. Als ein für diese Zusammenhänge typisches Beispiel können die im Kiefernversuch 1969 (Tab. 1, Nr. 1) mit nur 1 Silvisarpatrone behandelten Bäume gelten. Wenn auch im Einzelfall — wie hier — mehrere Regressionslinien eine ziemlich gleich gute Anpassung liefern, so ergab jedoch bei der Berechnung mehrerer Kollektive dieser Art die Formel  $y = m/x^2 + c$  die beste Anpassung (vgl. Abb. 5).

Das Material zeigte zugleich, daß die Parameter Entnadelungsprozent und Stammdurchmesser nicht ausreichen, um die Reaktion der Einzelbäume hinreichend aufzuklären. Es war manchmal nötig, auch noch die Kambiumschädigung heranzuziehen, um zu besseren Ergebnissen zu gelangen. So gesehen ist es erstaunlich, daß die meisten Versuche trotz der oftmals inhomogenen Einzelwerte bei den Mittelwerten doch durchweg sinnvolle Zusammenhänge erkennen lassen. Die Problematik hinsichtlich der starken Streuung in der Reaktion der Bäume verringerte sich allerdings erheblich, sobald die Zahl der Injektionen nicht auf eine beschränkt wurde. Das zeigte sich deutlich bei der Untersuchung der Abtötungswirkung als Funktion der Injektionszahl und des Stammdurchmessers der Stämme. So ließ sich auf Grund der großen Durchmesserstreuung der behandelten Bäume im Buchenversuch 1969 die Reaktion bei proportionaler Steigerung der Dosis entsprechend der Durchmesserzunahme untersuchen (vgl. Tab. 2, Vers. Nr. 8). In einem Fall wurden die Absterbeprozente von Bäumen zusammengestellt, die eine Kerbe je 5 cm BHD erhalten hatten, im anderen solche mit 1 Kerbe je 10 cm Durchmesser (Tab. 3).

| Durchmesser in 1,3 m Höhe (cm):       | bis 10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Zahl der Injektionen (1 je 5 cm BHD): | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     |
| Absterbeprozente:                     | 99     | 96    | 81    | 77    | 50    |

| Durchmesser in 1,3 m Höhe (cm):        | bis 10 | 11-20 | 21-30 |
|--|--------|-------|-------|
| Zahl der Injektionen (1 je 10 cm BHD): | 1      | 2     | 3     |
| Absterbeprozente:                      | 76     | 53    | 47    |

Tab. 3: Entlaubungsprozente bei Buchen (Versuch Nr. 8) in Abhängigkeit von BHD und Zahl der Injektionen (Kerben mit Silvisar).

Hieraus ergibt sich die wichtige Schlußfolgerung, daß die proportionale Steigerung der Eingriffszahl mit zunehmendem Stammdurchmesser nicht der Widerstandskraft bzw. der Vitalität der stärkeren Bäume Rechnung trägt. Um denselben Abtötungsgrad zu erzielen, muß also die Dosis überproportional gesteigert werden.

### 3.25 Käferbefall nach dem Einsatz von Arboriziden

Als ein wesentliches Argument gegen die chemische Läuterung von Nadelbäumen wird meist die Gefahr der epidemischen Vermehrung von Borkenkäfern bei großflächiger Anwendung genannt. Um gewisse Anhalte hierüber zu gewinnen, wurde deshalb in allen Versuchsflächen der Käferbefall sorgfältig erhoben. Fundierte Aussagen dürften jedoch erst nach mehrjährigem Einsatz auf großen Flächen und in verschiedenen Gebieten möglich sein.

Wie bereits erwähnt, haben die Präparate selbst keine insektizide Wirkung. Weil mehrere Borkenkäferarten bevorzugt das untere Stammstück befallen und wegen der dargestellten Prinzipien der Wasserleitung in unseren Nadelbäumen ist eine Kombination der Arborizide mit systemischen Insektiziden im Hinblick auf eine Bekämpfung der Käferbruten nicht erfolgversprechend.

Mit welchem Käferbefall ist nun aber zu rechnen?

Bei der Fichte wurde in früheren eigenen Versuchen an nahezu allen abgetöteten Bäumen Befall durch den Nutzholzböhrer (*Xyloterus lineatus*) unabhängig von Termin, Präparat und Dosierung festgestellt. In Parallelversuchen, die von der CELA in Süddeutschland durchgeführt wurden, trat außerdem mehrfach Buchdruckerbefall auf (CELA, 1970). Auf Grund ebensolcher Beobachtungen in der DDR folgte deshalb auch FLOHR (1967): „Fichtenbestände scheiden für die chemische Jungbestandspflege aus, weil die Gefahr des Borkenkäferbefalls zu groß ist.“ Geringere Bedenken hat man offenbar in der CSSR (VYSKOT et al. 1973).

Die Möglichkeiten des Arborizideinsatzes scheinen sich damit zunächst vor allem auf die Kiefer und die Lärche zu konzentrieren. Von etwa 600 als hinreichend geschädigt eingestuften Kiefern wurden 64% von rindenbrütenden Borkenkäfern angenommen, und zwar rd. 20% vom großen Waldgärtner (*Myelophilus piniperda*), 25% von Kiefernrüßlerarten (*Pissodes spec.*) und ebenfalls je rd. 25% von *Hylurgops palliatus* sowie Bockkäferarten. Nur die beiden erstgenannten sind forstlich von Bedeutung. Ihr Anteil variierte in den einzelnen Versuchen in Abhängigkeit vom Behandlungstermin, von Präparat und Stammstärke. Ausschließen läßt sich der Käferbefall jedoch durch geschickte Terminwahl oder durch die Behandlungsstärke wohl kaum, da auch die Witterung auf das Ergebnis verändernd einwirken kann.

76% der von Käfern befallenen Stämme waren von Spechten aufgesucht und so weit aufgehackt worden, daß ihnen wohl nur wenige Larven entgingen.

Der gestreifte Nutzholzböhrer (*Xyloterus lineatus*) wurde bei Kiefern nur selten beobachtet, häufiger bei Lärchen.

Der Käferbefall nimmt mit der Stammstärke offenbar erheblich zu, so daß die Problematik auch erst bei den stärkeren Stämmen beginnt.

Die aus Vergleichsgründen in 3 Kiefernversuchen geringelten oder mit der Axt gefällten Bäume waren je nach Behandlungstermin und Stammstärke einmal weniger, einmal mehr von Käfern befallen. Diese Unterschiede zwischen der Befallstärke an mechanisch oder chemisch abgetöteten Bäumen ließen sich meist ohne Schwierigkeiten aus den jeweiligen ökologischen Zusammenhängen erklären (vgl. auch HUSS, 1969 und 1970).

Es ist im Hinblick auf eine mögliche Anhebung der Borkenkäferpopulationen dementsprechend also weniger entscheidend, ob ein chemisches oder ein mechanisches Verfahren bei der Kiefernläuterung gewählt wird, sondern ob bruttaugliches Material in den Beständen hinterlassen wird.

Bei den Laubbaumarten Buche und Eiche fanden sich zwar vereinzelt Nutzholzböhrer (*Xyloterus domesticus*), jedoch in nur geringer Zahl.

#### 4. Kostenkalkulation für die chemischen Läuterungsmaßnahmen

Kostenkalkulationen zur chemischen Nadelholzläuterung sind z. Zt. außerordentlich schwierig, da noch keine verbindlichen Preisvorstellungen über die Präparate bzw. die gefüllten Patronen und auch nur sehr wenige Zeitstudienwerte vorliegen. Trotzdem soll im folgenden versucht werden, zumindest eine Vorstellung der Größenordnungen zu erarbeiten, deren Einzelansätze teilweise zwangsläufig auf Schätzungen beruhen. Zugrundegelegt werden dabei mir freundlicherweise überlassene Zeitstudienresultate, die das Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde der Universität Göttingen 1969 im Zusammenhang mit der Anlage des Kiefernläuterungsversuchs in Fuhrberg (vgl. Tab. 1, Nr. 1) erarbeitet hat.

|                           | Verfahren:<br>Eingriffe/Baum: | Patronen                  |    |     | Kerben |    |     |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|----|-----|--------|----|-----|
|                           |                               | 1                         | 2  | 3—4 | 1      | 2  | 3—4 |
| Gehstrecke                | (in 1/100 min)                | 31 (rd. 10 m Baumabstand) |    |     |        |    |     |
| Arbeitszeit am Baum       | (in 1/100 min)                | 4                         | 12 | 22  | 15     | 27 | 44  |
| Gesamtarbeitszeit je Baum | (in 1/100 min)                | 35                        | 43 | 53  | 46     | 58 | 75  |

Tab. 4: Zeitbedarf für die Behandlung eines Baumes bei Entnahme von 170 Kiefernvorwüchsen/ha (19j., mittl. BHD = 11 cm) (nach Inst. f. Waldarbeit und Forstmaschinenkunde d. Universität Göttingen, 1969).

Mit Hilfe dieser Daten und einiger Informationen über die mutmaßlichen Präparat- bzw. Patronenkosten wurde versucht, in Tab. 5 eine Kalkulation zu erstellen, der verschiedene An-

| Zeile<br>Nr. | Zeit- und Kostenaufwand                                      | Ausscheidende Bäume<br>(Stck./ha) |       |       |
|--------------|--|-----------------------------------|-------|-------|
|              |  | 200                               | 1.000 | 2.000 |
| 1            | Zeitbedarf für Gehstrecke (in 1/100 min)                     | 30                                | 10    | 6     |
| 2            | Zahl d. Ingr./Baum bei 1 Ingr./5 cm BHD                      | 2,5                               | 2,0   | 1,5   |
| 3            | Arbeitszeit je Baum  | 45                                | 22    | 14    |
| 4            | (1/100 min) Kerbverfahren                                    | 64                                | 37    | 27    |
| 5            | Gesamtarbeitszeit  | 1,6                               | 4,0   | 5,1   |
| 6            | (Std./ha) Patronenverf. (10% EHZ)<br>Kerbverfahren (20% EHZ) | 2,6                               | 7,4   | 10,8  |
| 7            | Gesamtarbeitskosten  | 24                                | 60    | 76    |
| 8            | (DM/ha) Patronenverf. (15 DM/Std.)<br>(30 DM/Std.)           | 48                                | 120   | 153   |
| 9            | Kerbverfahren (15 DM/Std.)                                   | 39                                | 111   | 162   |
| 10           | (30 DM/Std.)   | 78                                | 222   | 324   |
| 11           | Sachkosten   | 100                               | 400   | 600   |
| 12           | (DM/ha) Patr.verf. (20 Dpf/Eingr.)<br>(40 Dpf/Eingr.)        | 200                               | 800   | 1.200 |
| 13           | Kerbverf. (5 Dpf/Eingr.)                                     | 25                                | 100   | 150   |
| 14           | (10 Dpf/Eingr.)  | 50                                | 200   | 300   |
| 15           | Gesamtkosten   | 120                               | 460   | 680   |
| 16           | (DM/ha, abgerundet)  | 250                               | 920   | 1.350 |
| 17           | Kerbverfahren (min.)   | 60                                | 210   | 310   |
| 18           | (max.)   | 130                               | 420   | 620   |

Tab. 5: Kostenkalkulation für die chemische Läuterung eines etwa 20j. Kiefernjungbestandes (BHD = 12 cm) nach dem Patronen- und dem Kerbverfahren.

Erläuterungen zu Tab. 5:

Waldbauliche Bedeutung der gewählten Varianten: 200 ausscheidende Bäume/ha — nur Protzenentnahme (üblich in Niedersachsen); 1000 St/ha — Entnahme von 2 Bedrängern je Z-Stamm (sinnvoll bei zu ästenden Beständen); 2000 St/ha — Protzenaushieb + Stammzahlverminderung (üblich in Baden-W.).

Zu Zeile 1: Werte für Varianten 1000 und 2000 St/ha über die ungefähre Gehstrecke von Baum zu Baum im Anhalt an Tab. 4 geschätzt.

Zu Zeile 2: Werte über Testflächendaten interpoliert.

Zu Zeile 3+4: Wahrscheinlich müssen die Ansätze für die Varianten 2000 St/ha erhöht werden, da bei den beiden anderen von angezeichneten Bäumen ausgegangen wurde.

Zu Zeile 5+6: Patronenverfahren 10%, Kerbverfahren 20%, Erholzuschlag geschätzt.

Zu Zeile 7+9: Untere Grenze des derzeitigen Lohnniveaus; 15 DM/Std. incl. 30% Akkordzuschlag und 100% Sozialkostenanteil.

Zu Zeile 8+10: Verdoppelung der Gesamtlohnkosten als Kalkulationsgrundlage zur Trendschätzung.

Zu Zeile 11+12: Nach Andeutungen der Experten wird die Patrone zwischen 20 und 40 Dpf. kosten.

Zu Zeile 13+14: Die Kosten für das in Kanister abgefüllte Mittel werden im Rahmen von 25 — 50 DM/Ltr. liegen.

nahmen zugrundegelegt wurden. Trotz aller Vorbehalte, die einer Verallgemeinerung der verschiedenen geschätzten Ansätze dieser Kalkulation entgegengebracht werden müssen, scheinen einige Schlußfolgerungen im Hinblick auf die Chancen des einen oder des anderen Applikationsverfahrens für die Anwendung durch die Praxis möglich zu sein:

(1) Die erheblich höheren Sachkosten beim Patronenverfahren werden, selbst wenn man die günstigste Preisrelation unterstellt, offenbar nicht durch die etwas höheren Arbeitskosten beim Kerbverfahren aufgewogen. Das gilt auch für die Zukunft nicht, wenn man z. B. eine Verdoppelung der derzeitigen Lohn- und Sozialkosten annimmt, den Preis für die Patronen aber auf dem — allerdings ohnehin unwahrscheinlichen — Preisniveau des angegebenen unteren Grenzwerts halten könnte.

Diese Situation verschärft sich, wenn die Dosierung bei stärker dimensionierten Bäumen (Protzen) überproportional gesteigert werden muß (vgl. Tab. 3). Das Patronenverfahren ist deshalb erheblich empfindlicher gegen Erhöhungen der Dosierung als das Kerbverfahren.

(2) Geht man nun davon aus, daß der Revierbeamte die Läuterungsbestände selbst auszeichnet, — wohl kaum der Regelfall — und er ist zugleich bereit, dabei in die ausge-

zeichneten Stämme Patronen einzuschlagen, während er das etwas weniger elegante Kerbverfahren als unzumutbare Mehrbelastung ablehnt, so würden auch in diesem Fall die Patronenkosten allein (selbst bei dem unteren Grenzwert von 20 Dpf./Std.) noch höher zu stehen kommen, als wenn ein Arbeiter die Bäume kerbt, wenn also hierbei Lohn- und Mittelkosten anfallen.

Die Chance des Patronenverfahrens liegt m. E. in der Möglichkeit, auf diese Weise Läuterungsarbeiten durchführen zu lassen, für die keine Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, oder einige Bäume durch die Beamten entnehmen zu lassen, bei denen es nicht lohnt, eigens dafür Arbeiter hinzuschicken. Die leichte Handhabung und jederzeitige Verfügbarkeit der Patronen kommt solchen Absichten zweifellos sehr entgegen.

Die beiden „chemischen“ Läuterungsverfahren stehen nun außer untereinander vor allem in Konkurrenz zu dem bisher üblichen Vorgehen bei der Läuterung: Aushieb mit Axt bzw. Absägen mit Motorsägen und Herunterziehen der entnommenen Bäume oder — in sehr viel geringerem Maße gebräuchlich — Ringeln der stehenden Stämme.

In dem o. a. Kiefernbestand (Tab. 1, Nr. 1 und Tab. 4) wurden für das Ringeln 1,21 min. je Baum benötigt; das entspricht Gesamtkosten (bei DM 15,—/Std. Arbeitslohn und 40% Erholzuschlag) von DM 85,— bei einer Entnahme von rd. 200 Bäumen je ha. Diese liegen also unter denen des Patronen- und etwas über denen des Kerbverfahrens, jedoch nicht wesentlich. Das Ringeln ist zwar anstrengender, aber von der Kostenseite deswegen durchaus diskutabel.

Nach unveröffentlichten Daten aus einem Exkursionsführer zum Treffen des KWF-Arbeitsringes „Herbizide“ im Forstamt Bruchsal Anfang September 1974 werden für die Entnahme von rd. 2000 nicht ausgezeichneten Kiefern/ha mit Motorsäge rd. 30 Std./ha benötigt. Die Gesamtkosten liegen dann bei DM 500,— bis 600,—/ha; mithin rd. doppelt so hoch wie beim Kerbverfahren, während das Patronenverfahren nach den obigen Kalkulationen nicht billiger ist.

Nach einer kanadischen Untersuchung (Tab. 6) ergab sich allerdings eine sehr viel größere Überlegenheit des chemischen Läuterungsverfahrens (in diesem Fall Kerben mit Hypo-Hatchet) gegenüber dem Ringeln und vor allem gegenüber der Entnahme mit Motorsägen.

| Verfahren                          | Arbeitszeit<br>je Baum<br>min. | Arbeits-<br>kosten<br>\$/ha | Mittel-<br>kosten<br>\$/ha | Gesamt-<br>kosten<br>\$/ha | %     |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Arborizid-<br>Injektion (Silvisar) | 0,8                            | 2,3                         | 1,5                        | 3,8                        | = 100 |
| Ringeln mit Axt                    | 2,6                            | 9,7                         | —                          | 9,7                        | = 250 |
| Fällen + Nieder-<br>ziehen         | 8,3                            | 31,2                        | 3,2                        | 34,4                       | = 900 |

Tab. 6: Zeit- und Kostenaufwand bei der Läuterung von Bankskiefern (BHD = 11 cm; Entnahme 125 St./ha) im Jahr 1969 nach DEBO, TESKEY und COPEMAN (1971).

Auch nach STEINER (1972) sind beim Kerbverfahren „gegenüber mechanischen Durchforstungsverfahren nur etwa 10% des Zeitaufwands erforderlich, um einen Hektar Kiefernjungbestand zu pflegen“.

Es ist daher wohl zu erwarten, daß sich in weiteren Untersuchungen eine größere Überlegenheit der chemischen gegenüber den mechanischen Behandlungsvarianten ergibt, jedenfalls was den Zeitaufwand betrifft, als es die verwendeten Zeitstudienwerte (Tab. 4) z. Zt. erkennen lassen.

##### 5. Gesamtbeurteilung der Einsatzmöglichkeiten von Arboriziden bei Nadelbaumarten

In den bisherigen Ausführungen wurden Präparate und Ausbringungsverfahren dargestellt, die geeignet für Läuterungs-

arbeiten in Nadelbaumbeständen sind und auch für Laubbaumarten Verwendung finden können. Es ist damit zu rechnen, daß die Präparate in Kürze auf den Markt gebracht werden. Erst dann wird sich herausstellen, welche Applikationstechnik — Kerb- oder Patronenverfahren — in die Praxis Eingang finden wird. Die Entscheidung darüber wird sicherlich vom Preis für die Präparate und die Patronen wesentlich beeinflusst werden. Grundsätzlich ist aber durch das eine wie das andere Verfahren eine erhebliche Arbeitszeiterparnis gegenüber den heute meist üblichen Eingriffen mit Axt oder Motorsäge zu erwarten. Weit weniger anstrengend und weniger schmutzig als das beim Laubholz gebräuchliche Anstreichen der Stämme mit Wuchsstofflösungen könnten mit diesen Verfahren die Läuterungsarbeiten im Zusammenhang mit dem Auszeichnen oder mit Ästungen erfolgen, wodurch eine weitere Arbeitszeiterparnis zu erreichen ist.

Beide Techniken lassen sich sowohl bei selektiven Pflegemaßnahmen in Jungbeständen anwenden, als auch in kombinierte schematisch-selektive Eingriffsformen einbauen, bei selektiven Entnahmen nämlich in den verbleibenden Zwischenstreifen von reihenweise aufgeschlossenen Beständen.

Die chemische Läuterung erhält das Stützgefüge eines Bestandes zunächst und erlaubt dem Bestand eine bessere Anpassung an die Bedingungen des erweiterten Standraums. Das gilt allerdings auch für mechanisch geringelte Bäume. Schneebruch und Windwurf sind nach Beobachtungen in der DDR gegenüber mit der Axt durchhauenen Flächen eindeutig gemindert worden. Ein chemischer Eingriff kann also demnach ggfls. stärker geführt werden und helfen, den Pflegeeternus etwas zu verlängern.

Durch chemisch behandelte oder geringelte Bäume können dem verbleibenden Bestand weiterhin keine Verletzungen wie mit abgesägten und niedergezogenen Stämmen zugefügt werden. In den Beständen stört außerdem kein herumliegendes Reisig die Begehbarkeit, wie es oft nach mechanischen Eingriffen der Fall ist. Das stehende Verbleiben der toten Bäume im Bestand und ihr Umfallen nach einigen Jahren könnte allerdings im Hinblick auf diese Behinderungen nur eine zeitliche Verzögerung bedeuten.

Das entscheidende Problem der großflächigen Anwendung chemischer Läuterungsverfahren beim Nadelholz liegt sicherlich in der Anhebung unerwünschter Borkenkäferpopulationen, obwohl die Gefahren zumindest bei der Kiefer vielleicht weniger dramatisch zu bewerten sind als vermutet, wie das Aufsuchen so vieler befallener Stämme durch Spechte zeigt. Mechanische Verfahren, bei denen das Brutmaterial im Bestand verbleibt, sind mit Sicherheit nicht besser zu beurteilen. Sie werden aber anscheinend bedenkenlos akzeptiert. Über diesen Gesamtkomplex sind deshalb noch sehr viel eingehendere und langfristige Arbeiten notwendig.

Die Ausbringung chemischer Präparate im Wald hat zwar generell ihre Probleme, da stets unsachgemäße Handhabung einkalkuliert werden muß; die genannten Arbeitsverfahren, besonders die Patronen, schränken diese Gefahren aber stark ein und erlauben grundsätzlich ein sauberes Arbeiten. Die geringe Toxizität der Mittel und die geringe Menge von nur 1–2 l, die je Hektar ausgebracht werden, sowie die Tatsache, daß chemische Läuterungseingriffe nur einmal im ganzen Bestandesleben erfolgen, lassen Rückstandsprobleme wohl kaum aufkommen. Abschließend sei aber nochmals darauf hingewiesen, daß sich die wichtigsten Teilfragen zur chemischen Nadelholzläuterung zwar abschätzen lassen, daß aber nach wie vor viele Details bei ihrer Einführung in die Praxis der Untersuchung und Überprüfung bedürfen.

#### Literatur

- BRENØE, P. T. (1973): Das Streichverfahren zur Stammzahlverminderung in Fichtenjungbeständen. AFZ 28: 600-1
- COOK, D. B. (1959): The hatchet and oilcan technique for the application of sodium arsenite. J. For. 57: 845-7
- DEBOO, R. F., TESKEY, A. G., COPEMAN, A. G. (1971): Cost comparison of four methods of eliminating wolf trees from Pine plantations. Bi-monthly Res. Notes 27: 17
- FLOHR, W. (1967): Der Einfluß einer chemischen Jungbestandspflege auf die Bestandserziehung. Arch. f. Forstwesen 16: 735-9
- HUSS, J. (1969): Chemische Läuterung bei Nadelbäumen. 1. Teil: Die Anwendung von Arboriziden bei der Kiefer. Forstarchiv 40: 213-20
- HUSS, J. (1970): 2. Teil: Die Anwendung von Arboriziden bei Fichte und Lärche sowie vergleichsweise einzelnen Laubbaumarten. Forstarchiv 41: 116-22
- HUSS, J. (1974): Zur Problematik von schematischen und chemischen Pflegemaßnahmen in Kiefernjungbeständen. Allg. Forstzeitschr. 29: 50-2
- SMITH, R. W. (1966): Experiments with Cacodylic Acid as a One-Shot-Silvicide for Thinning Conifers. Paper prepared for the Western Weed Control Conference, Nevada.
- STEINER, J. (1972): Chemische Jungbestandspflege in Kiefernbeständen, ein Beitrag zur sozialistischen Rationalisierung. Soz. Forstwirtschaft. 11: 334-5, 338
- STERZIK, H. K. (1970): Die „Läuterungs-Patrone“. Allg. Forstzeitschr. 25: 1082-3
- VITE, J. P. und RUDINSKY, J. A. (1959): The water-conducting systems in conifers and their importance to the distribution of trunk injected chemicals. Contrib. Boyce Thompson Inst. 20: 27-38

---

## 8. Arbeitsstudienlehrgang des KWF

Nachdem die „Allgemeine Anweisung für Arbeitsstudien bei der Waldarbeit“ (Mitt. des KWF Band III, 7. Auflage 1970) vergriffen war, wurde an Hand der „REFA-Methodenlehre“ (Band 1-3, 1972) eine Neubearbeitung vorgenommen. Der entsprechende Entwurf der „Anleitung für forstliche Arbeitsstudien“ bildet die Grundlage für den geplanten 8. Arbeitsstudienlehrgang des KWF.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Ort:                        | D - 3549 Diemelstadt / Kreis Waldeck<br>Versuchs- und Lehrbetrieb für Waldarbeit und Forsttechnik beim Hessischen Forstamt Rhoden  |
| Termin:                     | 7. bis 12. April 1975  |
| Teilnehmer:                 | Mitarbeiter aller Forstlaufbahnen, die auf dem Gebiet des Arbeitsstudiums tätig sind oder eingesetzt werden sollen   |
| Vorgesehene Teilnehmerzahl: | 20   |
| Teilnehmergebühr:           | 150,— DM (ohne Unterkunft und Verpflegung)   |
| Anmeldung:                  | Namentliche Anmeldung bis 24. März 1975 an das<br>Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik<br>D - 6079 Buchschlag, Hengstbachtanlage 10<br>Telefon (0 61 03) 6 61 13 / 6 76 11 |

Mit der Bestätigung der Anmeldung durch das KWF werden der endgültige Lehrgangsplan und organisatorische Hinweise übersandt. Dann ist auch erst die Lehrgangsgebühr zu überweisen.