

# Borverbindungen – Holzschutzmittel mit langsamer Wirksamkeit?

Bekämpfend zugelassene Präparate auf Basis von Borsalzen werden im Holzschutzmittelverzeichnis und in den Zulassungen als langsam wirksam charakterisiert. Einige Hersteller berücksichtigen dieses in Ihren Merkblättern mit dem deutlichen Hinweis, dass auch noch 1–2 Jahre nach einer fachlich korrekten Behandlung einzelne Käfer ausschlüpfen können (siehe hierzu auch Flohr 2004). Zusätzlich zirkulieren Angaben über einzelne Versuche und Fehlschläge in der Praxis, bei denen auch nach mehreren Jahren noch eine deutliche Aktivität zu beobachten ist.

**Sind Borsalze also doch nicht ausreichend wirksam, oder reichen die Einbringmengen nicht aus?**

Für die Beantwortung dieser Frage sind keine aufwendigen Versuche notwendig, da sich in der älteren Literatur erstaunlich viele sehr genaue und differenzierte Angaben finden lassen, die im Folgenden eingehend erörtert werden sollen.

## Einleitung

Borate werden seit den 40er Jahren zunehmend weltweit, zunächst ausgehend von Australien und Neuseeland, eingesetzt (Bavendamm 1959, Carr 1959). Auch in Deutschland nahm ihre Bedeutung seit den 80er Jahren erheblich zu. Die zunächst als „alternative“ Holzschutzmittel eingeführten Verbindungen sind heute in über 60% aller zugelassenen wasserlöslichen Holzschutzmittel enthalten und haben andere wie die Flourverbindungen oder Lindan völlig verdrängt (Peylo 1998). Neben den Pyrethroiden und den in den letzten Jahren neu eingeführten Hormonanaloga (Häutungshemmer) stellen sie eine der drei

noch verbliebenen Wirkstoffgruppen in zugelassenen bekämpfenden Holzschutzmitteln dar.

In dieser langen Zeit der Anwendung wurden bereits viele Untersuchungen durchgeführt, so dass Bor zu den am besten bekannten Wirkstoffen zählt. So wurde die Effektivität gegen Insekten und holzerstörende Pilze und Schimmelpilze mehrfach untersucht. Bei den Insekten wurde über die für uns wichtigen Nagekäfer (*Anobium punctatum*) und Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) sowie über die in Australien bedeutenden Splintholzkäfer (*Lyctus brunus*) berichtet. Der offenbar an Bedeutung gewinnende Bunte Nagekäfer (*Xestobium rufillosum*) wurde dagegen nicht untersucht, da er sich durch seine spezielle Lebensweise einer Haltung im Labor fast völlig entzieht.

## Laboruntersuchungen

Alle Versuche wurden an getränkten Proben durchgeführt, die eine annähernd homogene Verteilung der Wirkstoffe über den Querschnitt aufweisen. Dies entspricht zwar nicht der realen Verteilung nach einer Oberflächenbehandlung in der Praxis, aber nur so können die verschiedenen Ergebnisse untereinander verglichen werden.

Eilarven des **Hausbocks** (frisch geschlüpft, 2 Tag alt)

sterben bei einer Versuchsdauer von 4 Wochen bei einer Konzentration von ca. 5kg Borsäure/m<sup>3</sup> Holz (ca. 1%). Vier Monate alte Larven überlebten dagegen sogar 10kg/m<sup>3</sup>.

Nach 12 Wochen waren die Eilarven bei einer Konzentration von 0,4kg/m<sup>3</sup> (0,08%) und die älteren Larven bei ca. 0,55kg/m<sup>3</sup> vollständig abgestorben.

Bei 6 Monaten Versuchsdauer genügte ca. 0,25kg/m<sup>3</sup> (0,05%) zur Abtötung der Eilarven (Becker 1959).

Die entsprechenden Werte für Borax liegen etwa um den Faktor 1,5 höher. Dies ist ganz einfach im geringeren Borgehalt von Borax (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O, 11,3% B) gegenüber Borsäure (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 17,5% B) begründet.

Eine Grenze der Giftwirkung bei ca. 0,5kg/m<sup>3</sup> (0,1%) wird von Kaltwasser (1941) und Bavendamm (1958) bestätigt.

Es zeigt sich hier eine deutlich höhere Empfindlichkeit der Eilarven gegenüber größeren Larven, die mehrere Monate ohne Nahrungsaufnahme im Holz überleben können. Dabei bewegen sich die Larven aber offenbar im Holz fort. Sie können somit behandeltes Holz offenbar erkennen. Eilarven können ohne Nahrung nur wenige Wochen überleben. Sobald die Hungerfähigkeit überschritten ist, gleichen sich die Giftwerte an.

Giftwerte gegen **Anobium** wurden von Spiller (1948) sowie Spiller und Denne (1948) bestimmt. Eilarven werden bereits ab einer Konzentration von 0,04kg/m<sup>3</sup> (ca. 0,01%) abgetötet. Ältere Larven werden dagegen bei 16 Wochen Versuchszeit erst bei ca. 5kg/m<sup>3</sup> (ca. 1,1%) abgetötet. Becker (1959) nennt für 12 Wochen Versuchszeit sogar über 15kg/m<sup>3</sup> als erforderlich. Nach 6 Monaten sinken diese Werte auf ca. 3kg/m<sup>3</sup> ab.

Diese deutlich höhere Resistenz der kleinen Anobien-Larven ist auf ihre Fähigkeit zurückzuführen bis zu einem Jahr (!) im Holz ohne Nahrungsaufnahme zu überdauern. Auch sie sind dabei offenbar in der Lage behandeltes Holz zu erkennen und dieses zwar zu zernagen, nicht aber zu fressen (Spiller, Denne 1948).

Eilarven des **Splintholzkäfers** (*Lyctus brunus*) zeigen sich mit ca. 1kg/m<sup>3</sup> (0,2%) deutlich weniger empfindlich als die Eilarven des gewöhnlichen Nagekäfers (Cummins 1936).

Bei allen diesen Versuchen kommt der Versuchsdauer und auch der Größe der verwendeten Insekten entscheidende Bedeutung zu. Die aktuellen Normen, EN 22 bzw. die sie ersetzende ENV 1390 für die bekämpfende Prüfung gegen Hausbock, gehen von einer Prüfdauer von 12 Wochen (schnelle Wir-

Insekt	Stadium	4 Wochen	12 Wochen	6 Monate
<b>Hausbock</b>	Eilarve	1%	0,08%	0,05%
	Larve 4-5 Monate	2%	0,11%	—
<b>Anobium</b>	Eilarve	—	0,01%	—
	Larve 4-5 Monate	—	1%	0,6%
<b>Splintholzkäfer</b>		—	0,2%	

Tabelle 1: Erforderliche Konzentrationen Borsäure [%] zur Abtötung der Insekten

kung), bzw. 24 Wochen (langsame Wirkung) aus. EN 48 für die Prüfung gegen Anobium prüft 8 bzw. 16 Wochen.

Die Wirksamkeit gegen **holzzerstörende Pilze** wird für die verschiedenen Pilze insgesamt sehr gleichmäßig mit 0,5-1kg/m<sup>3</sup> angegeben (Bavendamm 1958; Harrow 1950; Baechler 1956; Carr 1959, Drysdale 1994)

Pilzart	wirksame Konzentration [kg/m <sup>3</sup> ]
Hausschwamm	0,36–0,54
Kellerschwamm	0,53–0,73
Zaunblätling	0,52–0,72
Schwefelporling	0,54–1,4

Tabelle 2: Grenzwerte gegen holzzerstörende Pilze. Nach Becker (1959), verändert.

Eine Wirksamkeit gegen das Wachstum von **Schimmelpilzen** wird ab Konzentrationen von 15–17kg/m<sup>3</sup> (3–4%) erreicht (Becker 1959)

Ein **Vergleich der Giftwirkung** mit anderen, vor ca. 50 Jahren üblichen Holzschutzmittelwirkstoffen, wie z.B. Fluoriden, Kupfersulfat oder Chromat-Präparaten zeigt eine gute Wirksamkeit (Becker 1959). Erst im Vergleich zu den heute üblichen Wirkstoffen, die wie z.B. Pyrethroide in einer Konzentration von 0,01% angewendet werden, zeigen sich Borate als deutlich weniger effektiv. Dieser vermeintliche Nachteil kann aber vor dem Hintergrund einer ökologischen Betrachtung auf dem heutigen Stand sehr schnell zu einem Vorteil werden, da deutlich höhere Mengen erforderlich

sind, um unerwünschte Folgen in der Umwelt zu verursachen (Peylo 1998).

### Bewertung

Becker zog 1959 aus diesen Werten den Schluss, dass eine bekämpfende Wirkung mit Borsalzen nicht zu erreichen ist. Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Entwicklung des Umwelt- und Gesundheitsbewusstseins ermöglicht jedoch 50 Jahre später eine andere Bewertung der selben Ergebnisse.

Im Vergleich der reinen Wirksamkeit mit den damals üblichen und akzeptierten Wirkstoffen wie z.B. Lindan und PCP schneiden Borate schlecht ab. Es wurde von verschiedenen Autoren gezeigt, dass zur Abtötung größerer Larven höhere Konzentrationen von Bor erforderlich sind. Die entscheidende Frage ist nun, ab diese Konzentrationen in der Praxis erreicht werden können.

### Eine Berechnung soll dies klären:

1. Grundlagen: Die zuvor angegebenen Konzentrationen sind an homogen imprägnierten Proben in Kg Borsäure/m<sup>3</sup> Holz angegeben und in Prozentwerte (Masse Borsäure/Masse Holz) umgerechnet worden. Grundlage ist das typische Versuchsholz, Kiefer-Splint, mit einer mittleren Dichte von ca. 450kg/m<sup>3</sup>.

In den Zulassungen der Bekämpfungsmittel werden Einbringmengen von 350ml/m<sup>2</sup> gefordert.

2. Als Beispiel wird ein vom DIBt zugelassenes Borpräparat mit 20% Borgehalt (ausgedrückt in Borsäure, BAE, Boric Acid Equivalents) angenommen, das eine Eindringtiefe von – für dieses Präparat realistischen – 10mm erreicht.

••• 350ml, entsprechend 420g anwendungsfertiges Präparat enthalten somit 84g Borsäure.

Eine Holzfläche von 1m<sup>2</sup> enthält bei 10mm Penetrationstiefe (Tiefschutz gem. DIN 52175, 1975) ein Volumen von 10.000cm<sup>3</sup> (100\*100\*1 cm). Bei einer Dichte von ca. 0,5g/cm<sup>3</sup> entspricht dies ca. 5kg.

••• 84g Borsäure in 5kg Holz entsprechen etwa einer Konzentration von 1,7% oder 8,4kg/m<sup>3</sup>

Die erforderliche Konzentration zur Abtötung auch großer Larven ist für das Beispiel-Präparat somit sicher gegeben. Auch bei einer Penetrationstiefe von 2cm ist das Präparat noch wirksam.

Wie kann es jetzt geschehen, dass trotzdem fertige Käfer ausschlüpfen?

Bor ist ein Fraßgift und kein Kontaktgift. Die Darmassage ist zur Wirksamkeit erforderlich. Es wurde dargelegt, dass Larven im Hungerzustand längere Zeit im Holz verbleiben und sich bewegen können. Somit können Larven aus tieferen Schichten durch das behandelte Holz hindurch gelangen.

Auch für Insektizide mit „schneller Wirksamkeit“ ist diese weitere Entwicklung trotz Behandlung des Holzes möglich. Die Eindringtiefe biozider Wirkstoffe bei oberflächlicher Anwendung liegt in der Größenordnung von 2–3 mm (Peylo, Peek 1999). Auch klassische lösemittelbasierte Wirkstoffe sind nicht tiefer eingedrungen. Erst wenn das Insekt mit der behandelten Schicht in Berührung kommt, stirbt es schnell ab und wird so nicht durch ein neues Ausflugloch auf der Oberfläche erkennbar. Der Schaden im Holz ist dadurch aber nicht unbedingt geringer.

Ein wasserbasiertes Borsalz dringt auch nicht tiefer als ca. 2–3mm ein (Peylo 1995). Durch die niedrige Eindringtiefe liegt die Borkonzentration in dieser Schicht um ein vielfaches über den erforderlichen Giftwerten. Da aber eine Larve diese dün-

ne Schicht schnell durchqueren kann und zudem das Risiko, in diese dünne Schicht zu gelangen, vergleichsweise gering ist, können die Larven lange im behandelten Holz überleben und auch ausfliegen.

### Schlußfolgerungen

Borate (Borsäure/Borax) sind die Wirkstoffe in einer größeren Anzahl zugelassener Holzschutzmittel. Sie zeigen, wie auch in den Zulassungen vermerkt, eine langsame Wirksamkeit. Diese Wirksamkeit ist in der Praxis belegt. Die für die praktische bekämpfende Anwendung erforderliche Wirkstoffkonzentration gegen Insekten und holzzerstörende Pilze liegt bei etwa 3kg/Borsäure/m<sup>3</sup> Holz (0,6%). Vorbeugend genügt bereits 1kg/m<sup>3</sup> (0,2%). Zu beachten ist dabei die Eindringtiefe und gleichmäßige Verteilung im Holz. Je höher die Eindringtiefe ist, desto schneller werden die Larven im Holz erreicht.

Wichtig ist es nun für den ausführenden Betrieb, seine Kunden auf diese spezielle Eigenschaft des verwendeten Präparates hinzuweisen. Sie ist ein Kompromiss aus geforderter Effektivität bei gleichzeitiger Unbedenklichkeit für die Bewohner und Verarbeiter. Der Hinweis, daß noch 1–2 Jahre nach der Behandlung einzelne Insekten ausschlüpfen können, daß aber dies durch die vorbeugende Behandlung *aller* benachbarten Holz-Oberflächen kein erneutes Befallsrisiko birgt, sollte daher selbstverständlicher Bestandteil einer Fachberatung durch einen Fachbetrieb sein.

Dr. André Peylo  
Dipl.-Holzwirt, ö.b.u.v.  
Sachverständiger IHK Lübeck  
www.Holzlabor.com

