

Von der exportierten Insektizidmenge wurde auch 1989 der größte Teil von organischen Phosphorverbindungen eingenommen (52 %). Es folgten sonstige chlorierte Verbindungen mit 32 % und Carbamate mit 11 %. Pyrethroide sowie Stoffe auf mikrobiologischer Basis und aus Naturstoffen hergestellte Verbindungen waren zu weniger als 1 % am Insektizidexport beteiligt. Gegenüber den Vorjahren wurden 1989 etwa 16 % weniger Insektizide ausgeführt. Stark rückläufig war der Export von Carbamaten (36 %), Phosphor- und Phosphonsäureestern (32 %) sowie von cyclischen Thiophosphor- und -phosphonsäureestern (31 %).

Die Gruppe Sonstige wurde entsprechend den Vorjahren nahezu ausschließlich von Bodenentseuchungsmitteln repräsentiert. Bei Wachstumsreglern kam es 1989 gegenüber den

Vorjahren – insbesondere gegenüber 1988 – zu einer deutlichen Exportsteigerung um 10 % (1987) bzw. 30 % (1988).

3. Literatur

- (1) Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG) vom 15. September 1986 (BGBl. I S. 1505), zuletzt geändert durch Art. 15 des Dritten Rechtsbereinigungsgesetzes vom 28. Juni 1990 (BGBl. I S. 1221).
- (2) Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte (Pflanzenschutzmittelverordnung) vom 28. Juli 1987 (BGBl. I S. 1754).
- (3) HOLZMANN, A., und H.-A. CARGANIC (1991): Die Wirkstoffmeldungen nach § 19 des Pflanzenschutzgesetzes – Ergebnisse aus den ersten zwei Meldeperioden. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **43** (4), S. 79–85.

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., **43** (8), S. 176–183, 1991, ISSN 0027-7479.
© Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Forst

Bewertung von Baumschäden nach Injektionsbehandlung

Evaluation of tree damage after injection treatment

Von Christiane Wichmann, A. Wulf und R. Kehr

Zusammenfassung

In jüngster Zeit werden Injektionsverfahren propagiert, um wasserlösliche Pflanzenschutzwirkstoffe gezielt in den Stamm lebender Bäume einzubringen. Den Vorteilen wie geringer Anwender- und Umweltgefährdung stehen auch Nachteile gegenüber, so z. B. die Entstehung einer Wunde im Rindenmantel und im Bereich des funktionalen Splints. Um die Auswirkungen eines in der Schweiz hergestellten Injektionsgerätes zu ermitteln, wurden 46 Bäume zwölf forstlich wichtiger Arten während des Frühjahrs im unteren Stammbereich durch Injektionen verwundet. Untersucht wurden nach einer Vegetationsperiode die holzbiologischen Auswirkungen und die mikrobielle Besiedlung des Wund- und Verfärbungsbereichs.

Es zeigte sich, daß eine Injektionsbehandlung je nach Baumart und Vitalität des Einzelbaumes mehr oder weniger starke Rinden- und Holzrisse, Nekrosen von Rinde und Kambium sowie vorwiegend axial verlaufende Holzverfärbungen auslöst. Nach einem halben Jahr waren der Wundbereich und das verfärbte Holz von einer Vielzahl von Pilzen besiedelt, überwiegend Ascomyceten und Deuteromyceten. Einige der festgestellten Arten sind in der Lage, eine Moderfäule zu verursachen, jedoch wurden nur in wenigen Fällen ausgesprochene Fäule-Erreger festgestellt.

Aufgrund der teilweise schwerwiegenden Kambiumnekrosen sowie der wertmindernden Holzreaktionen, die sich bei wiederholter Behandlung desselben Baumes noch verstärken würden, kann die Injektionsbehandlung für den forstlichen Bereich nicht empfohlen werden. Auch an Straßen- und Parkbäumen werden unter Abwägung von Nutzen und Risiko

unter derzeitigen Verhältnissen im Rahmen des Pflanzenschutzes kaum Anwendungsmöglichkeiten des untersuchten Gerätes gesehen.

Abstract

Tree injections are increasingly being used in order to introduce systemic plant protection agents into the sap stream of trees. Besides having advantages, such as safe application, there are also disadvantages, especially wounding of bark and sapwood. In order to test the effects of a Swiss-made injection apparatus, 46 trees of 12 important forest species were injected in the lower trunk during spring. After one growing season, the tree reactions and microbial colonization of the affected tissues were registered.

It was demonstrated that an injection treatment can cause bark and wood cracks, necroses of bark and cambium and mainly longitudinal discoloration of the wood, depending on the tree species and individual vigour. After six months, the wound region and discolored wood was colonized by a number of fungal species, mainly ascomycetes and deuteromycetes, some of them being able to cause soft-rot.

Due to extensive necrosis and discoloration and therefore loss in timber value, which would be aggravated by successive treatments, this injection method cannot be recommended for forest trees. Taking into account the benefits, risks and possible fields of application, the method is, at present, also not judged suitable for urban trees.

Seit einigen Jahren werden in zunehmendem Maße Injektionsverfahren propagiert, mit deren Hilfe chemische Substanzen direkt in den Saftstrom von Bäumen eingebracht werden. Dies geschieht unter anderem durch Implantationen, Infusionen sowie drucklose und mit Druck arbeitende Injektionsmethoden (KOPINGA und JANSEN, 1989, BALDER und DUJESIEFKEN, 1990). Insbesondere das Auftreten der Holländischen Ulmen-

krankheit, bei der ein pilzlicher Erreger das Gefäßsystem des Baumes befällt, lege den Einsatz solcher systemisch wirkenden Verfahren nahe (SHIGO, 1990).

Der Vorteil einer Injektionsbehandlung liegt in ihrer Anwendersicherheit, der Beschränkung des Mittelkontakts auf die unmittelbar zu behandelnde Pflanze und nicht zuletzt gegenüber herkömmlichen Verfahren (Spritzen) in einer höheren Akzeptanz bei der Öffentlichkeit. Auch läßt sich durch eine systemische Verteilung des Mittels theoretisch jeder Punkt der Pflanze erreichen, ein Vorteil, wenn es z. B. darum geht, bei einem großen Straßen- oder Parkbaum Insektenbefall des gesamten Kronenraumes zu bekämpfen.

Nachteile einer Bauminjektion liegen unter anderem in der ungleichen Verteilung des Mittels in der Krone (WULF und SIEBERS, 1990). Die Vorstellung, daß die durch eine Injektion eingebrachte Substanz direkt in den Gefäßen aufsteigt, ist falsch, da eine Gefäßverwundung bei Bäumen stets zu einem Abreißen des Transpirationsstromes in den betroffenen Gefäßelementen führt. Daher müssen relativ hohe, möglicherweise phytotoxische Dosen eines Mittels eingebracht werden, um auf dem Wege der Diffusion eine genügend hohe Mittelkonzentration am Zielort zu garantieren (KOPPINGA und JANSEN, 1989, SHIGO, 1990).

In letzter Zeit kamen zunehmend Geräte zum Einsatz, bei denen mit erheblichem Druck eine Nadel durch die Baumrinde hindurch in das Holz geschossen und danach die Pflanzenschutzmittellösung ebenfalls unter Druck injiziert wird. Auch wenn es Hinweise gibt, daß die notwendigen Mittelmen gen auf diese Weise appliziert werden können (WULF und SIEBERS, 1990), führt diese Methode zu Verletzungen, welche in ihren Auswirkungen bislang nur wenig untersucht sind (BALDER und DUJESIEFKEN, 1990, SHIGO, 1990). Insbesondere fehlt es an Wissen um die Wundausmaße, die pilzliche Besiedlung und somit um die nachfolgende Fäulegefahr bei solchen Wunden. Aus diesem Grunde wurde im Rahmen einer einjährigen Studie ein in der Schweiz entwickeltes Injektionsgerät in seinen Auswirkungen auf zwölf forstlich wichtige Baumarten untersucht. Ziel war es, die holzbiologischen Reaktionen und die mikrobielle, insbesondere pilzliche Besiedlung des Wundbereiches zu ermitteln und eine Aussage zu potentiellen Nutzen bzw. Risiken von Injektionsverfahren zu machen. Damit verbunden werden sollte eine Aussage zu dem verwendeten Gerät, das laut § 2 (1) Nr. 11 des Gesetzes zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz) als Pflanzenschutz-Gerät eingestuft werden muß. Damit benötigt es für einen Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland eine von der Biologischen Bundesanstalt zu bewertende Erklärung der Herstellerfirma, daß es in technischer Hinsicht die Anforderungen des § 24 Pflanzenschutzgesetz erfüllt.

Material und Methodik

Bäume

Als Probanden dienten insgesamt 46 Bäume von zwölf forstlich genutzten Baumarten, überwiegend im Alter zwischen 30 und 60 (Tab. 1). Standort war ein nordöstlich von Braunschweig gelegener Bundesforst (Muna-Lehre-Gelände) sowie, im Falle der Buchen, das Gelände der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Watenbüttel. In beiden Fällen handelt es sich um normal bestockte Mischbestände, so daß die Versuche unter forstlichen Verhältnissen stattfanden.

Gerät

Das verwendete Injektionsgerät („Commander“, Firma Birchmeyer, Schweiz) besteht aus einem Injektor mit Druckluftbe-

Tab. 1. Aufstellung der für die Untersuchung verwendeten Bäume, nach Baumarten geordnet

Baumart	Anzahl	Alter	Höhe (m)	Durchmesser (BHD)
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	3	60	18–21	24–30
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gärtn.	3	30	16–17	17–18
<i>Betula pendula</i> Roth	6	40	20–26	19–30
<i>Carpinus betulus</i> L.	3	40	13–15	17–22
<i>Fagus sylvatica</i> L.	3	60	21–24	23–25
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	3	45–60	18–21	21–26
<i>Picea abies</i> (L.) Karst	3	110	17–23	27–33
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	110	25–27	46–59
<i>Populus tremula</i> L.	3	30	18–20	23–25
<i>Quercus robur</i> L.	9	40–120	11–29	19–60
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	6	40–50	18–20	23–37
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	1	25	18	25

trieb (CO₂-Flasche) und einem Präparatebehälter für die zu injizierende Flüssigkeit. Als Mindestdurchmesser der zu behandelnden Bäume werden 10 cm Brusthöhendurchmesser (BHD) angegeben. Der Arbeitsdruck des Gerätes beträgt 22 bar, die Nadel mit einem Durchmesser von 1 cm wird mit 15 bar Druck in den Stamm geschossen. Das Gerät verfügt über 3 Nadeltypen, die der unterschiedlichen Rindenstärke und Holz Härte der Baumarten angepaßt sind. Nach dem Einschub wird die Nadel nach außen abgedichtet und injiziert unter Druck die Flüssigkeit in den von der Nadel geschaffenen Hohlraum.

Durchführung

An jedem Baum wurden Ende Mai 1989 in 1,3 m Höhe vier Injektionen in den vier Himmelsrichtungen durchgeführt, wobei je Einschub 50 ml Flüssigkeit injiziert wurden. Als Lösungsvarianten wurden eingesetzt:

- Aqua dest. (drei Probanden pro Baumart)
- Kristallviolett 0,01 % in Aqua dest. (je eine Linde, Eiche, Birke)
- Insektizid-Lösung: Dimecron 20 10 %, Wirkstoff Phosphamidon (je eine Linde, Eiche, Birke)

Bei den meisten Bäumen wurden die Injektionswunden nach der Behandlung nicht verschlossen, um die natürliche Besiedlung durch Mikroorganismen verfolgen zu können.

Um die Wirkung eines Wundverschlußmittels auf die Wundreaktionen zu ermitteln, wurden die Wunden an je einer Linde, Eiche und Birke mit Lac Balsam (Scheidler KG) verschlossen.

Auswertung

Nach einer Vegetationsperiode wurde der größte Teil der Bäume Ende Oktober bis Anfang November 1989 gefällt. Einige wenige Bäume blieben von der Fällung ausgenommen, um die Langzeitfolgen der Behandlung in einigen Jahren studieren zu können.

Noch im Bestand erfolgte die Auswertung der äußeren Symptome wie Risse und austretendes Exsudat. Eine untere Stammscheibe jedes gefällten Stammes diente zur Altersbestimmung, anschließend konnten die unteren 2 m der Stämme entnommen und zu Versuchszwecken genutzt werden.

In der institutseigenen Werkstatt wurden zwei von den drei Bäumen einer Baumart längs durch die Bohrlöcher gespalten, der dritte Baum wurde quer zu 2–3 cm dicken Scheiben zersägt, wobei ein Schnitt durch die Bohrlochmitte und weitere in 5, 10 und 20 cm Entfernung ober- und unterhalb des Bohrlochs führten. Die in frischem Zustand sehr intensive Holzverfärbung wurde protokolliert und fotografiert.

Pilzabimpfungen erfolgten an frisch aufgeschnittenen Proben, indem mit einem Beitel Holzsplitter entnommen, in 96 % Ethanol und 1 % NaOCl oberflächensterilisiert, in vier Stücke zerteilt und anschließend auf 2 % Malzagar ausgelegt wurden. Bei Auswachsen mehrerer Pilzarten pro Petrischale wurden Subkulturen angelegt. Die Sporulation konnte durch mehrwöchige kühle Lagerung und Schwarzlichtbestrahlung (12-Stunden-Rhythmus) gefördert werden.

Die histologischen Untersuchungen orientierten sich methodisch an KEHR (1988) und wurden an Probestücken mit einer Kantenlänge 5 × 5 × 20 mm durchgeführt. Fixiert wurde in AFE (90 ml 70 % Ethanol, 5 ml Eisessig, 5 ml 40 % Formol), anschließend im Exsikkator entlüftet und 24 Stunden bei 4 °C gekühlt. Anschließend kamen die Proben in eine Konservierungslösung bestehend aus 96 % Ethanol, Aqua dest. und Glycerin im Verhältnis 3:2:1. Querschnitte wurden auf dem Schlittenmikrotom Leitz 1208 angefertigt. Einige in Glykolphosphat (GMA) eingebettete Objekte wurden auf einem Rotationsmikrotom der Firma Jung (Typ 1130) geschnitten. Die Schnitte wurden zur Übersicht und Differenzierung der Zellarten mit Safranin-Anilinblau nach CARTWRIGHT (1926) gefärbt. Als Nachweis- und Färbereaktion für Suberin wurde eine Sudan IV-Lösung (GERLACH, 1969) verwendet. GMA-Schnitte wurden mit 1 % wässriger Thioninlösung 30 Sek. gefärbt, anschließend getrocknet und in Entellan eingebettet. Der Stärkenachweis erfolgte mit Melzers Reagens (GERLACH, 1969).

Ergebnisse

Äußere Symptome

Zum Zeitpunkt der Beerntung im Herbst 1989 waren einige Folgen der Injektion bereits äußerlich sichtbar. Fast alle Bäume zeigten, vom Einschußkanal ausgehend, axial verlaufende Rindenrisse (Abb. 1). Besonders gravierend waren diese bei Bergahorn und Buche (Tab. 2). Außerdem kam es bei Bergahorn, Birke und der mit Wirkstoff behandelten Linde zu Exsudat Austritt im Wundbereich.

Makroskopische Veränderungen

Nach dem Aufsägen der Stämme konnten die makroskopisch sichtbaren Reaktionen ausgewertet werden (Abb. 2 und 3). Um den Einschußkanal herum waren in vielen Fällen Rinden- und Kambiumnekrosen entstanden, welche insbesondere bei Bergahorn, Buche, Hainbuche, Aspe und Fichte erhebliche Ausmaße von bis zu 6,5 cm Breite und 30 cm Länge aufwiesen (Abb. 4). Einen Sonderfall bilden die extrem großen Kambiumnekrosen der Ulme, da der Versuchsbaum vor der Behandlung bereits deutlich geschwächt war und daher das Verletzungsausmaß kaum begrenzen konnte.

Holzverfärbungen unterschiedlichen Ausmaßes waren in allen Fällen erfolgt. Zumeist war das Gewebe im 3–4 cm langen Bohrkanaalbereich schwarz verfärbt und oftmals naßfaulig. Es schloß sich eine je nach Baumart unterschiedlich intensive Verfärbungszone an, die in tangentialer Richtung meist nur wenig über den Bohrkanaalbereich hinausging, jedoch in axialer Richtung oftmals ausgedehnt und intensiv war (Tab. 3). Die Grenze dieser Verfärbungszone, die sogenannte „Marginalzone“ (marginal zone, DUJESIEFKEN et al., 1989), war zumeist dunkler als die übrige Verfärbung und ging relativ scharf begrenzt in das unverfärbte Gewebe über. Die Länge der axialen Verfärbung betrug im Durchschnitt aller Baumarten 29,7 cm. Bei Bergahorn, Birke und Ulme waren die Farbsäulen extrem lang, bei Hainbuche und Kiefer vergleichsweise kurz.

Tab. 2. Äußerlich sichtbare Rißbildung sechs Monate nach der Injektionsbehandlung

Baumart	Anzahl der Risse	Rißlänge (cm)		
		Min.	Max.	Durchschnitt
<i>Acer pseudoplatanus</i>	13	< 1,0	130,0	21,5
<i>Alnus glutinosa</i>	6	< 1,0	5,0	3,4
<i>Betula pendula</i>	1		5,0	5,0
<i>Carpinus betulus</i>	8	< 1,0	12,0	6,0
<i>Fagus sylvatica</i>	16	1,0	5,5	2,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	1,5	11,5	3,1
<i>Picea abies</i>	1		< 1,0	1,0
<i>Pinus sylvestris</i>	0		0,0	0,0
<i>Populus tremula</i>	1		6,0	6,0
<i>Quercus robur</i>	4	7,0	15,0	11,3
<i>Tilia platyphyllos</i>	7	2,0	8,5	5,0
<i>Ulmus glabra</i>	0		0,0	0,0

Tab. 3. Verfärbungsreaktionen des Holzes sechs Monate nach der Injektionsbehandlung

Baumart	Durchschnittliche Ausdehnung der Verfärbung in cm		
	Länge (axial)	Tiefe (radial)	Breite (tangential)
<i>Acer pseudoplatanus</i>	41,2 n = 6	3,8 n = 6	1,4 n = 4
<i>Alnus glutinosa</i>	30,8 n = 6	3,6 n = 6	1,0 n = 4
<i>Betula pendula</i>	44,1 n = 13	3,2 n = 17	1,6 n = 4
<i>Carpinus betulus</i>	10,3 n = 6	2,8 n = 6	1,4 n = 4
<i>Fagus sylvatica</i>	36,2 n = 11	3,1 n = 9	2,0 n = 4
<i>Fraxinus excelsior</i>	24,4 n = 5	3,3 n = 4	1,2 n = 4
<i>Picea abies</i>	24,3 n = 6	2,8 n = 5	3,1 n = 4
<i>Pinus sylvestris</i>	16,3 n = 7	3,2 n = 10	1,7 n = 3
<i>Populus tremula</i>	29,2 n = 5	3,0 n = 5	2,2 n = 3
<i>Quercus robur</i>	22,7 n = 13	3,2 n = 22	1,7 n = 8
<i>Tilia platyphyllos</i>	28,6 n = 15	3,3 n = 16	1,1 n = 4
<i>Ulmus glabra</i>	40,9 n = 4	3,8 n = 4	4,1 n = 4

Überwallungsreaktionen im Bereich der Verwundung waren je nach Baumart und Vitalität unterschiedlich stark (Abb. 5). Die Alteichen z. B. zeigten eine schwache Überwallung, während die Esche einen deutlichen Kalluswulst um die Bohrkanaalränder produzierte. Das Maß der Überwallung kann selbstverständlich von der trockenen Witterung des Jahres 1989 beeinflusst worden sein.

Mikroskopische Veränderungen

Bei den Laubböhlzern wurden die Gefäße im verfärbten Bereich durch Thyllen (Auswachsungen gefäßbegleitender Parenchymzellen) bzw. „plugs“ (LIESE und DUJESIEFKEN, 1989) verschlossen. In Nähe des Einschußkanals jedoch waren die Gefäße offen, da die Wucht des Einschusses offenbar die zur Verthyllung notwendigen Parenchymzellen zerstört hatte. An mehreren Baumarten konnten tangentiale Risse innerhalb der letzten Holzjahre festgestellt werden, so z. B. bei Birke, Buche, Aspe, Fichte und Linde. In den meisten Fällen wurden diese Risse nachfolgend von Parenchymgewebe ausgefüllt. Bei den Nadelhölzern, besonders bei Fichte, entstanden zudem viele traumatische Harzkanäle im Wundbereich und führten zu dem äußerlich sichtbaren Harzen aus dem Bohrloch. In den meisten Fällen wurden Risse und der verfärbte Bereich durch Suberineinlagerungen und starke Lignifizierung der Parenchymzellen zum unverfärbten Gewebe hin abgegrenzt (Abb. 7).

Kallusgewebe im Bereich der Verwundung war englumig und enthielt wenige, nur kleine Gefäßelemente. Wundgewebe

Tab. 4. Ergebnis der Isolationen aus Holz und Rinde von 12 Baumarten 6 Monate nach Verwundung durch Injektion. 1 = Bohrkanalbereich, 2 = verfärbtes Holz, 3 = unverfärbtes Holz nahe Verfärbungsgrenze, 4 = Kambialzone nekrotisiert, 5 = Rinde nekrotisiert, 6 = Rinden-Kontrolle

	Ort der Abimpfung						Σ	%
	1	2	3	4	5	6		
Basidiomyceten (unidentifiziert)		1	1			1	3	<1
Ascomyceten und Coelomyceten								
<i>Aposphaeria</i> spec.			1			1	2	<1
<i>Ceratocystis</i> spec.		3		1		1	5	<1
<i>Ceuthospora</i> spec.			1	1	2		4	<1
<i>Cryptosporiopsis grisea</i> (Pers.) Petr. (Teleom.: <i>Pezicula cinnamomea</i> [DC.] Sacc.)		1			1		2	<1
<i>Cytospora</i> spec.		2					2	<1
<i>Gelatinosporium</i> spec.		2					2	<1
<i>Geniculosporium</i> -Stadium (Teleom.: <i>Hypoxylon fragiforme</i> (Pers.: Fr.) Kickx)	2	3	1		1		7	<1
<i>Ophiostoma picea</i> (Münch) Syd. & P. Syd.	2			1			3	<1
<i>Phoma</i> spec.			1	1			2	<1
<i>Phomopsis oblonga</i> (Desm.) Hochn. (Teleom.: <i>Diaporthe eres</i> Nits.)					4	17	21	2,1
<i>Sirodothis populnea</i> (Thüm) Sutton & Funk		1	1	1			3	<1
<i>Sirodothis</i> spec.		2	1				3	<1
<i>Trichoderma polysporum</i> (Link: Pers.) Rifai (Teleom.: <i>Hypocrea pachybasioides</i> Doi)		1		1	1		3	<1
unidentifiziert						1	1	<1
Hyphomyceten								
<i>Acremonium</i> spec.	1	1		1	2		5	<1
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	2	4	7	5		1	19	1,9
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		1	2	1	1		5	<1
<i>Epicoccum nigrum</i> Link.		4			2		6	<1
<i>Fusarium</i> spec.	2	4	1	2	2		11	1,1
<i>Lecytophora</i> (<i>Phialophora</i>) <i>hoffmannii</i> -Gruppe		1	2		1		4	<1
<i>Leptographium</i> spec.		1		1			2	<1
<i>Monodictys</i> spec.	1	2					3	<1
<i>Mucor</i> spec.		1		1			2	<1
<i>Penicillium</i> spec.	2	77	41	27	12	1	160	15,9
<i>Phialocephala dimorphospora</i> Kendrick	1	4	2		1		8	<1
<i>Phialocephala</i> spec.		1	1		1		3	<1
<i>Phialophora</i> spec.	5	9	2	3	5		24	2,4
<i>Trichoderma</i> spec.	5	36	9	17	11		78	7,8
<i>Verticillium</i> spec.		2					2	<1
unidentifiziert	2	23	14	6			45	4,5
Σ							457	45,4
Bakterien	7	68	34	34	22	8	173	17,2
steril	11	168	151	32	8	7	377	37,4
Σ	44	430	277	139	79	38	1007	100,0

* folgende Arten traten jeweils nur einmal auf:

Coniothyrium fuckelii Sacc., *Coniothyrium quercinum* Sacc., *Cryptosporiopsis fasciculata* (T.) Petr. (Teleom.: *Pezicula carpinea* [Pers.] Tul.), *Melanconium bicolor* Ness., *Phoma eupyrena* Sacc., *Acremonium*-Stadium von *Nectria fuckeliana* Booth, *Aureobasidium* spec., *Chalara ovoideae* Nag Raj & Kendrick, *Chalara* spec., *Cylindrocarpon* spec., *Humicola grisea* Traaen, *Oidiodendron* spec., *Paecilomyces* spec., *Peyronelia* spec., *Phialocephala bactrospora* Kendrick, *Spicaria elegans* var. *muscorum* Grove: Sacc., *Verticicladium* spec.

der Rinde seitlich des Einschubkanals zeichnete sich insbesondere bei Eiche und Esche durch eine Vermehrung der sklerenchymatischen Elemente (Steinzellen, Faserzellen) aus. Bei der Erle deuteten gestaffelt verlaufende Wundperiderme der Rinde an, daß eine stufenweise Vergrößerung der Rindennekrose im Verlaufe der Vegetationsperiode stattgefunden hatte (Abb. 6). Pilzmyzel war besonders in dem breiten Markstrahl-gewebe des Wundbereichs von Eiche und Hainbuche zu erkennen, außerdem im Bereich der Rindennekrosen bei mehreren Baumarten (Abb. 8).

Mikrobielle Besiedlung

Insgesamt 1007 Abimpfungen aus verschiedenen Zonen der behandelten Bäume ergaben zu 45,4% Pilze und zu 17,2% Bakterien, während 37,4% steril blieben (Tab. 4). Der überwiegende Teil der gefundenen Pilzarten gehört zu den Ascomyceten und Deuteromyceten. Nur in 3 Fällen konnten Basidiomyceten und somit eine akute Fäulegefahr festgestellt werden. Erfasst wurden also die Erstbesiedler, überwiegend Ubiquisten wie *Penicillium* und *Trichoderma*, aber auch epiphyti-

sche und endophytische Bewohner der Rinde, z. B. *Aureobasidium pullulans* und *Epicoccum nigrum* sowie *Hypoxylon* spp., welche mit dem Einschub in das Holz gelangten. Einige der festgestellten Pilzarten können durchaus einen erheblichen Holzabbau bewirken, z. B. *Phialophora* spp. (HALE und EATON, 1985), während andere als Schwächeparasiten die Ausbildung von Rindennekrosen fördern können, z. B. *Fusarium* spp., *Pezicula cinnamomea* und bei der Ulme *Phomopsis oblonga*.

Aus der Grenzzone zu unverfärbtem Holzgewebe konnten ebenfalls häufig Pilze isoliert werden, ein Anzeichen dafür, daß sich die Verfärbungszone in der nächsten Vegetationsperiode noch erweitert hätte. Auffallend ist die hohe Anzahl steriler Abimpfungen bei den Wirkstoff-, Farbstoff- und Wundverschlußvarianten gegenüber der Normalvariante mit Aqua dest. (Tab. 5). Diese sterilen Abimpfungen entstehen insbesondere durch das Fehlen der Ubiquisten *Penicillium* und *Trichoderma*, welche offenbar besonders empfindlich auf den verwendeten Farbstoff und den fungiziden Wirkstoff des Wundverschlußmittels reagierten.



Abb. 1. Äußere Ansicht des Stammes einer ca. 40jährigen Hainbuche (*Carpinus betulus*) mit Rißbildung ober- und unterhalb des Einschußkanals, vier Wochen nach der Injektion.

Abb. 2. Längsschnitt durch die Bohrlochmitte bei einer ca. 60jährigen Buche (*Fagus sylvatica*). Es sind mehrfach zonierete Farbabweisungen in axialer Richtung und Rinden- sowie Kambiumnekrosen zu sehen.

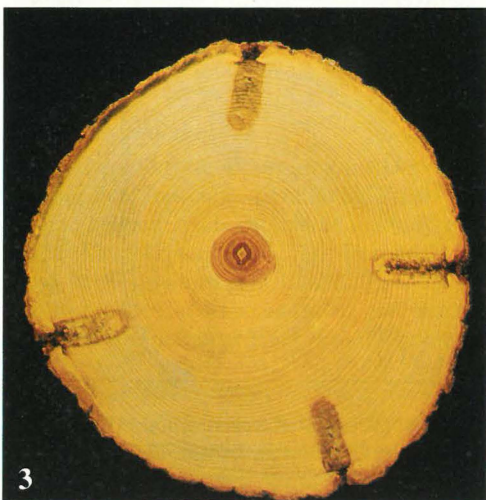


Abb. 3. Stammscheibe einer ca. 45jährigen Esche (*Fraxinus excelsior*, BHD = 21 cm). Der Querschnitt wurde in Höhe der in der rechten Bildseite zu sehenden, nördlichen Injektionsstelle geführt und zeigt den mit zerfasertem Gewebematerial gefüllten Einschußkanal.

Abb. 4. Nahaufnahme eines Querschnittes im Bereich der nördlichen Injektionsstelle bei einem 60jährigen Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Deutlich zu erkennen sind eine Rinden- und Kambiumnekrose (3 cm breit) und eine an Bergahorn besonders ausgeprägte horizontale Verfärbungszone, die bis zu 4,5 cm breit war.

Tab. 5. Ergebnis der Abimpfungen aus verfärbtem und unverfärbtem Holz mit und ohne Wundverschluß-, Farbstoff- und Wirkstoffvariante

	Verfärbtes Holz und Bohrkanal		Unverfärbtes Holz nahe Verfärbungsgrenze*	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Normale Injektion (Aqua dest.)				
Pilze	182	56,9	48	30,1
Bakterien steril	55	17,2	25	16,1
	83	25,9	82	52,9
Σ	320	100,0	155	100,0
Wundverschluß-, Farbstoff- und Wirkstoffvariante				
Pilze	30	20,6	5	6,0
Bakterien steril	20	13,7	9	10,8
	96	65,8	69	83,1
Σ	146	100,0	83	100,0

* ohne offenkundige Fälle von Verunreinigungen durch *Penicillium* und *Trichoderma* an Esche und Fichte

Diskussion

Rißbildung und Nekrosen

Die mit erheblichem Druck verbundene Injektion löst lange Rindenrisse besonders bei Baumarten mit hartem Holz und sklerenchymreicher Rinde aus. Dies gilt besonders für Buche, Hainbuche und Bergahorn, die eine steinzellenreiche Rinde mit Oberflächenperiderm besitzen, das nur beim Ahorn später durch Borkenbildung abgelöst wird. Diese Risse sind deswegen als gravierend zu bewerten, weil sie Nekrosen der Rinde und des Kambiums zur Folge haben können, welche weit über den eigentlichen Wundbereich hinausgehen. Zumindest nach Kambiumnekrosen steigt dabei die Größe der Holzverfärbungen und die Gefahr einer Besiedlung durch aggressive holzabbauende Basidiomyceten. Außerdem wird eine gesunde Wundüberwallung behindert und der funktionale Splintquerschnitt, also das Leitungs- und Speichervermögen stärker reduziert als bei kleinem Wundausmaß. SCHÖPFER (1961a und b) und SACHSSE (1982) erwähnen auch die auf Rißbildung folgenden, langen Überwallungswülste, welche den Stammquerschnitt forstlich genutzter Bäume deformieren und somit

Abb. 5. Mikroskopischer Querschnitt durch den Überwallungswulst seitlich des Einschubbereichs bei einer Birke (*Betula pendula*), mit Sudan IV gefärbt. Zu sehen ist Wundholz mit Wundrinde, letztere mit starken (hell erscheinenden) Steinzellgruppen und einem nach außen abschließenden Wundperiderm. Die Überwallungstätigkeit verlief, wie an den beiden Wulsten zu sehen, nicht gleichmäßig, möglicherweise aufgrund der trockenen Witterung des Jahres 1989.

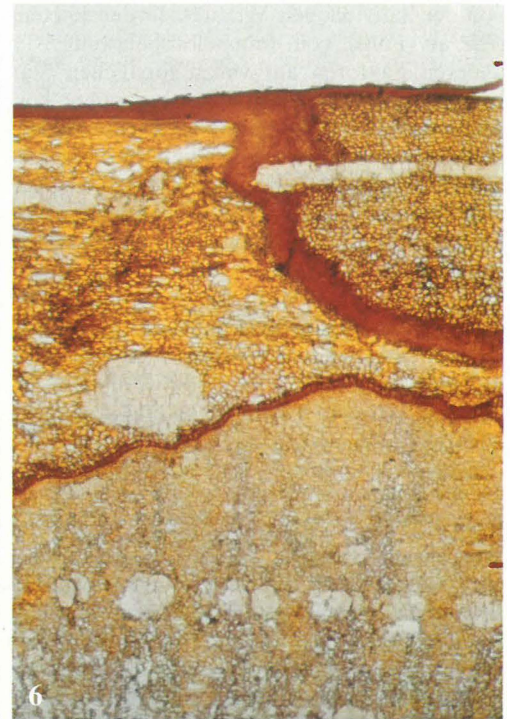
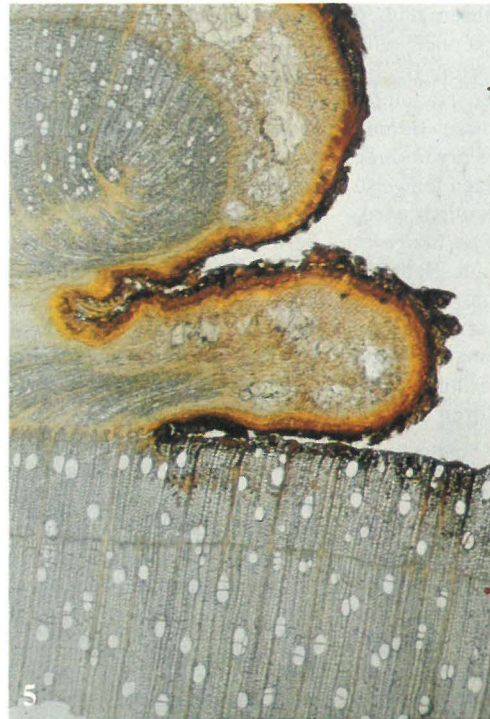


Abb. 6. Querschnitt aus dem Rindenbereich einer 30jährigen Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) in der Nähe des Einschubkanals, mit Sudan IV gefärbt. Man erkennt eine mehrphasige Wundperidermbildung (rot), welche auf eine mehrmalige Erweiterung der Rindennekrose, möglicherweise durch pathogene Pilze, schließen läßt.

Abb. 7. Mikroskopischer Querschnitt durch das Holz der letzten beiden Jahrringe einer 40jährigen Birke (*Betula pendula*). Der Schnitt wurde 5 cm unterhalb des nördlichen Einschubkanals geführt und mit Sudan IV angefärbt. Der von dem Einschub bewirkte Riß im Kambialbereich wurde von Wundgewebe ausgefüllt und holzseits von einer Suberinbarriere (rot) abgeriegelt. Die untere Bildhälfte zeigt das vor der Verwundung gebildete Gewebe.

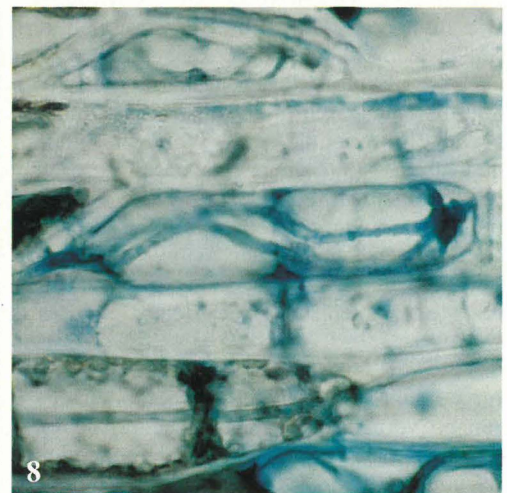
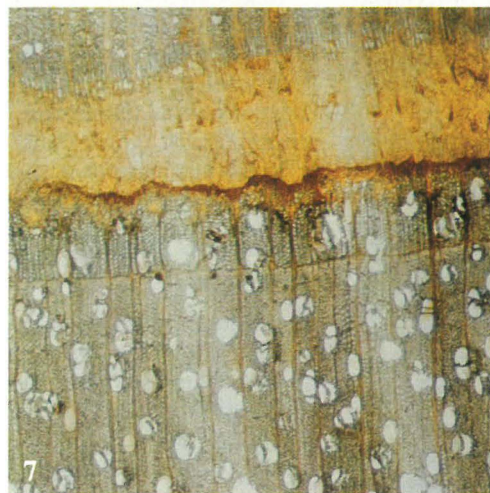


Abb. 8. Mikroskopischer Querschnitt durch den Holzkörper einer 40jährigen Stieleiche (*Quercus robur*) im Verfärbungsbe-
reich der Injektionsstelle. Zu sehen sind intrazelluläre Pilzhypen in den Markstrahlen.

eine Holzwertung bedeuten. Als nachteilig für die spätere Holzverwendung sind auch die Risse innerhalb der Holzjahrringe und besonders die teilweise ausgedehnte Holzverfärbung zu werten.

Verfärbungsreaktionen

Bei den meisten Baumarten bestätigten Form und Ausmaß der Verfärbung die aus der Literatur bekannten Phänomene nach Verwundung (SCHÖPFER, 1961a und b, SHIGO, 1985, LIESE et al., 1988, EBERT, 1989, LIESE und DUJESIEFKEN, 1989). Das verletzte Gewebe wird zum gesunden Holzkörper hin durch Verschuß der Gefäße und Einlagerungen phenolischer Inhaltsstoffe abgeschottet, das Kambium bildet ein Wundgewebe, dessen Zellaufbau sich von dem des normalen Xylems unterscheidet, und am Wundrand wird die Öffnung durch Kallusbildung verschlossen.

Unterschiede in der Reaktionsstärke sind baumartenspezifisch und abhängig von der Vitalität des Einzelbaumes. In der vorliegenden Untersuchung sowie auch in denen anderer Autoren (BAUCH, 1980, DUJESIEFKEN et al., 1989) zeigte die Birke das stärkste Ausmaß an verfärbtem Holz. Luft und

Mikroorganismen können sich im Holz der Birke leichter ausbreiten als in vielen anderen Baumarten, da sie keine effektiven Thyllen bilden kann (LIESE und DUJESIEFKEN, 1989). Nicht in allen Fällen konnte eine Übereinstimmung der Reaktion mit Angaben der Literatur ermittelt werden. Dies betrifft z. B. die Buche, deren angeblich gute Abschottungsfähigkeit in der vorliegenden Untersuchung nicht besser war als die anderer, als schlechte Abschotter geltende Baumarten (DUJESIEFKEN et al., 1989). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, daß die Injektion zu einem Zeitpunkt erfolgte, zu dem die meisten Baumarten relativ gut auf eine Verwundung reagieren können, was nivellierend auf die Ergebnisse wirkte. Auch konnten in dem kurzen Untersuchungszeitraum und bei den vielen Probanden keine detaillierten mikroskopischen Analysen der für die Abschottung wichtigen Marginalzone durchgeführt werden, wie dies bei DUJESIEFKEN et al. (1989) geschah.

Rolle der Vitalität

Ein wesentlicher Aspekt ist die Abhängigkeit der Reaktionsstärke des Baumes nicht nur von der Baumart selbst, sondern

von der individuellen Vitalität. In den letzten Jahren zeigten sich als Folge von Immissionsbelastung, Trockenheit und anderen Faktoren auf vielen forstlichen Standorten Beeinträchtigungen der Vitalität, insbesondere bei den Nadelhölzern und der Eiche. Gerade solche geschwächten Bäume können auf die durch eine Injektion ausgelöste Verwundung nicht ausreichend reagieren, was durch das Auftreten teilweise ausgedehnter Rinden- und Kambiumnekrosen deutlich wird. Da jedoch der Einsatzbereich des getesteten Gerätes überwiegend kurativen Charakter haben soll, bedeutet eine Behandlung bereits erkrankter, also geschwächter Bäume eine Verstärkung der negativen Wundauswirkungen. Diese Folgerung kann durchaus von den untersuchten Waldbäumen auf Bäume im urbanen Bereich übertragen werden, da diese durch Auftausalze, Abgase, Versiegelung und andere Faktoren oftmals ebenfalls geschwächt sind.

Fäulegefahr

Bezüglich einer Pilzbesiedlung des Wundbereichs nach einer Injektionsbehandlung läßt sich folgern, daß keine unmittelbare Fäulegefahr besteht. Vermutlich wurde in dem kurzen Projektzeitraum nur die erste Phase einer Sukzession erfaßt, an deren Ende gewöhnlich Holzzerstörer stehen. Da einige der festgestellten Arten eine Moderfäule verursachen können (HALE und EATON, 1985), ist bereits bald nach der Injektion mit einem gewissen Holzabbau im Wundbereich zu rechnen. Die infolge der Injektion aufgetretenen Kambiumnekrosen stellen jedoch langfristig die eigentliche Gefahr in bezug auf aggressive Fäule-Erreger dar, da sie große Wundflächen schaffen, die nicht rasch überwallt werden können.

Die Verwendung eines Wundverschlußmittels reduzierte die Zahl der (allerdings eher harmlosen) ubiquitistischen Pilze im Wundbereich. Insofern kann Wundverschluß bei der Injektionsbehandlung empfohlen werden. Unsicher ist allerdings, ob das Verschließen der Wunde durch die Erhaltung der Feuchtigkeit in späteren Jahren das Wachstum insbesondere der Moderfäulepilze eher fördert.

Methodenvergleich

Im Vergleich zu Behandlungsmethoden, die ähnliche Verletzungen verursachen, zeigt das untersuchte Verfahren einen wesentlichen Nachteil: Durch den großen Druck des Einschusses und den relativ großen Nadeldurchmesser entstehen Verletzungen und Risse, die insbesondere aufgrund der Entstehung von Kambiumnekrosen zu erheblichem Wundausmaß, entsprechend hoher Infektionsgefahr und starker Holzverfärbung führen. Die gesamte Rindenflora und damit auch potentielle Fäule-Erreger werden in das Holz geschossen. Hingegen wird bei vergleichbaren Verwundungsarten durch die forstliche Bohrspanentnahme und die drucklosen Infusionsverfahren (SHIGO et al., 1977, GEIDER, 1990) das Bohrkanalmaterial ausgeräumt, der Bohrlochbereich ist daher trockener und für die Pilzbesiedlung weniger geeignet.

Wertung des Verfahrens

Das untersuchte Injektionsverfahren führt zur Holzverfärbung, zu Rinden- und Kambiumnekrosen und zu einem in seinen Auswirkungen noch nicht abschätzbaren Pilzbefall des Wundbereichs. Die durch Überwallungswülste und Holzverfärbungen hervorgerufene Holzwertung ist der Hauptgrund dafür, warum solche Verfahren zumindest für wertvollere Waldbäume nicht in Frage kommen, zumal eine Anwendung größeren Umfangs im Forst zu aufwendig und sicher auch zu teuer wäre. Selbst an Park- und Straßenbäumen wäre eine Behandlung in mehreren aufeinanderfolgenden Jah-

ren problematisch, weil die Abschottungsreaktion zu deutlicher Reduzierung des Leitungsquerschnittes führen würde. Besonders kritisch wäre dies bei ringporigen Laubbölzern wie Eiche und Esche, da bei diesen nur der jüngste Jahrring für die Wasserleitung zur Krone voll funktionsfähig ist. Wiederholte Injektionen bergen auch die Gefahr in sich, in alte Wundbereiche einzudringen: Dies würde die Wirksamkeit der Behandlung beeinträchtigen und das Wundausmaß erheblich vergrößern. Außerdem gingen große Teile des Speichergewebes durch die Ausbildung ausgedehnter Verfärbungszonen verloren. Auf diese Weise könnte eine ursprünglich kurativ gedachte Behandlung schließlich den Verfall des Baumes einleiten. Vertretbar scheint eine Verwendung des Injektionsgerätes nur dann, wenn eine einmalige Behandlung für einen Baum eine dauerhafte Sanierung gegenüber letal wirkenden Krankheitserregern bewirken könnte. Dies wäre bei durch *Ophiostoma* bzw. *Ceratocystis* bedingten Gefäßkrankheiten denkbar. Gegen derartige Krankheiten gibt es aber selbst nach jahrzehntelangen Versuchen solche Patentlösungen noch nicht. Zur Zeit sind somit keine Baumerkrankungen oder Schädlinge erkennbar, deren einmalige Behandlung mit dem untersuchten Gerät zu einer dauerhaften Gesundung des Baumes führen würde. Daher übersteigen die Risiken der Injektion als Pflanzenschutzmaßnahme deren potentiellen Nutzen ganz offensichtlich.

Anders könnte die Situation bestenfalls bewertet werden, wenn mittels Injektionsverfahren Schädlinge oder Lästlinge bekämpft werden, die im humanmedizinischen Bereich eine Rolle spielen. Hier verschiebt sich die Nutzen/Risiko-Bewertung auf eine andere Ebene. Die mit einem Injektionsverfahren erfolgreich durchgeführte Bekämpfung von Raupen des Eichenprozessionsspinners, dessen mobile Raupenhaare zu unangenehmen Hautreizungen führen können, ist ein Beispiel für diesen Bereich (vgl. BOGENSCHÜTZ et al., 1988).

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei den Herren R. TRAUTMANN und H. FISCHER für die Fällung der Bäume und die holztechnischen Arbeiten sowie ganz besonders bei Frau M. KRENZ für die labortechnische Hilfe bedanken. Dank gebührt auch Herrn Forstamtmann BURGHARDT, Revierförsterei Wedesbüttel, für seine tatkräftige Unterstützung.

Literatur

- BALDER, H. und D. DUESIEFKEN, 1990: Bauminjektionen in der Baumpflege. Beitrag zum 13. Bad Godesberger Gehölzseminar, Teil II. BOGENSCHÜTZ, H., G. SCHWARTZ und S. LIMBERGER, 1988: Auftreten und Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners, *Thaumetopoea processionea* L., in Südwestdeutschland 1986–1988. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 245, 427–428. CARTWRIGHT, K., 1929: A satisfactory method of staining fungal mycelium in wood sections. *Annals of Botany* (London) 43, 412–413. DUJESIEFKEN, D. und H. BALDER, 1990: Pflanzenreaktionen auf Injektionsverfahren mit Druck. Mitt. aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 47. Deutsche Pflanzenschutztagung, Heft 266, 44. DUJESIEFKEN, D. und W. LIESE, 1990: Einfluß der Verletzungszeit auf die Wundheilung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.). Holz als Roh- und Werkstoff 48, 95–99. DUJESIEFKEN, D., S. EBENRITTER und W. LIESE, 1989: Wundreaktionen im Holzgewebe bei Birke, Buche und Linde. Holz als Roh- und Werkstoff, 47, 495–500. GEIDER, M., 1990: Färbungsexperimente im Xylemstrom von Fichte, Kiefer und Eiche mit Kanülen. Forst und Holz 45 (19), 587–589. GERLACH, D., 1969: Botanische Mikrotechnik, Stuttgart 1969, 298 S. HALE, M. D. und R. A. EATON, 1985: Oscillatory growth of fungal hyphae in wood cellwalls. *Trans. Br. Myc. Soc.* 84 (2), 277–288. KEHR, R. D., 1988: Die Pathogenese des *Pezicula*-Krebses der amerikanischen Roteiche (*Quercus rubra* L.), verursacht durch *Pezicula*

cinnamomea (DC.) Sacc., im Vergleich mit anderen Rindenerkrankungen der Eiche. Dissertation Göttingen, 184 S.

KOPINGA, J. und G. J. JANSEN, 1989: Injizieren und Implantieren von Chemikalien in Bäume. Beitrag für die 7. Osnabrücker Baumpflegetage, Oktober 1989.

LENZ, O. und K. OSWALD, 1971: Über Schäden durch Bohrspanentnahme an Fichte, Tanne und Buche. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 47 (1), 29 S. und Anhang.

LIESE, W., und D. DUJESIEFKEN, 1989: Wundreaktionen bei Laubbäumen. Tagungsband: 2. Symposium – Ausgewählte Probleme der Gehölzphysiologie – Tharandt, 13.–16. Juni 1989.

SACHSSE, H., 1982: Schäden an lebenden „Muhle-Larsen“-Pappeln. Holz als Roh- und Werkstoff 40, 461–469.

SCHÖPFER, W., 1961a: Die Bohrspanentnahme von Waldbäumen. AFZ 16 (19), 97–300 und 16 (22), 345–347.

SCHÖPFER, W., 1961b: Zuwachsbohrungen an Laubhölzern. AFZ 16 (48), 690–692.

SCHÖPFER, W., 1962: Die Auswirkungen von Zuwachsbohrungen in Fichtenbeständen. Allg. Forst- und Jagdztg. 133 (2), 43–50.

SHIGO, A. L., 1990: Die neue Baumbiologie, Braunschweig 1990, 606 S.

SHIGO, A. L., W. E. MONEY, und D. I. DODDS, 1977: Some internal effects of mauged tree injections. Journal of Arboriculture 3 (11), 213–220.

WICHMANN-KEHR, CHRISTIANE, 1991: Bewertung der Verwundung einiger forstlich wichtiger Baumarten durch das Bauminjektionsgerät „Commander“. Unveröff. Bericht Inst. f. Pflanzenschutz im Forst, Biolog. Bundesanst., 27 S. m. Bildteil.

WULF, A. und J. SIEBERS, 1990: Untersuchungen zum Transport von Pflanzenschutzmitteln im Saftstrom von Bäumen nach Stamminjektion. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft., Berlin-Dahlem, H. 266, 285.

Mitteilungen

Die Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt gibt bekannt:

Modifizierung der Lysimeterrichtlinie (Richtlinie der Biologischen Bundesanstalt, Teil IV, 4-3)

Bei der Durchführung der Lysimeterversuche nach der Richtlinie der Biologischen Bundesanstalt, Teil IV, 4-3 sind zusätzlich zu dem dort beschriebenen Untersuchungsablauf folgende Punkte zu beachten:

1. Wie in der Richtlinie beschrieben, sind in die Untersuchungen des Sickerwassers und des Bodens auch die Metaboliten einzubeziehen. Hier sind in erster Linie jene Abbau- und Umwandlungsprodukte zu erfassen, die aufgrund toxikologischer und ökotoxikologischer Untersuchungen als wirksam erkannt wurden oder bei Metabolismusversuchen zu irgendeinem Zeitpunkt der Untersuchungen in Mengen auftreten, die mehr als 10 % der applizierten Ausgangssubstanz äquivalent sind.

2. Für die Analysen des Sickerwassers sind Methoden zu verwenden, die sowohl für den Wirkstoff als auch die genannten Metaboliten eine Nachweisgrenze von 0,05 µg/l und eine Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l ermöglichen.

Für Pflanzenschutzmittel, die aufgrund sehr hoher Wirksamkeit nur mit außerordentlich geringem Aufwand angewendet werden, ist auch bei Konzentrationen, die unterhalb der o.g. Grenzen liegen, eine schädliche Auswirkung auf das Grundwasser nicht auszuschließen.

Es ist daher für diese Wirkstoffe zusätzlich zur üblichen Analyse des Sickerwassers ein Biötest erforderlich. In derartigen Fällen wird eine vorherige Rücksprache mit der Zulassungsbehörde empfohlen.

3. Für die Beurteilung eines Wirkstoffes und seiner relevanten Metaboliten im Hinblick auf die Verlagerung im Boden und die Möglichkeit des Eindringens in das Grundwasser muß auch die eventuell vorgesehene Mehrfachanwendung eines Mittels bei der Durchführung der Lysimeterstudien berücksichtigt werden. Dies gilt sowohl für Mehrfachanwendungen, die im Rahmen einer Fruchtfolge, d. h. in aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden, vorkommen können, als auch für wiederholte Anwendungen eines Mittels, die bei einer Kultur oder Kulturfolge (z. B. im Gemüsebau) innerhalb einer Vegetationsperiode vorgesehen oder möglich sind.

a) Mehrfachanwendungen innerhalb einer Fruchtfolge:

Bei Mitteln, die in aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden angewendet werden können, sind zu Beginn des Versuches zwei Lysimeter mit dem gleichen Aufwand zu behandeln. Sofern die Zwischenuntersuchungen nach einem Jahr zeigen, daß beide Lysimeter hinsichtlich der Perkolatmengen und eventuell der Konzentrationen im Sickerwasser größenordnungsmäßig die gleichen Resultate ergeben, ist zum vorgesehenen Anwendungszeitpunkt im 2. Versuchsjahr – gegebenenfalls auch im gleichen Versuchsjahr – eines der Lysimeter erneut zu behandeln. Die Versuchsdauer soll für beide Lysimeter den Zeitraum von 24 Monaten nach der erneuten Behandlung nicht unterschreiten.

Wenn die Zwischenuntersuchungen nach einem Jahr zeigen, daß beide Lysimeter hinsichtlich der Perkolatmengen und eventuell Konzentrationen im Sickerwasser erhebliche Unterschiede aufweisen, ist von einer zusätzlichen Applikation im zweiten Versuchsjahr abzusehen. Auch hier wird jedoch eine Rücksprache mit der Zulassungsbehörde empfohlen.

b) Mehrfachanwendungen innerhalb einer Vegetationsperiode:

Bei insgesamt bis zu zwei vorgesehenen Anwendungen innerhalb einer Kultur oder auch einer Kulturfolge sind auch die Lysimeter entsprechend der vorgesehenen Anwendungszeitpunkte und entsprechend dem jeweils höchsten vorgesehenen Aufwand zu behandeln.

Unter den unter 3a genannten Voraussetzungen ist diese Mehrfachapplikation für eines der Lysimeter nach einem Jahr zu wiederholen. Auch in diesem Fall soll die Versuchsdauer für beide Lysimeter den Zeitraum von 24 Monaten nach der letzten der im 2. Jahr wiederholten Behandlung nicht unterschreiten.

Bei insgesamt mehr als zwei vorgesehenen Anwendungen während einer Vegetationszeit und innerhalb einer Kultur oder Kulturfolge sind die Lysimeter entsprechend der Summe des vorgesehenen oder möglichen Wirkstoffaufwands zu behandeln. In solchen Fällen ist jedoch eine vorhergehende Absprache mit der Zulassungsbehörde erforderlich.

Sofern die Lysimeterstudien unter Berücksichtigung von Mehrfachanwendungen durchgeführt werden, ist die Berichterstattung entsprechend anzupassen. Bei einer Mehrfachanwendung gemäß Punkt 3a oder 3b ist für beide Lysimeter ein Zwischenbericht über den Versuchszeitraum von einem Jahr nach der Erstanwendung sowie ein Abschlußbericht über die gesamte Versuchsdauer erforderlich, die 24 Monate nach der erneuten Behandlung endet.

Die Anforderungen dieser Modifizierung der Lysimeterrichtlinie (Richtlinie der BBA, Teil IV, 4-3) gelten für alle Mittel, für die Lysimeterstudien erforderlich sind (siehe Punkt 2 der Richtlinie), ab dem 1. April 1995, d. h., daß ab diesem Zeitpunkt vorgelegte Untersuchungsergebnisse nur anerkannt werden können, wenn sie unter Berücksichtigung dieser Modifizierung erarbeitet wurden.

K. SCHINKEL (Braunschweig)

Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren

Erschienen ist die 24. Lieferung mit folgenden Einzelrichtlinien:

Teil II, 5-2.2.3.1	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen die Kleine Kohlflye an Kohl	DM 6,50
Teil II, 5-2.2.3.2	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen die Kleine Kohlflye an Rettich und Radies	DM 6,50
Teil II, 5-2.2.5	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen Zwiebelflye	DM 6,50
Teil II, 5-2.2.6	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen Möhrenflye	DM 6,50
Teil II, 7-2.1	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen Blattälchen in Erdbeeren	DM 6,50
Teil II, 7-2.2	Richtlinie für die Prüfung von Mitteln gegen Blattälchen in Zierpflanzen	DM 6,50
Teil VI, 23-1	Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Honigbiene	DM 15,50
Teil VI, 23-2.1.8	Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Imagines von Poecilus cupreus L. als Vertreter der Familie Carabidae (= Laufkäfer) im Laboratorium	DM 13,50

Inhaltsverzeichnis des Teils II

für die Reihen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 18, 22 DM 49,00

Die Richtlinien sind beim Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 3171 Ribbesbüttel, zu beziehen. Die Preise verstehen sich zuzüglich Mehrwertsteuer, Porto und Verpackung bei Mindestabnahme im Warenwert von DM 20,-.