

Die Bekämpfung der Bohrmuschel

Von Adolf Hahn¹⁾

Inhalt

| | |
|--|----|
| A. Allgemeines | 49 |
| Über die Lebensweise der Bohrmuschel | 51 |
| B. Vorkommen, Art und Umfang der Schäden an den deutschen Küsten | 54 |
| C. Bisherige systematische Untersuchungen über das Vorkommen und über die Schutzmittel | |
| 1. Umfrage der früheren Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden und Lufthygiene . | 55 |
| 2. Versuche der ehemaligen Kriegsmarine in Wilhelmshaven | 55 |
| 3. Versuche des Wasser- und Schiffsamts Tönning mit Tränkungs-salzen | 56 |
| D. Zusammenfassende Betrachtung über den Befall mit marinen Holzzerstörern an den deutschen Küsten unter besonderem Hinweis auf die Verhältnisse an der Elbmündung in Cuxhaven | 56 |
| E. Schlußfolgerungen aus dem Bilanzbericht | 63 |
| F. Versuchsstationen | 64 |
| G. Erste Ergebnisse von den Versuchsstationen | 65 |
| H. Hydrographische Betrachtungen | 69 |
| I. Schlußbetrachtung | 70 |
| Schriftenverzeichnis | 71 |

A. Allgemeines

Der Kampf gegen die Bohrmuschel wird uns schon in ältesten Berichten der Kulturvölker überliefert. KLITARCHUS berichtet 325 v. Chr. von einer Expedition nach einer Insel im Roten Meer, wo angeblich eine gegen die Bohrmuschel beständige Holzart gefunden wurde.

Ein in unseren Tagen ausgegrabenes, gut erhaltenes römisches Schiff war durch dünne Blei-Bleche gegen die Bohrmuschel geschützt.

Bei seiner letzten Fahrt nach Amerika im Jahre 1502 verlor KOLUMBUS mehr als vier Korvetten durch die Bohrmuschel; sie mußten auf Strand gesetzt werden und wurden verlassen.

Die Venetier sandten um 1600 eine Abordnung nach China, da nach einem Bericht von MARCO POLO die Chinesen ein abwehrendes Anstrichmittel besitzen sollten. Als die Abordnung nach Jahren zurückkam, brachte sie als Ergebnis die Konstruktion eines doppelten Bodens und einer doppelten Schiffshaut gefüllt mit Salz zurück.

Im Krimkrieg wurden mehr Schiffe durch die Bohrmuschel als durch die russischen Kanonen außer Gefecht gesetzt.

In den Niederlanden mußten im 16. Jahrhundert hölzerne Pfahlkonstruktionen wegen starker Schäden schon nach zwanzig Jahren Gebrauch erneuert werden. Nach 1700 wurden diese Beschädigungen immer größer und nach dem heißen, trockenen Sommer 1730 konnte von einem nationalen Unglück gesprochen werden; der Schaden belief sich auf Millionen. Aus dieser Zeit stammt der Ausdruck „Holland in Not“.

Wasserbaudirektor WOLTMAN, der bedeutendste Wasserbauingenieur Anfang des 19. Jahrhunderts an der Unterelbe, schreibt in seiner 1807 herausgegebenen Beschreibung der „Wasserbauwerke im Amte Ritzebüttel“ wörtlich folgendes:

¹⁾ Nach einem Vortrag auf der 2. Arbeitstagung des Küstenausschusses Nord- und Ostsee am 8. Mai 1956 in Kiel. Grundlage dieses Vortrages ist der Bilanzbericht der Arbeitsgruppe „Bekämpfung der Bohrmuschel“ im Küstenausschuß Nord- und Ostsee (vgl. S. 63).

„Dies sind denn sämtliche zur Befestigung, zum Schutz und zur Bequemlichkeit des Hafens angelegte Werke, die zum größten Teil Rammwerke sind und nicht wohl anders sein können, weil die steinernen Werke zum Anlegen der Schiffe in einem offenen Hafen doch mit Pfahlwerken müßten umgeben werden. Ihr größter Feind ist der Bohrwurm, welcher alle Holzwerke im Wasser zu Cuxhaven angreift und vor der Zeit zerstört. Alles, was man zur Präcaution dagegen bisher dienlich erfunden hat, ist, daß man junges saftiges Holz nimmt; daß man soviel tunlich die Pfähle separirt, damit das Eis sie jeden Winter rund herum abscheure, und wo dies nicht tunlich, sie mit Schrapen reinige. Man hat auch Pfähle mit Blei gekleidet, welches aber wegen des Eisstoßes nicht dauerhaft erfunden ist.“

Über die 1792 erbaute Spülschleuse schreibt WOLTMAN:

„Aber der Wurmfräß, welcher vorzüglich die Bohlen ruiniert, läßt schwerlich ein hohes Alter derselben erwarten. Der Gerinneboden hat schon zweimal erneuert werden müssen, und am Schleusen-



Abb. 1. Holländisches Flugblatt von 1733

boden, der gleich anfangs mit einer Wurmhaut versehen worden, ist diese Haut auch schon einmal erneuert worden. Die Dielen, in Sonderheit, wenn sie trocken eingelegt worden, werden nämlich in ein paar Jahren vom Bohrwurm so durchlöchert, daß sie im Bruche wie Bienenzellen aussehen, und werden dann so mürbe, daß sie kaum einen Fußtritt noch aushalten können, weshalb alsdann Eis und Strom Löcher darin machen, und ganze Stücke herauswerfen.“

Aus den vielen Berichten der neueren Zeit erwähne ich, daß 1920/21 allein in der Bucht von San Francisco durch die Bohrmuschel Brücken und Schuppen im Werte von 15 Millionen Dollar verlorengingen, daß im Marsdiep und vor Ameland Senkstücke in 35 m Tiefe angegriffen wurden und im Mittelmeer ein Telegrafenkabel in 3000 m Tiefe völlig vernichtet wurde; nur der Metallkern war intakt. FR. HORONJEFF, Houston, Texas, schreibt, daß sich im Jahre 1949 die Schäden auf 100 Millionen Dollar beliefen. Das „Büro of Yards and Docks“ U. S. Navy, hat über Fälle berichtet, wo frische Holzpfähle bis zu 16 Zoll Durchmesser in sechs Monaten zerstört wurden.

Captain E. JOHN LONG, U. S. Naval Reserve, schreibt im Februar 1951 in den „United States Naval Institute Proceedings“:

„Was die Leistungen im Versenken von Schiffen betrifft, so sind sowohl weltberühmte Seehelden, wie Drake, Nelson, Graf Luckner, als auch die deutsche Unterseebootflotte des 2. Weltkrieges Nichtskönner im Vergleich zu einer kleinen Gruppe von Meeresschädlingen, die einen systematischen Zerstörungsfeldzug gegen alles Menschenwerk führen, seit dem ersten Tage, da der Mensch begann, die See zu befahren.

Kein hölzerner Gegenstand ist vor den Verwüstungen durch diese verruchte Bande sicher.

Genau wie in Mark Twains Geschichte vom Wetter beklagt sich jeder über die Schiffswürmer, aber niemand unternimmt etwas gegen sie, d. h. niemand ist bisher einem Übel systematisch zu Leibe gegangen, das mehr Schiffe gekostet hat als irgendeine feindliche Flotte, und welches heute einen zusätzlichen Schaden von Hunderten Millionen von Dollar an Hafenanlagen, Molen, Schleusen, Docks, Dalben, Brücken, Baken, Schwimffendern und anderen hölzernen Wasserbauten verursacht.“

Über die Lebensweise der Bohrmuschel

Bevor auf die besonderen Verhältnisse an den deutschen Küsten eingegangen wird, sei einiges über die Lebensweise, Entwicklung und das Aussehen der hauptsächlichsten Schädlinge gesagt:

Der in der Abbildung 2 dargestellte langgestreckte, regenwurmähnliche Schädling ist der in unserem Gebiet am weitesten verbreitete und der gefährlichste, im Volksmund „Bohrwurm“

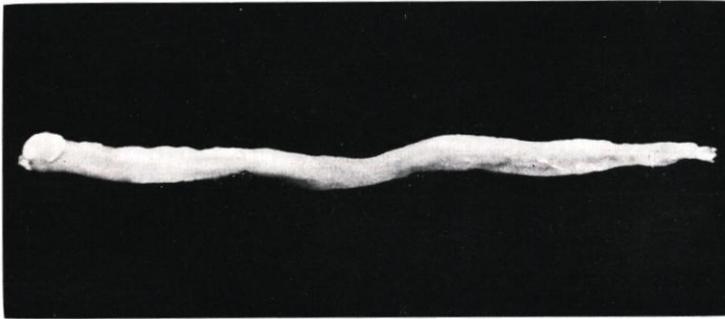


Abb. 2. Aus der Kalkröhre herausgenommene Bohrmuschel. Links Vorderende mit Bohrschalen, rechts Hinterende mit Paletten und eingezogenen Syphonen

genannt. Er ist jedoch kein Wurm, sondern eine echte Muschel, wenn auch seine Lebensweise von der der übrigen Muscheln erheblich abweicht.

Die bei uns beheimatete Bohrmuschel, *Teredo navalis*, ist eine der mehr als 100 Teredinen-Arten, von denen die meisten in den tropischen Gewässern leben. Die sonst so charakteristischen Kennzeichen der Muscheln, die den Weichkörper umgebenden Schalen, sind hier stark zurückgebildet. Sie sind nur noch als Fragmente am Kopfende vorhanden und zu Bohrwerkzeugen ausgebildet. Der langgestreckte Weichkörper, der eine Länge von 15 bis 20 cm erreicht, sitzt geschützt in der selbstgebohrten Röhre, die zum Schutz der zarten Haut mit einer von dem Tier abgesonderten Kalkschicht ausgekleidet ist (Abb. 3). In der Nähe der Holzoberfläche ist die Bohrmuschel festgewachsen; sie kann daher auch ihr selbstgebautes Haus, die Röhre im Innern des Holzes, niemals mehr im Leben verlassen. Sie wächst nach vorn in dem Maße, wie sie sich im Holz weiterfrißt. Der Weichkörper wird nach dem Hinterende schmaler und teilt sich in zwei dünne bewegliche Röhren, die — Syphonen genannt — in das freie Wasser hinausragen. Mit ihnen kann das Tier atmen; sie dienen außerdem der Fortpflanzung, zur Nahrungsaufnahme und zur Ausscheidung der Exkremente (Abb. 4). Neben den Syphonen befinden sich am Hinterende noch zwei Kalkstücke, die sogenannten

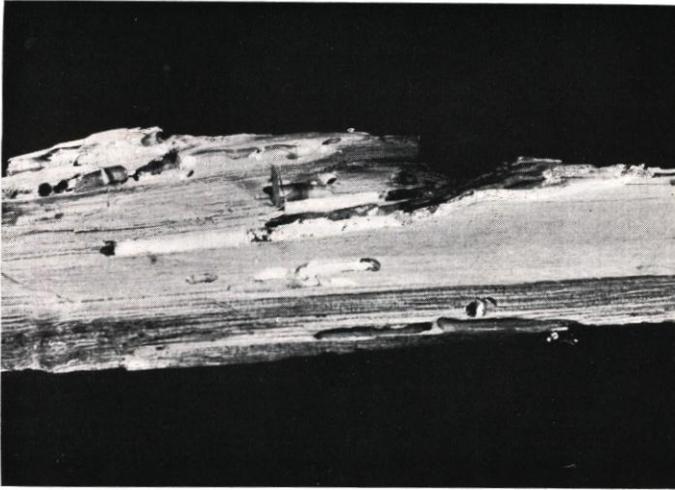


Abb. 3. Mit einer Kalkschicht ausgekleidete Bohrgänge



Abb. 4. In das freie Wasser hinausragende Syphonen

geweichten Holzteilchen erreicht, wobei die Zähnnchen nicht übermäßig beansprucht werden und deshalb nur wenig Verschleiß haben (Abb. 6).

Die Entwicklung der Terediniden ist für die Praxis von gewisser Bedeutung, deshalb sei sie kurz gestreift.

Alle Terediniden sind Zwitter, bei denen abwechselnd die männlichen und weiblichen Keimdrüsen reifen. Die Tiere stoßen bis zu 1 Million Eier ab. Die freischwimmenden, etwa fünfhundertstel Millimeter großen Lärvcchen besitzen zwei Muschelschalen, die sie im Gefahrenfalle ganz schließen können. Sie bewegen sich mit einem Wimperkranz im Wasser fort (Abb. 7), den sie jedoch abwerfen, sobald sie das Holz erreicht haben. Auf dessen Oberfläche kriechen sie mit Hilfe eines langen, vorstreckbaren Fußes und graben sich mit ihren Schalen eine Höhlung in das Holz, verkriechen sich darin und verschwinden damit für immer von der Außenwelt. Da sich das von der Larve gebohrte, oft nur stecknadelkopfgroße Loch in dem Holz nicht vergrößert, ist es ungemein schwer, von außen die oft schweren Schäden an den Holzbauwerken zu erkennen (siehe Abb. 15). Bei der großen Zahl der Larven werden unter besonders günstigen Verhältnissen die Hölzer so dicht befallen, daß zwischen den einzelnen

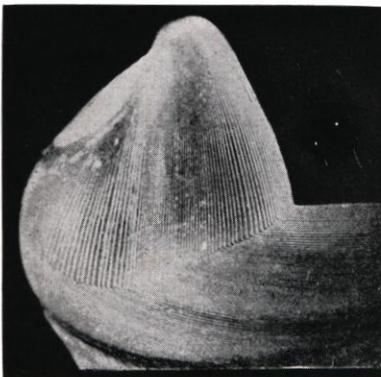


Abb. 5. Stark vergrößerte Bohrschale

Paletten. Mit ihnen sperrt das Tier im Gefahrenfalle die kleine, winzige Austrittsöffnung und kann sich so notfalls auf Wochen sicher abschließen.

Über den Bohrvorgang bestand lange Unklarheit. Es handelt sich auch nicht um ein Bohren, also um ein Drehen der Bohrschalen in einer Richtung, sondern vielmehr um ein Raspeln oder Schaben. Die beiden Bohrschalen sind mit mehreren Reihen scharfer Zähnnchen — etwa 1000 Stück auf jeder Schale — besetzt (Abb. 5). Die beiden Schalen werden durch kräftige Muskeln gegeneinander bewegt. Während der eine sich zusammenzieht, streckt sich der andere. Mit der so erzeugten Kippbewegung der beiden Schalen wird ein Abschaben der zudem auf-

Bohrgängen nur dünne Scheidewände verbleiben. In Cuxhaven sind z. B. in einem Meter eines 40 cm starken Pfahles nach zwei Jahren über 500 Bohrmuscheln gezählt worden. Die jungen Muscheln bohren sich zunächst in Richtung zum Stamminnern, schwenken dann aber in Stammrichtung ab. Nach wenigen Wochen sind die Tiere fortpflanzungsfähig. Sie leben im allgemeinen zwei bis drei Jahre. Der Durchmesser der Gänge schwankt zwischen 5 und 12 mm.

Von den holzerstörenden Krebsen ist der häufigste die Bohrsassel, *Limnoria lignorum* RATHKE. Sie ist über die ganze Welt verbreitet, bis 5 mm lang und von asselähnlicher Gestalt (Abb. 8). Daneben tritt bei uns auch der Bohrkrebs, *Chelura terebrans* PHILIPPE, auf (Abb. 9). Er ist etwa doppelt so groß wie die Assel.

Die Krebse nagen unter der Holzoberfläche, den Frühholzschichten folgenden, rundliche Gänge. Die Oberflächen der Gänge werden in regelmäßigen Abständen durchbrochen, damit das zur Atmung benötigte Frischwasser eindringen kann. Wegen der notwendigen Sauerstoffzufuhr können die Krebse — im Gegensatz zur Bohrmuschel — nur wenige Millimeter in das Holzinnere eindringen.

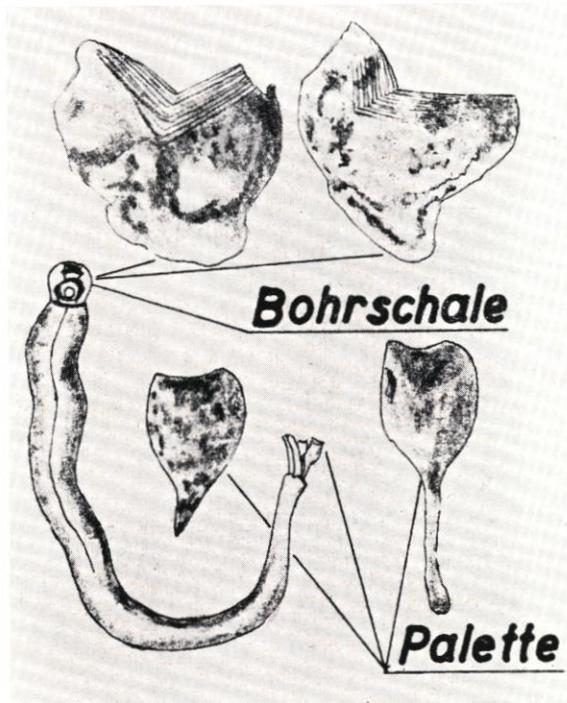


Abb. 6. Bohrschalen und Paletten der Bohrmuschel

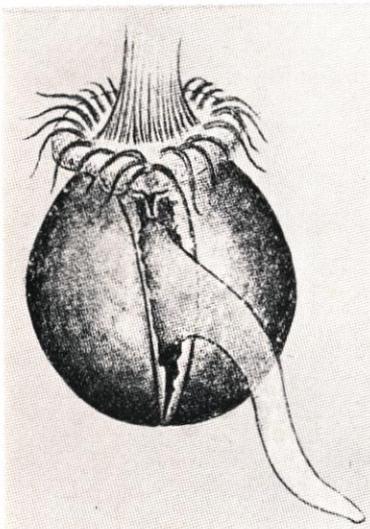


Abb. 7. Freischwimmende Larve der Bohrmuschel

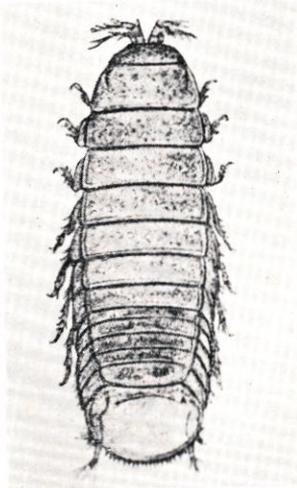


Abb. 8. Die Bohrsassel *Limnoria lignorum*

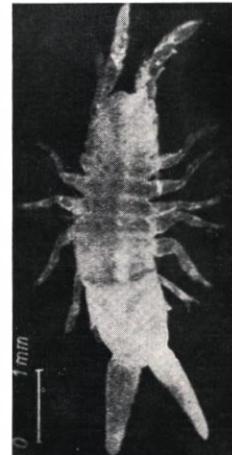


Abb. 9. Der Bohrkrebs *Chelura terebrans*

Dadurch, daß nur die oberflächlichen Schichten unterhöhlt werden, die dann durch Wellenschlag und Wasserbewegung zerstört werden, geht die Holzzerstörung durch Krebsfraß wesentlich langsamer vor sich als bei der Bohrmuschel. Man rechnet bei uns mit einer jährlichen Durchmessermin- derung von 1 bis 3 cm. Abbildung 10 zeigt eine abgetrennte Lamelle eines Fichtenstammes, die durch *Limnoria* und *Chelura* völlig zerstört worden ist. Das Holz war auf der Station Chioggia bei Venedig ausgelegt.

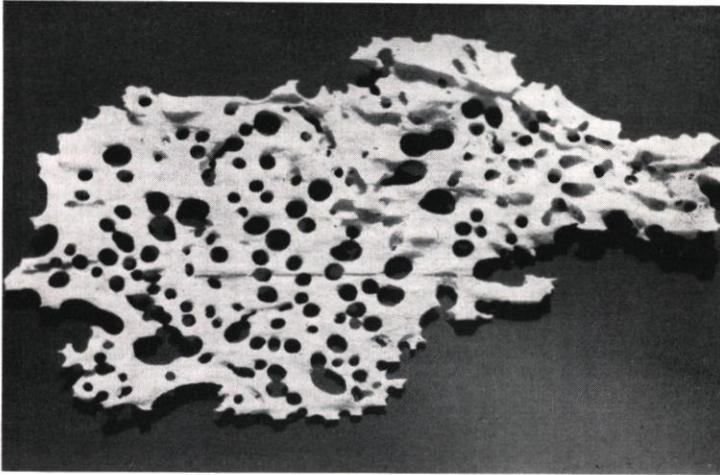


Abb. 10. Abgetrennte Lamelle eines von *Limnoria spec.* und *Chelura terebrans* Philippi (große Löcher) stark zerstörten Holzes aus der Lagune von Venedig bei Chioggia (Vergr. 4- bis 5fach)

Die Ausbreitung und Entwicklung der Teredinen und Krebse ist vorwiegend vom Salzgehalt, den Wärmeverhältnissen, daneben vom Verunreinigungsgrad und vom Sauerstoffgehalt des Wassers abhängig.

Teredo navalis L. ist zwischen 7‰ und 35‰ Salzgehalt lebensfähig. Unter 9‰ stellt sie ihre Bewegungen ein; aber sie soll auch unter dieser Grenze noch viele Tage lebensfähig sein. Versuche haben ergeben, daß *Teredo* sich sehr gut nach plötz-

licher Wiederherstellung ihres alten Milieus erholt. Das vielfach geübte Verfahren, teredobefallene hölzerne Schiffe für eine Woche ins Süßwassergebiet zu verlegen, ist deshalb nicht immer von Erfolg.

Die Bohrkrebse benötigen stärkeren Salzgehalt; bei *Limnoria* liegt die untere Grenze bei 15‰. Fortpflanzung und Zerstörung sind weiter stark von der Wassertemperatur abhängig. Frost tötet die Tiere, auch zu hohe Wärme ist abträglich. Verunreinigung des Wassers hemmt die Entwicklung der Bohrmuschel, die der Bohrkrebse dagegen weniger.

B. Vorkommen, Art und Umfang der Schäden an den deutschen Küsten

In der Bundesrepublik tritt die Bohrmuschel allenthalben im See- und Küstengebiet der Nord- und Ostsee auf und dringt auch in die Brackwasserzone der Tideflüsse ein. Voraussetzung ist immer ein durchschnittlicher Salzgehalt des Wassers an der Befallstelle von mindestens 9‰. Dabei ist der Befall an einzelnen Punkten dieses Bereichs durchaus verschieden und zeitlich ohne erkennbare Gesetzmäßigkeiten stark schwankend; irgendwelche gleichlaufende Tendenzen, z. B. eine allgemeine Zunahme an allen Küstenorten in einer bestimmten Zeitspanne, sind nicht beobachtet; tritt an einem Ort ein Maximum des Befalls auf, so ist es durchaus möglich, daß ein Nachbarort ganz normale Befallverhältnisse zeigt. In Gewässern mit geringer Strömung kann es auch bei einem Salzgehalt von durchschnittlich weniger als 9‰ zu einem Befall durch die Bohrmuschel kommen, wenn sich eine Schichtung des Wassers ausbilden und erhalten kann, wobei nur am Grund der für *Teredo* erforderliche Salzgehalt vorhanden ist (z. B. Nord-Ostsee-Kanal und Schleusenpriel in Cuxhaven).

Bedroht sind sämtliche, nicht mit geeigneten Schutzmitteln behandelten Holzbauwerke in den fraglichen Gebieten, wobei die Schädlinge zunächst die weicheren Holzarten befallen; ausländische Harthölzer sind verhältnismäßig bohrmuschelfest, was wahrscheinlich nicht allein auf die Härte des Holzes, sondern besonders auf die im Holz enthaltenen Giftstoffe zurückzuführen ist. Sind diese Stoffe ausgelaugt, wird das Holz ebenfalls angegriffen. Schnittholz wird leichter befallen als Rundholz. Die Zone des Befalls reicht von etwa 1 m über MTnw bis zum Grund; das größte Ausmaß der Zerstörungen dürfte in der Höhe des für die Tiere optimalen Salzgehalts liegen, in Brackwassergebieten also meist am Grunde, weil an der Oberfläche der Süßwassereinfluß vorherrscht. Bewuchs der Hölzer wirkt wahrscheinlich nur verzögernd. Bei Kaimauern auf Pfahlrosten und bei Höften wird die vorderste, am strömenden Wasser liegende Pfahlreihe bevorzugt angefallen. Holz, das nicht mit dem freien Wasser in Verbindung steht, wird nicht befallen.

Die Bohrrassel — *Limnoria lignorum* — ist im Gebiet der Bundesrepublik an verschiedenen Stellen festgestellt worden: z. B. Borkum, Norderney, Baltrum, Wangerooge, Jadegebiet, Helgoland und List a. Sylt.

C. Bisherige systematische Untersuchungen über das Vorkommen und über die Schutzmittel

1. Umfrage der früheren Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene

Im Jahre 1924 wurde von der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene ein Fragebogen über Verbreitung, Lebensweise und Bekämpfung des Bohrwurms an etwa 150 verschiedene Behörden und Ortschaften an der deutschen Nord- und Ostseeküste versandt. Die Auskünfte wurden von Dr. Felix ROCH ausgewertet und die Ergebnisse in der Veröffentlichung „Die Holz- und Steinschädlinge der Meeresküste und ihre Bekämpfung“ (1927) niedergelegt. Die Arbeit beschäftigt sich mit der geographischen Verbreitung der *Teredo navalis* L. in Deutschland, mit der Ermittlung der Schäden, mit den bis dahin angewandten Schutzmaßnahmen und ihren Erfolgen. Der Verfasser stellt fest, daß die Bohrmuschel an der ganzen deutschen Nordseeküste und in der Ostsee bis Warnemünde verbreitet ist. Sie wird durch Frost-, Süßwasser- und Abwässereinflüsse empfindlich gestört. Als Schutzmittel werden empfohlen:

- a) ausländische Harthölzer (am besten),
- b) Imprägnierung der einheimischen Holzarten, wobei als Tränkungsflüssigkeit Creosot vorgeschlagen wird,
- c) Beschlagen der Hölzer mit Breitkopfnägeln oder Metallplatten.

2. Versuche der ehemaligen Kriegsmarine in Wilhelmshaven

Am Leitdamm in der Innenjade (vor Wilhelmshaven) wurden in den Jahren 1925 bis 1931 kieferne und buchene Pfähle eingebaut, die in verschiedener Weise behandelt waren, und zwar im wesentlichen

- kieferne Pfähle mit 65, 75, 90, 120, 150, 180 und 210 kg Teeröl/m³ imprägniert, und
- buchene Pfähle mit 65 bis 190 kg Teeröl/m³ und Arsenzusatz imprägniert.

Die einzelnen Pfähle waren mit Nummernschildern aus Blei versehen. Diese Schilder sind von Metalldieben entfernt worden, so daß heute leider eine Rekonstruktion der Bezeichnungen nicht mehr möglich ist. Daher kann das eigentliche Ziel der Versuchsreihen, nämlich die Ermittlung des zweckmäßigsten Tränkungsgrades, heute nicht mehr erreicht werden. Gezogene Pfähle beweisen jedoch allgemein die Eignung der Teeröltränkung bei Kiefer und Buche.

In Wilhelmshaven sind außerdem noch systematische Versuche mit Probehölzern durchgeführt worden, die aus verschiedenen Holzsorten (Buche, Kiefer, Fichte, Tanne, Eiche, ausländische Hölzer) hergestellt und mit verschiedenen Schutzstoffen (Teeröl, Flurasil) behandelt waren. Über die Ergebnisse berichtet Marinebaurat R. SCHNEIDER in dem Artikel „Baustoffangriffe in Wilhelmshaven“ (1937) folgendes:

„Aus diesen Versuchen ergibt sich nach etwa achtjähriger Beobachtungsdauer, daß getränkte Buchenpfähle so gut wie gar nicht vom Bohrwurm und der Bohrrassel befallen werden. Nur bei einem Buchenpfahl konnte in einem Spalt, der tiefer als die Tränkung geht, vereinzelt Bohrwurm festgestellt werden.

Ohne Holzzerstörung wurden nach siebenjähriger Versuchsdauer getränkte eichene Bohlen gefunden. Dagegen hatten getränkte kieferne Bohlen in der gleichen Zeit schwachen Bohrwurmbefall. Von den ungetränkten buchenen, eichenen und tannenen Hölzern, die alle vom Bohrwurm angegriffen wurden, hatte die tannene Bohle sich am schlechtesten verhalten. Schon nach einem Jahr sind starke Schäden durch Bohrwurm und Bohrrassel entstanden. Bei den kiefernen Bohlen war der Bohrwurmbefall geringer. Widerstandsfähiger hat sich die buchenen Bohle, am besten die eichene Bohle gezeigt, bei der erst nach drei Jahren geringe Bohrrasselanfressung und nach fünf Jahren erster Bohrwurmbefall festgestellt wurde.

Ungetränkte kieferne Versuchshölzer, die mit Eisenkeilen und äußerem Kupferbelag bzw. mit Kupferkeilen und äußerem Kupferbelag bzw. mit Kupferkeilen und Eisenbelag versehen waren, waren nach achtjähriger Versuchsdauer im Leitdamm vollständig vom Bohrwurm zerstört.

Ein kieferner getränkter Rundpfahl von 20 cm Durchmesser, der in Abständen von 15 cm mit je einem 10 cm langen schmiedeeisernen und kupfernen Nagel beschlagen war, war nach achtjähriger Versuchsdauer nicht vom Bohrwurm befallen, dagegen hatte ein ungetränkter sonst gleichbeschlagener Pfahl schon nach zwei Jahren starke Bohrwurmanfressungen.

Ausländische Hölzer wie Greenheart-, Jarrah-, Bongossi-, Blackbutt- und Moarhölzer sind nach achtjähriger Versuchsdauer weder vom Bohrwurm noch von der Bohrrassel befallen worden. Daß aber auch diese Harthölzer nicht ohne weiteres als bohrwurmsicher zu betrachten sind, beweisen Bohrwurmangriffe an den Dichtungshölzern eines Reservetores der III. Hafeneinfahrt. Diese aus Greenheartholz bestehenden Dichtungshölzer sind etwa 20 Jahre alt. Vermutlich ist durch das lange Stillliegen dieses Tores auf dem Torliegeplatz das Eindringen des Bohrwurmes begünstigt worden.

Außer mit Teeröl getränkten Versuchshölzern wurden mit Flurasil behandelte Hölzer geprüft. Diese wurden acht Tage lang mit 10proz., teilweise mit 20proz. Lösung Flurasil getränkt. Sie zeigten schon nach einem Jahre Bohrwurmbefall und Bohrrasselanfressungen, wobei die tannenen Hölzer stärker angegriffen waren als die kiefernen. Nach fünfjähriger Beobachtungszeit waren die Probehölzer so weitgehend zerstört, daß weitere Untersuchungen nicht mehr zu machen waren.“

3. Versuche des Wasser- und Schifffahrtsamts Tönning mit Tränkungssalzen

Im Jahre 1936 sind in Büsum und Tönning Versuchsreihen mit kiefernen Bohlen und Kanthölzern ausgelegt worden, die in verschiedenem Grade mit einem Tränkungssalz behandelt waren. Schon nach zwei Jahren waren sämtliche Hölzer von der Bohrmuschel befallen, und zwar um so stärker, je geringer die Tränkung war. Eine grundsätzliche Ablehnung der heutigen Tränkungssalze kann jedoch aus diesen Versuchsergebnissen nicht gefolgert werden, da diese Schutzmittel inzwischen verbessert worden sind.

D. Zusammenfassende Betrachtung über den Befall mit marinen Holzzerstörern an den deutschen Küsten unter besonderem Hinweis auf die Verhältnisse an der Elbmündung in Cuxhaven

Wie bereits erwähnt, wurde im Jahre 1924 von der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene eine Umfrage über den Befall durch Bohrorganismen in großem Umfange durchgeführt. Um die seitdem eingetretenen Veränderungen kennen zu

Das Ergebnis der Umfrage des Jahres 1952 ist in Abbildung 11 zusammengestellt, die in Anlehnung an die Erhebung von 1924 aufgestellt wurde.

Wie die Zusammenstellung zeigt, ist an einigen Orten eine Befallsabnahme festzustellen, wie z. B. in Büsum von 2—6 auf 2, Keitum von 3—4 auf 1—2 und Westerland von 3 auf 0. An anderen Orten dagegen wird eine Zunahme im gleichen Zeitabschnitt festgestellt, so z. B. in Cuxhaven von 3 auf 5—6, Eckernförde von 3 auf 4—5, Flensburg von 0 auf 3—4.

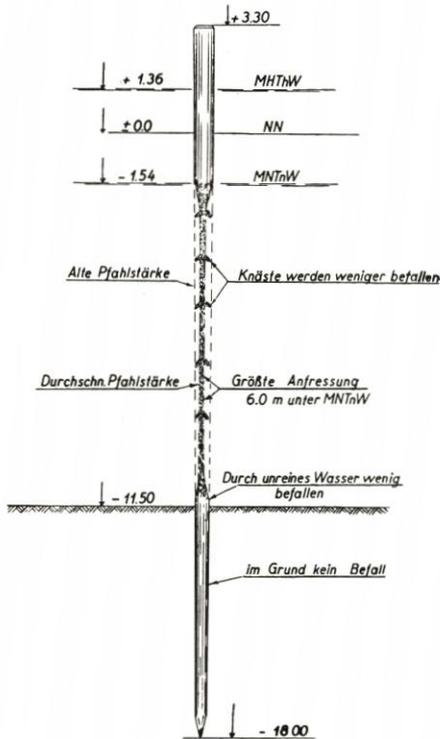


Abb. 12. Schematische Darstellung eines angefressenen Pfahles aus dem Steubenhöft

Die oben schon erwähnte Tatsache, daß Kanthölzer im allgemeinen stärker als Rundhölzer angegriffen werden, wird durch die Abbildungen 17 und 18 von Zangen von den vorderen Pfählen der Seebäderbrücke in Cuxhaven illustriert.

Daß die Angriffe nicht nur unter MTnw, sondern auch darüber erfolgen, zeigen die Abbildungen 19 und 20, die eine rückwärtige Zangenpartie der Seebäderbrücke und der hölzernen rückwärtigen Spundwand an diesem Bauwerk veranschaulichen. Beide Teile liegen etwa 0,5 m über MTnw.

Recht aufschlußreiche Beobachtungen über die Änderung der Befallstärkegrade konnten an dem Steubenhöft in Cuxhaven gemacht werden. Diese große, rund 400 m lange Anlegebrücke wurde 1914 in Betrieb genommen. Sie war eigens für die Imperator-Klasse — die 50 000-Tonner der Hapag — gebaut. Ein Wald von Kiefernspfählen — etwa 3000 — von mehr als 20 m Länge und 45 bis 50 cm mittlerem Durchmesser trug die Brücke. 1943 mußte das Befahren der Brücke mit Lokomotiven, 1946 mit sämtlichen Fahrzeugen verboten werden. Eine im Jahre 1948 an rund 2500 Pfählen vorgenommene Messung brachte die erschreckende Tatsache ans Licht, daß bei den weitaus meisten Pfählen der ursprüngliche mittlere Durchmesser von 45 cm auf rund 15 cm unter MTnw zusammengeschrumpft war (Abb. 12). 1951 brachen etwa 40 m des Höftes zusammen, als eine leichte Landramme aufgestellt wurde, um Probestämme für eine Erneuerung der Anlage zu rammen.

1936 war in Cuxhaven eine Befallstärke von 3, 1948 bis 1950 mußte sie mit 5 angegeben werden, 1954/55 ist sie auf 0—1 zurückgegangen.

Zur Illustrierung der in Cuxhaven gesammelten Erfahrungen seien nebenstehend einige typische Befallstärken gezeigt (Abb. 13—16).

Die vorstehend erwähnten, in Cuxhaven gesammelten Erfahrungen seien durch die nachfolgenden Abbildungen noch anschaulicher gemacht.

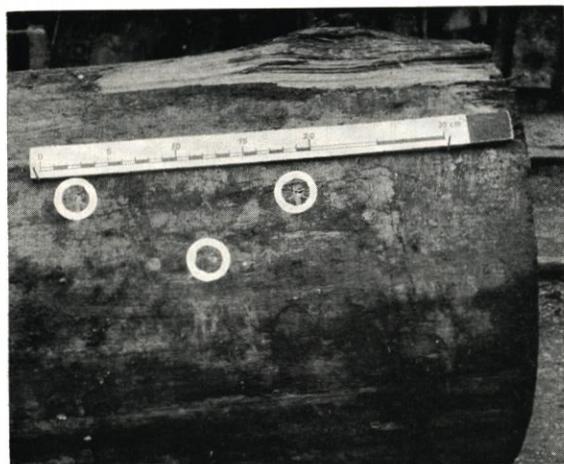
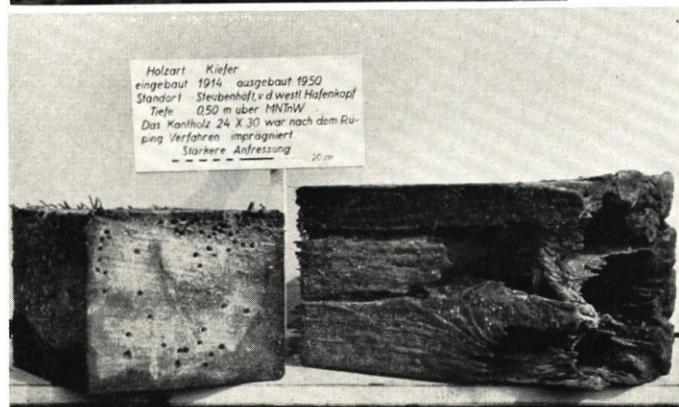


Abb. 13
Befallstärke 1: Pfahl, der nur vereinzelt von *Teredo* befallen ist, auf 20 cm Länge drei Bohrlöcher (durch Kreis gekennzeichnet)



Holzart Kiefer
eingebaut 1914, ausgebaut 1950
Standort Steubenhäfl, v. d. westl. Hafenkopf
Tiefe 0,50 m über MNTW
Das Kantholz 24 X 30 war nach dem Rupp-
ping Verfahren imprägniert
Stärkere Anfressung

Abb. 14
Befallstärke 2: Vierkantholz mit mäßigem Teredobefall, das nach 36 Jahren ausgebaut wurde



Abb. 15

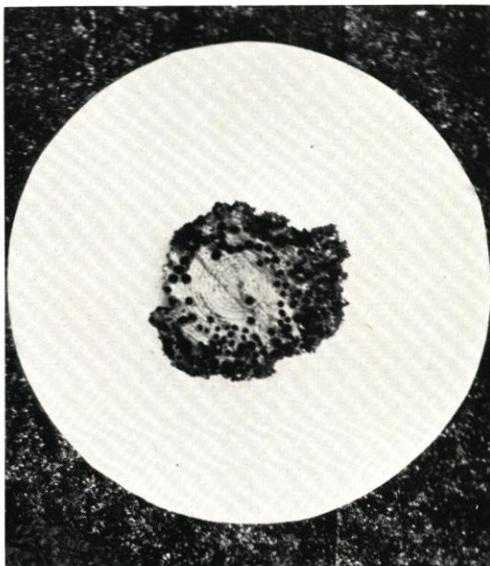


Abb. 16

Abb. 15. Von *Teredo* stark befallener Pfahl von außen gesehen. Aus der Anzahl der erkennbaren Bohrlöcher läßt sich die Befallstärke nur bei einiger Übung beurteilen. Erst durch Anschlagen des Pfahles kann man das Ausmaß der Zerstörung erkennen. — Abb. 16. Befallstärke 5: Ein Pfahl, der ausgewechselt werden muß. Früherer Durchmesser: 43 cm (weißer Kreis), verblieben: 13 cm



Abb. 17. Zangen von den vorderen Pfählen der Seebäderbrücke in Cuxhaven



Abb. 18 (Text siehe Abb. 17)



Abb. 19. Rückwärtige Zangenpartie der Seebäderbrücke Cuxhaven, etwa 0,5 m über MTnw

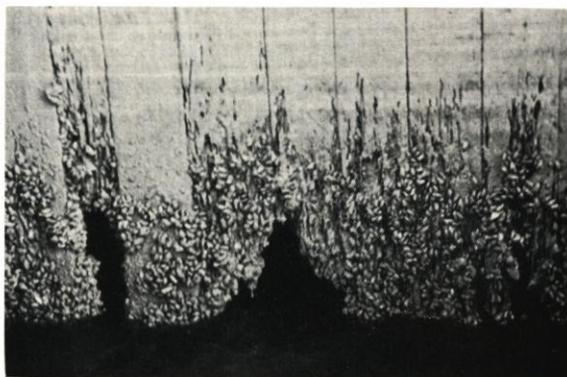


Abb. 20. Rückwärtige Spundwand der Seebäderbrücke, etwa 0,5 m über MTnw



Abb. 21. Zerstörte Pfähle im Steubenhöft, noch eingebaut (1,50 m unter MTnw). Aufnahme bei ungewöhnlichem Niedrigwasser infolge anhaltenden Ostwindes



Abb. 22. Die Abbildungen 22 bis 27 zeigen die durch die Bohrmuschel zerstörten Pfähle des Steubenhöfts (Cuxhaven) nach dem Ausbau

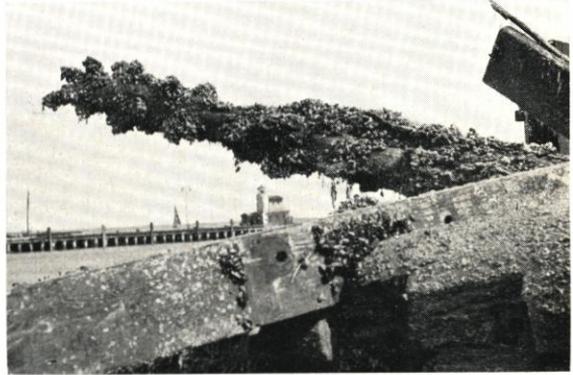


Abb. 23



Abb. 24



Abb. 25. Nordische Kiefer. Eingebaut 1914—1938

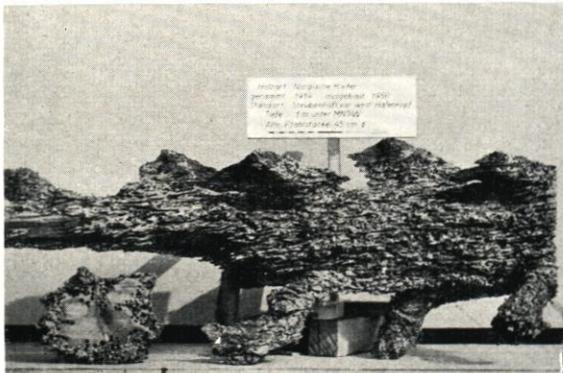


Abb. 26. Nordische Kiefer. Eingebaut 1914—1950

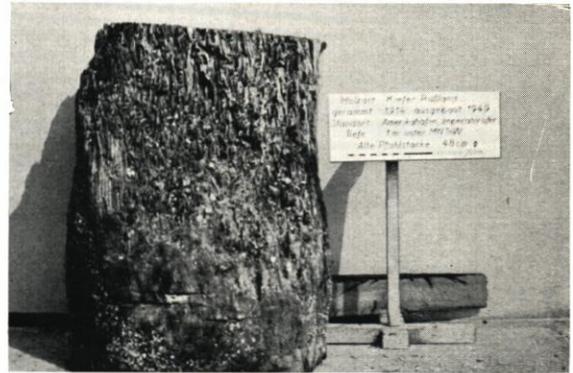


Abb. 27. Russische Kiefer. Eingebaut 1914—1949

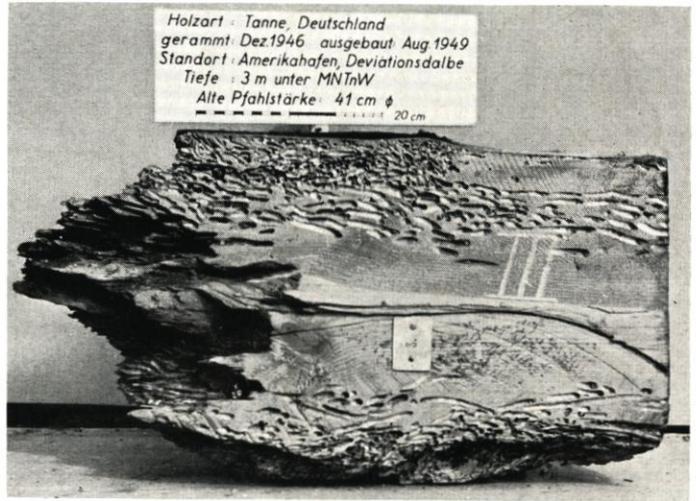


Abb. 28

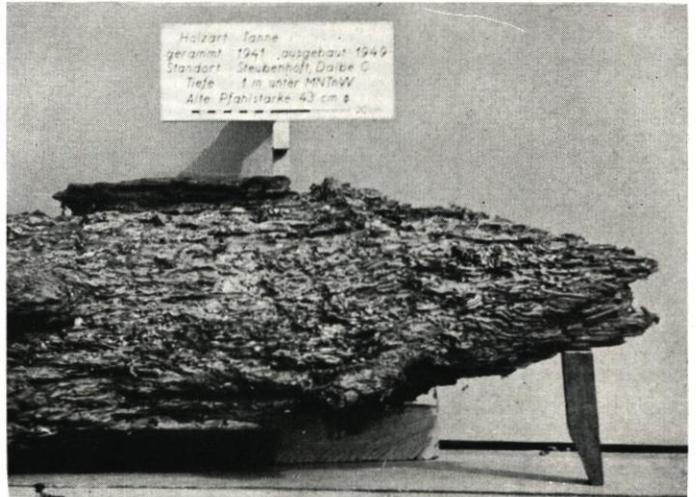


Abb. 29

Die Abbildungen 28 und 29 zeigen, daß die Kiefer wesentlich länger als die Tanne hält (vgl. Abb. 25 bis 27)

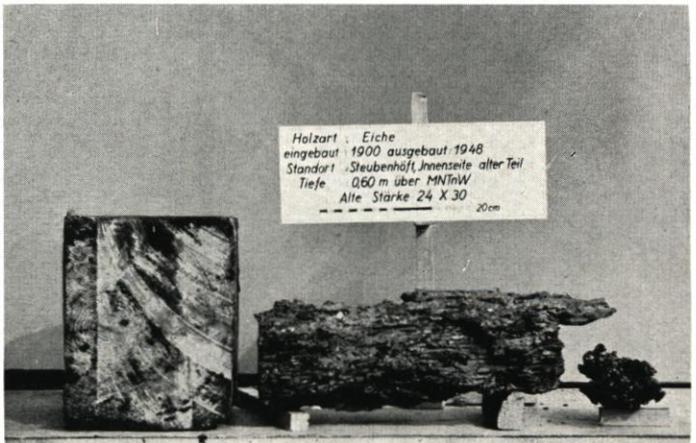


Abb. 30

Die Eiche ist zwar widerstandsfähiger als die weicheren Holzarten, aber als Kantholz ist ihre Lebensdauer auch nur beschränkt



Abb. 31

Die tropischen Hölzer sind wesentlich „bohrmuschelfester“ als die einheimischen. Eine unbedingte Sicherheit ist aber auch hier nicht gegeben

E. Schlußfolgerungen aus dem Bilanzbericht

Die im Bilanzbericht der vom Küstenausschuß Nord- und Ostsee ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe „Bekämpfung der Bohrmuschel“²⁾ erarbeiteten Erkenntnisse über die bis dahin angewendeten Maßnahmen zur Verhütung von Schäden durch *Teredo navalis* und *Limnoria lignorum* können wie folgt zusammengefaßt werden:

- a) Vermeidung von Holzbauwerken in den gefährdeten Gebieten: Auf Helgoland hat man weitgehend Beton und Stahl anstelle von Holz verwendet. Das Steubenhöft und andere Bauwerke in Cuxhaven wurden in Stahlbauweise erneuert.
- b) Schutz der Holzteile gegen das offene Wasser: Im Emdener Hafen wurde vor die Pfahlreihen der Kaimauern eine Stahlspundwandschürze gerammt; die Hohlräume wurden mit Sand verfüllt; in Helgoland sind Betonschürzen als Schutz verwandt worden.
- c) Verwendung von ausländischen Harthölzern: Auf Helgoland verwendete die frühere Kriegsmarine für frei im Wasser stehende Holzkonstruktionen australisches Hartholz (Jarrah-Holz).
- d) Imprägnierung der Hölzer mit
 1. Teeröl (Voll- oder Spartränkung)
 2. Fluor-Arsen-Salzen.
- e) Benagelung mit breitköpfigen Nägeln, ein Verfahren, das sich aber nur wenig durchgesetzt hat.

Das obige Ergebnis befriedigte nicht, denn einmal bestanden in der Anwendung brauchbarer Schutzmittel Unsicherheiten, sodann war über die praktische Verwendung der als brauchbar erkannten Mittel keine wirtschaftliche Methode bekannt. Die Arbeitsgruppe hat deshalb die bis dahin gebräuchlichen Schutzmittel auf ihre praktische Verwendbarkeit hin systematisch zu überprüfen und gleichzeitig neue Verfahren auszuprobieren begonnen.

²⁾ Leiter der Arbeitsgruppe „Bekämpfung der Bohrmuschel“ ist Regierungsbaudirektor HAHN, Cuxhaven. Mitarbeiter sind: Professor Dr. BAVENDAMM von der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbeck; Oberregierungsrat Dr. BECKER von der Bundesanstalt für mechanische und chemische Materialprüfung, Berlin-Dahlem; Regierungsbaurat KÖHLER, Vorstand des Wasser- und Schiffsamts Lübeck; Dr. KÜHL von der Bundesanstalt für Fischerei, Cuxhaven; Dipl.-Ing. KRAMER von der Forschungsstelle Norderney; Dr.-Ing. LACKNER, Bremen-Farge; Oberregierungsbaurat TILLESSEN, Vorstand des Wasserwirtschaftsamts Varel, Wilhelmshaven; Regierungsbaurat ZITSCHER vom Marschenbaumt Husum.

F. Versuchsstationen

Zu diesem Zweck wurde an fünf verschiedenen Stationen der Nord- und Ostsee eine größere Anzahl nach verschiedenen Verfahren behandelter Versuchshölzer ausgelegt. Für die Versuche wurden folgende Stationen ausgewählt:

1. Norderney, 2. Wilhelmshaven, 3. Cuxhaven, 4. List auf Sylt, 5. Holtenau.

Die Betreuung erfolgt durch die örtlichen Wasserbaubehörden in Zusammenarbeit mit dort ansässigen wissenschaftlichen Instituten. Zur Charakterisierung der örtlichen Wasser- verhältnisse werden monatlich dreimal Wasserproben entnommen, bei denen Wassertempera- tur, Salzgehalt, pH-Wert und Sauerstoffgehalt bestimmt werden.

An jeder Station wurden 2 m lange Rundhölzer von etwa 20 cm Durchmesser und eben- solche Kanthölzer 10×10 cm verwendet. Es wurden vier Holzarten: Kiefer, Fichte, Buche und Eiche für die Versuche benutzt. Die Hölzer sind so ausgelegt, daß ein größtmöglicher Be- fall durch Bohrorganismen erreicht wird. Im allgemeinen sind die Hölzer so eingebaut, daß die Einbau- bzw. Ausbaumöglichkeiten bei MTnw gegeben sind.

Um die Befallstärken an den einzelnen Stationen festzustellen, wurden außer den Ver- suchshölzern gewissermaßen als „Testhölzer“ je zwei unbehandelte Hölzer aus Weißtanne $10 \times 10 \times 100$ cm mit ausgelegt, von denen jährlich ein Stück ausgewechselt und auf Befall untersucht wird, während das andere für die gesamte Dauer des Versuchs liegen bleibt. Von allen Holzarten wurde ein Stück Rund- und Kantholz unbehandelt mit eingebaut.

Folgende Schutzbehandlungen wurden benutzt:

1. Die Volltränkung.
Bei der Volltränkung wird soviel Steinkohlen-Teeröl dem Holz einverleibt, wie es nur auf- zunehmen vermag. Die Sollaufnahme ist gleich der Istaufnahme.
2. Die Spartränkung nach dem Rüping-Verfahren.
Bei der Spartränkung sind die Sollaufnahmen an Hand praktischer Erfahrungen festgelegt worden. Sie betragen je nach Holzart 70 bis 190 kg/m³.
3. Tauchtränkung bei normaler bzw. erhöhter Temperatur mit verschiedenen ölartigen Schutz- mitteln.
4. Anwendung von Salzen im Bohrloch- bzw. Impfstichverfahren unter Druck und zusätz- lichem Anstrich.
5. Kombinationsverfahren unter Verwendung von Salzen und Harz im Kesseldruckverfahren.

Diese Verfahren wurden in Zusammenarbeit mit dem „Holzschutzkreis“, der Dachorgani- sation der chemischen Industrie für Holzschutzmittel, von folgenden Firmen ausgeführt:

- ALLGEMEINE HOLZIMPRÄGNIERUNG GMBH, Sinzheim bei Baden-Baden;
CHEMISCHE FABRIKEN AVENARIUS & CO., Stuttgart-Feuerbach, Heilbronner Straße 381;
FARBENFABRIKEN BAYER, Anwendungstechnische Abteilung, Krefeld-Ürdingen, Rheinfurterstraße 1/9;
CHEMISCHE WERKE ALBERT, Holzschutzlabor, Wiesbaden-Biebrich, Postfach 100;
CHEMISCHE WERKE HAUENSCHILD KG, Hamburg-Wandsbek 1, Holzmühlenstraße 78;
DESOWAG-CHEMIE-GESELLSCHAFT MBH, Düsseldorf, Bismarckstraße 83;
RÜTGERSWERKE AG, Frankfurt am Main 1, Mainzer Landstraße 195/217.

Die Durchführung der Schutzbehandlungen erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Nie- dersächsischen Hafenamts Cuxhaven.

Der Großversuch an den deutschen Küsten wurde durch einen Parallelversuch in der La- gune von Venedig ergänzt, da in diesem Gebiet der Befall durch Bohrorganismen erheblich stärker ist als an den deutschen Küsten und man vielleicht hierdurch zu schnelleren Ergebnis- sen gelangen kann. Durch die örtlichen Verhältnisse bedingt, wurden die Versuchshölzer bei Chioggia nicht an Brücken befestigt, sondern in zwei Flößen ausgelegt. Um das Ausmaß der

Versuche zu beschränken, wurden hier nur Kiefer und Fichte als Rund- und Kantholz verwendet. In diesen Versuch wurden zusätzlich die Firmen CHEMISCHE WERKE E. MERCK, Darmstadt, und F. W. DÖLGER, DD-WERK, Bad Kissingen, mit einbezogen.

G. Erste Ergebnisse von den Versuchsstationen

Um einen Überblick über die bisherigen Ergebnisse zu erhalten, wurde der Befall der verschiedenen Hölzer durch Bohrmuscheln und Bohrkrebse in Schaubildern für die einzelnen Stationen, soweit sie befallen waren, zusammengestellt. Hierbei wurden sechs Befallsgrade von 0

Küstenausschuß Nord- u Ostsee
Der Leiter der Arbeitsgruppe
Bekämpfung der Bohrmuschel

BEZEICHNUNG DER HOLZER DER VERSUCHSSTATION

WILHELMSHAVEN

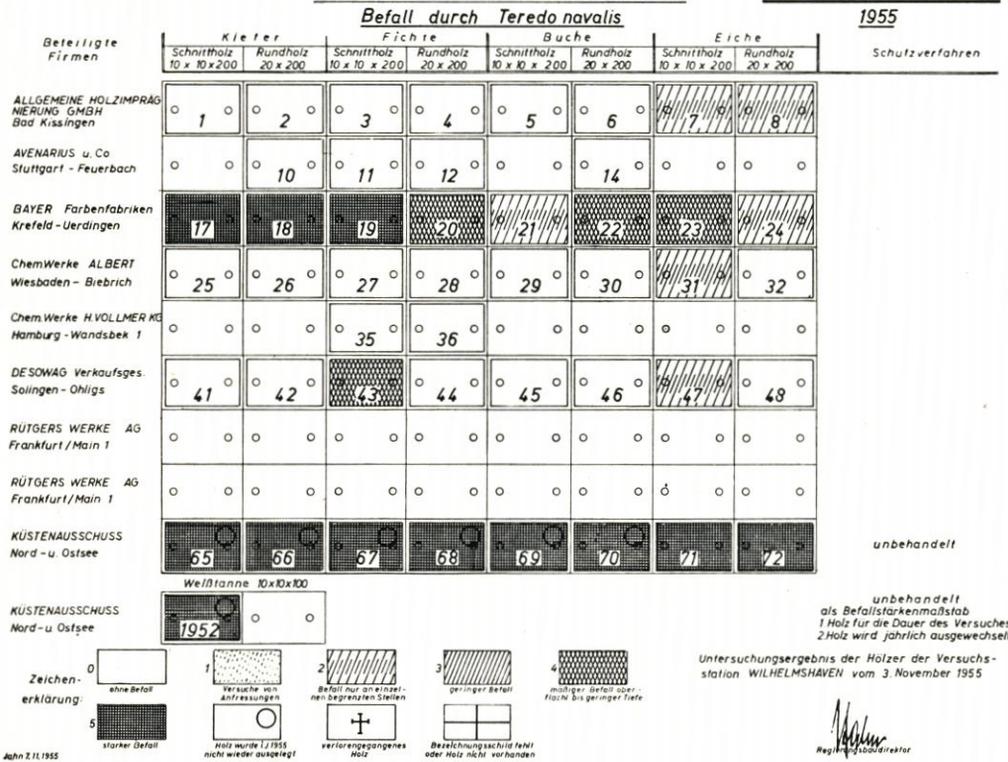


Abb. 32. Untersuchungsergebnis an den Hölzern der Versuchsstation Wilhelmshaven vom 3. Nov. 1955

(frei von Befall) bis 5 (sehr starker Befall) verwendet. Die Schaubilder, je eins von Wilhelmshaven und Italien, lassen deutlich erkennen, daß die unbehandelten Kiefern- und Fichten-Schnitt- und Rundhölzer durchweg stark von *Teredo* und *Limnoria* angegriffen wurden. In Wilhelmshaven sind auch Buche und Eiche sehr stark durch *Teredo* zerstört worden. Dagegen ist das Buchenholz in Norderney sowohl von der Bohrmuschel, als auch von den Bohrkrebse nur gering angegriffen worden, — das Buchen-Rundholz zeigt hier überhaupt keinen Teredobefall —, und auch in List sind die Angriffe durch *Limnoria* nicht so stark. Ähnliches gilt auch für das Eichenholz, das ebenfalls in Norderney und List nur geringere Zerstörungen aufweist.

Ölige Holzschutzmittel

Die von den RÜTGERS-WERKEN behandelten Hölzer waren von *Teredo* nicht befallen und im allgemeinen auch frei von *Limnoria*. An beschädigten Stellen zeigten sich in Norderney am Eichenschnittholz und in List am Fichtenschnittholz allererste Anfressungen von *Limnoria*. Lebende Tiere wurden hier nicht gefunden.

Die mit „Sotor“ durch die Firma AVENARIUS & Co. behandelten Hölzer waren im allgemeinen gut gegen *Teredo* geschützt; die Fichten-Schnitt- und Rundhölzer waren dagegen in Norderney und List von Bohrkrebsen befallen.

Ein ähnliches Bild zeigte sich auch bei den mit „HV 29“ durch die H. VOLLMER KG behandelten Hölzern, hier zeigte außerdem auch das Eichen-Schnittholz noch erste Anfressungen von *Limnoria*.

Von den mit „Xylamon T 59“ durch die DESOWAG Chemie behandelten Hölzern waren in Norderney und Wilhelmshaven die Fichten- und Eichenhölzer durch *Teredo* angegriffen worden. Dagegen waren die Hölzer gegenüber den Bohrkrebsen geschützt, lediglich das Fichten-Rundholz zeigte in List geringe Versuche von Anfressungen durch *Limnoria*, ohne daß lebende Tiere gefunden wurden.

Wasserlösliche Schutzmittel

Die Behandlung der Versuchshölzer mit „Wolmanit UABP“ der Firma ALLGEMEINE HOLZ-IMPRÄGNIERUNGS GMBH und mit „Basilit UA Spezial-KBF-Harz“ der FARBENFABRIKEN BAYER sowie mit dem Präparat „ZA 2“ der CHEMISCHEN WERKE ALBERT gewährte keinen ausreichenden Schutz gegen *Teredo* und *Limnoria*.

Vergleicht man die in Norderney, Wilhelmshaven und List gefundenen Ergebnisse mit denen aus der Adria, so zeigt sich eine in den wesentlichen Punkten sehr gute Übereinstimmung.

Über die Ergebnisse an der Station in der Venezianischen Lagune Chioggia läßt sich folgendes sagen:

Wie die Zusammenstellung zeigt, sind die unbehandelten Hölzer alle sehr stark von *Teredo* und *Limnoria* und *Chelura* befallen (Befallsgrad 5). Bemerkenswerte Unterschiede waren bei den verschiedenen Hölzern nicht festzustellen. Es sei übrigens bemerkt, daß nicht unbedingt die unbehandelten Hölzer immer am stärksten befallen sein müssen.

Aus der Zusammenstellung geht ferner hervor, daß nicht alle angewandten Schutzmittel in gleicher Weise auf Bohrmuscheln und Bohrasseln wirken, wie es bereits oben angegeben war.

Im ganzen gesehen war der Schutz bei Kiefernholz besser als bei Fichtenholz. Während im Falle der Kiefer das Schnittholz etwas besser geschützt zu sein scheint als das Rundholz, ist bei Fichte das Schnittholz — im Durchschnitt der Versuche — etwas stärker befallen als das Rundholz.

Im einzelnen zeigen sich folgende Ergebnisse:

Ölige Holzschutzmittel

Die beiden Anwendungsformen von „Schwerem Steinkohlenteeröl“ durch die RÜTGERS-WERKE AG haben den sichersten Schutz ergeben. Sämtliche Versuchshölzer waren bei der Kontrolle nicht befallen.

Die Behandlung mit „Sotor“ durch die Firma R. AVENARIUS & Co. und mit „HV 29“ durch die CHEMISCHE FABRIK HAUENSCHILD schützten die Hölzer bis auf Befall durch Bohrmuscheln und Bohrasseln an einzelnen begrenzten Stellen im Fichtenschnittholz; die anderen drei Hölzer waren jeweils ohne jeden Befall.

„Xylamon T 59“ der DESOWAG-CHEMIE-GMBH versagte in der angewandten Form gegen-

ITALIEN

Befall durch Tereidiniden

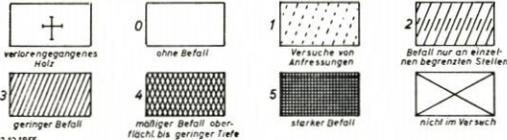
Befall durch Chelura und Limnoria

K I E F E R F I C H T E

K I E F E R F I C H T E

| | K I E F E R | | | | F I C H T E | | | |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | Rundholz Ø 20 x 200 cm | Schnittholz 10 x 10 x 200 cm | Rundholz Ø 20 x 200 cm | Schnittholz 10 x 10 x 200 cm | Rundholz Ø 20 x 200 cm | Schnittholz 10 x 10 x 200 cm | Rundholz Ø 20 x 200 cm | Schnittholz 10 x 10 x 200 cm |
| Allg. Holzimprägnierung | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Avenarius & Co | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Farbenfabrik Bayer | 9 | 10 | 11 | 12 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Chem. Werke Albert | 13 | 14 | 15 | 16 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Chem. Werke Hauenschildt | 17 | 18 | 19 | 20 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Chem. Fabrik E. Merck | 21 | 22 | 23 | 24 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Desowag Verkaufsgesellsch. | 25 | 26 | 27 | 28 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Rütgerswerke A. G. | 29 | 30 | 31 | 32 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Rütgerswerke A. G. | 33 | 34 | 35 | 36 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| Küstenausschuß | 37 | 38 | 39 | 40 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Dölger DD-Werk G.m.b.H. | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Dölger DD-Werk G.m.b.H. | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |

Zeichenerklärung:



Untersuchungsergebnis der Hölzer der Versuchsstation Chioggia/Italien in der Zeit vom 26. 9. bis 1. 10. 1955

KÜSTENAUSSCHUSS NORD- UND OSTSEE
Der Leiter der Arbeitsgruppe
Bekämpfung der Bohrmuschel

Wolman
Regierungsbaudirektor

Abb. 33. Untersuchungsergebnis an den Hölzern der Versuchsstation Chioggia/Italien in der Zeit vom 26. 9. bis 1. 10. 1955

über *Teredo*; nur das Kiefern-schnittholz war noch frei von Befall. Dagegen wurde an keinem der Hölzer *Limnoria* und *Chelura* beobachtet.

Ähnlich war das Ergebnis mit „Anyten“ der CHEMISCHEN FABRIK E. MERCK. Die Zerstörungen durch *Teredo* waren — im ganzen gesehen — noch etwas stärker als bei „Xylamon T 59“. Gegen *Limnoria* und *Chelura* war jedoch das mit „Anyten“ behandelte Holz ebenfalls noch sicher geschützt.

Wasserlösliche Schutzmittel

Von den beiden mit einem „Spezial-UA-W-Gemisch“ behandelten Fichtenkänthölzern der Firma F. W. DÖLGER war das zusätzlich mit Bohrlochfüllungen und nach Abtrocknen mit einem besonderen Anstrich versehene Holz ohne Befall. Das andere Holz zeigte Versuche von Anfrassungen durch Bohrmuscheln und Bohrrasseln.

Die Behandlung mit „Wolmanit UABP“ der Firma ALLGEMEINE HOLZIMPRÄGNIERUNG GmbH war in der angewandten Form unzureichend. Dabei war der Befall durch *Limnoria* in allen drei Holzproben vergleichsweise etwas stärker als der Befall durch *Teredo*.

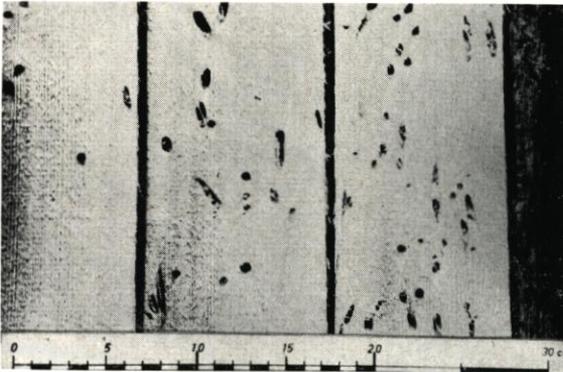


Abb. 34. Das Testholz aus dem Jahre 1952/53 der Station Wilhelmshaven, zerschnitten in 10 mm starke Scheiben. Auf den drei linken 10 mm starken Scheiben ist der Befall durch *Teredo* deutlich sichtbar

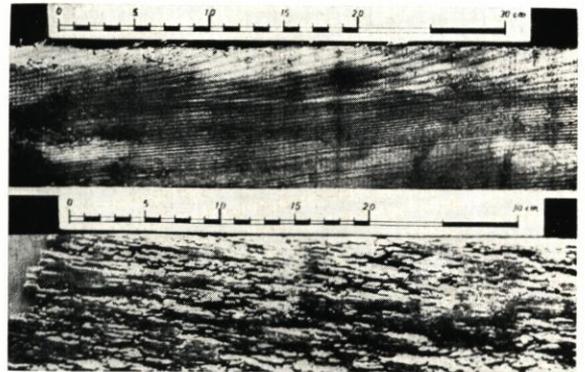


Abb. 35. Jahrestestholz 1953 von List auf Sylt; auf dem unteren Holz ist sehr deutlich der Angriff durch *Limnoria* sichtbar, die bis zu einer Tiefe von 10 mm (wie das obige Holz zeigt) eingedrungen ist



Abb. 36. Fichtenrundholz, unbehandelt, der Station Wilhelmshaven, das von Frühjahr 1953 bis Herbst 1955 ausgelegen hat und diesen starken Befall von *Teredo* zeigt. Praktisch ist das Holz innerhalb von drei Jahren aufgezehrt

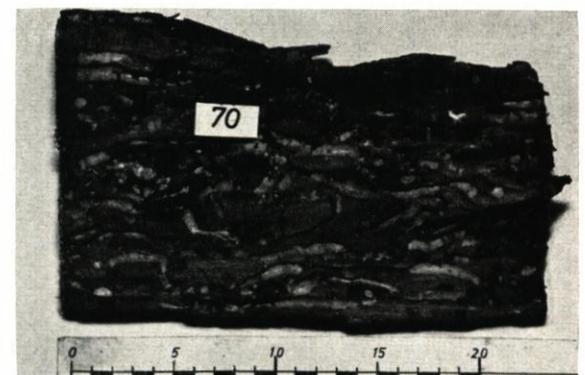


Abb. 37. Ausschnitt aus einem unbehandelten Buchenrundholz der Station Wilhelmshaven, das ebenfalls in dem gleichen Zeitraum völlig zerstört ist



Abb. 38. Die auf Land gezogenen Flöße der Station Italien



Abb. 39. Unbehandeltes Fichten-Schnittholz, bei dem eine große Anzahl von Kalkgängen freigelegt ist. Die Kalkgänge lagen bis zu 15 cm im Holz und sind von *Chelura* und *Limnoria* freigelegt. Die Hölzer haben nur zwei Jahre ausgelegen

Die mit dem Präparat „ZA 2“ der CHEMISCHEN WERKE ALBERT behandelten Hölzer waren ebenfalls sämtlich angegriffen; drei von ihnen waren von Bohrmuscheln zerstört. Der *Limnoria*-befall war hier schwächer als der *Teredo*-befall.

Die Kombinationsbehandlung mit „Basilit UA Spezial-KBF-Harz“ der FARBENFABRIKEN BAYER hat sowohl gegen *Teredo* als auch gegen *Limnoria* und *Chelura* versagt.

Zur Illustrierung des eben Vorgetragenen dienen die Abbildungen 34—39.

H. Hydrographische Betrachtungen

Um festzustellen, ob und welche Beziehungen zwischen den hydrographischen Daten, dem Auftreten der einzelnen Schädlinge und den oft starken Schwankungen im Befall vorhanden sind, wurden, wie bereits oben erwähnt, an den einzelnen Stationen neben der laufenden Beobachtung und Untersuchung der Hölzer regelmäßig Wasserproben entnommen, die auf den jeweiligen Salzgehalt, die Temperatur, den pH-Wert und den Sauerstoffgehalt untersucht wurden.

Auffallend war z. B., daß in den Jahren 1953 bis 1955 der Befall in Cuxhaven bei *Teredo* auf 0—1 zurückgegangen war, während 1947 bis 1949 der stärkste Befall 4—5 betrug.

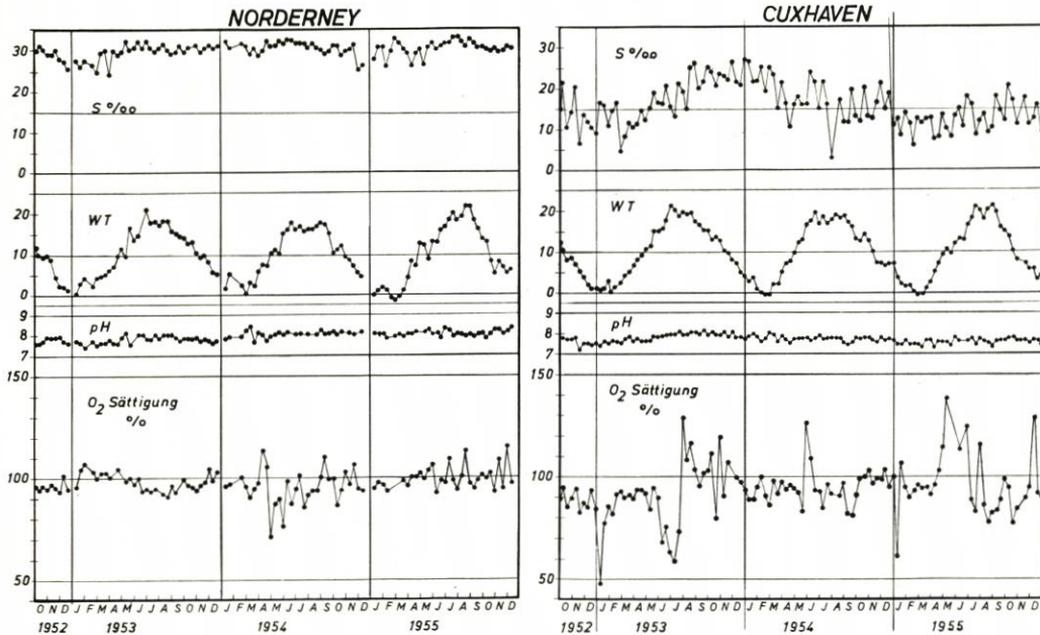


Abb. 40. Hydrographische Daten der Jahre 1952—1955 für Norderney und Cuxhaven

Limnoria war jedoch in der ganzen Zeit nie aufgetreten. In der gleichen Zeit zeigte aber Norderney sowohl *Teredo*- als auch *Limnoria*-Befall. Das Schaubild der hydrographischen Daten (Abb. 40) für Norderney und Cuxhaven zeigt für den gleichen Zeitraum wesentliche Unterschiede. Norderney zeigt einen ziemlich gleichmäßigen Verlauf. Die Werte für Salzgehalt liegen im Sommer meist über 30 ‰, in den Winter- bzw. Frühjahrsmonaten sinken sie bis auf 25 ‰. Die Wassertemperaturen sind im Januar/Februar am niedrigsten, die Werte liegen bei 0° C. Im Juli bis September werden meist 18° C erreicht; nur für kurze Zeit können die Was-

sertemperaturen auch über 20° C ansteigen, was für die Entwicklung von *Limnoria* bedeutungsvoll ist. In Cuxhaven bewegen sich die Oberflächen-Wassertemperaturen zwischen — 0,5° C im Januar bis März und 22° C im Juli/August. Abgesehen davon, daß längere Eiswinter schädigend auf den Teredobestand einwirken, sind die Unterschiede der Wassertemperatur gegenüber den früheren Jahren nicht so groß, daß dadurch eine ausreichende Erklärung für diese unterschiedliche Befallstärke gegeben wäre. Vergleicht man jedoch den Verlauf der Salzgehaltskurve der letzten Jahre mit denen der früheren Jahre, so zeigen sich hier wesentlich größere Schwankungen als bei den Temperaturen, was hauptsächlich von der Wasserführung der Elbe abhängt. In den Jahren 1954 bis 1955 lagen die Salzgehalte von Juni bis Oktober meist unter 20 ‰, oft sogar unter 15 ‰. Im Jahre 1953 stieg der Salzgehalt von August ab über 15 ‰. Herr Dr. KÜHL, Cuxhaven, Mitglied der Arbeitsgruppe, hat die Ergebnisse der einzelnen Stationen ausgewertet und wird an anderer Stelle darüber berichten. Dr. KÜHL, der mir dankenswerterweise zur Vervollständigung dieses Berichts die Unterlagen zur Verfügung gestellt hat, kommt unter anderem zu dem Schluß, daß für die Schwankungen die hydrographischen Daten die bedeutendste Rolle spielen und hierbei neben den Wintertemperaturen (Eisgang) besonders der Salzgehalt. Der Neubefall ist groß, wenn zur Zeit der Fortpflanzung der *Teredo navalis* der Salzgehalt für längere Zeit über 15 ‰ liegt. Kommen hierzu noch länger andauernde höhere Temperaturen, etwa über 20° C, so kann man, wie im Jahre 1947, mit sehr starkem Befall rechnen. Es ist dann möglich, daß innerhalb von zwei bis drei Jahren stärkste Zerstörungen auftreten. Da die Terediniden zwei bis drei Jahre leben, können diese Zerstörungen also von einem einzigen Brutfall herrühren, wenn die dazwischen liegenden Winter-Wassertemperaturen nicht zu niedrig sind.

Anders liegen die Verhältnisse bei *Limnoria*. *Limnoria* verlangt einmal stärkeren Salzgehalt als *Teredo*, ist aber gegen Temperaturen über 20° C sehr empfindlich. Deshalb ist wahrscheinlich *Limnoria* niemals in Cuxhaven aufgetreten.

I. Schlußbetrachtung

Die Ergebnisse, sowohl an den deutschen Stationen als auch an dem Parallelversuch in Italien haben bestätigt, daß im großen und ganzen solche Hölzer, die mit Teeröl-Volltränkung imprägniert sind, gegen die Angriffe der marinen Holzzerstörer geschützt sind. Leider sind die Versuche mit den übrigen Chemikalien zum großen Teil negativ ausgelaufen, wenn auch mit Rücksicht auf die kurze Zeit noch nicht abschließend über alle Mittel geurteilt werden kann. Das positive Ergebnis mit der Teeröl-Volltränkung ist jedoch deswegen nicht voll befriedigend, weil es zwar für Konstruktionshölzer von geringeren Längen durchaus brauchbar ist. Für die vielen jedoch im Seebau und speziell im Hafenbau benötigten großen und starken Abmessungen (man denke nur an die vielen Rammpfähle von 50 cm Durchmesser und mehr als 20 m Länge) ist dieses Verfahren in der Praxis deshalb kaum anwendbar, weil einmal das Holz tränkeif sein muß, was bei den starken Abmessungen kaum vor einem Jahr Lagerung möglich ist. Sodann kann eine solche Tränkung nur auf den Imprägnierwerken selbst und niemals an der Baustelle vorgenommen werden. Das Verfahren erfordert daher neben den preislichen Nachteilen erhebliche Zeitspannen. Welche Termschwierigkeiten bei größeren Bauvorhaben neben den finanziellen damit verbunden sind, braucht nicht näher erläutert zu werden. Hinzu kommt, daß die Teeröl-Volltränkung eigentlich nur bei Kiefer und Buche vollen Erfolg bringt, während die Struktur der weichen Hölzer, Tanne und Fichte, für eine Tränkung ungeeignet ist. Die Weichhölzer müssen aber heute im großen Maße als Ersatz für die immer seltener werdende starke Kiefer genommen werden. Auch die Struktur der Eiche ist für die Tränkung nicht geeignet.

Die Arbeitsgruppe hat deshalb der an den bisherigen Versuchen beteiligten Schutzmittel-Industrie das Zwischenergebnis — die Versuche laufen weiter — mitgeteilt und sie gleichzeitig gebeten, weitere Schutzmittel zu entwickeln und für neue Versuche zur Verfügung zu stellen. Das Ziel muß bleiben, ein Verfahren zu finden, das möglichst auf jeder Baustelle anwendbar ist und nicht nur für die Kiefer, sondern möglichst auch für Weichhölzer verwendet werden kann.

Für die Zwischenzeit — bis zum Vorliegen neuer Ergebnisse — kann für die bohrmuschelgefährdeten Zonen folgendes empfohlen werden:

1. Möglichst wenig Holz verwenden, wo angängig statt dessen Stahl, Stahlbeton oder Stein nehmen. (Vielleicht ist auf diese Weise auch ein Rückgang der Bohrmuschel zu erreichen, weil ihr dann die natürlichen Nahrungsgründe fehlen.)
2. Wenn trotzdem aus bestimmten Gründen Holz notwendig ist, entweder vollgetränktes Kiefernholz oder diesem gleichwertige ausländische Harthölzer verwenden. Nach den in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen sind die ausländischen Harthölzer nicht wesentlich teurer als vollimprägnierte Kiefernholz.
3. Für Schnittholz kann neben der Kiefer besonders mit Teeröl vollimprägnierte Buche empfohlen werden. Sie ist den tropischen Harthölzern gleichwertig.
4. Weichhölzer — Tanne und Fichte — sind ungeeignet, da sie in kürzester Zeit zerstört sind und sicher wirkende Schutzmittel für diese Hölzer heute noch nicht angegeben werden können.

Schriftenverzeichnis³⁾

1. BECKER, G.: Die Bohrmuschel *Teredo*, der gefährlichste Holzzerstörer an deutschen Küsten. Holz als Roh- und Werkstoff I, 7, 1938.
2. BECKER, G.: Holzschutzaufgaben gegen Meerwasser-Schädlinge. Zeitschr. f. Hygienische Zoologie 36, H. 4—8, 1944.
3. HAHN, A.: Bilanzbericht über Vorkommen und Bekämpfung der Bohrmuschel und anderer tierischer Holzschädlinge unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an der deutschen Nord- und Ostseeküste. Küstenausschuß Nord- und Ostsee — Arbeitsgruppe „Bekämpfung der Bohrmuschel“. Cuxhaven 1953.
4. HARDY, E.: Studies of Harbour Borers. Dock & Harbour Auth., 18, 1948.
5. JAHN, KÜHL und OSTENDORFF: Über die Bohrmuschel *Teredo* in der Elbmündung. Als Manuskript vervielfältigt 1951 mit einem Nachtrag für die Jahre 1951/52.
6. JAY, B. A.: Marine Borers and Methods of Combating Them. Dock & Harbour Authority, Dezember 1952.
7. KÜHL, H.: Über den Bohrmuschelbefall in Fischkuttern. Fischereiwelt H. 9, 1951.
8. KÜHL, H.: Unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die Biologie der Tereidiniden. Hansa 89, H. 1/2, 1952.
9. Küstenausschuß Nord- und Ostsee — Arbeitsgruppe Bohrmuschel: Bericht über Versuche mit Holzschutzmitteln gegen marine Holzzerstörer in der Venezianischen Lagune. September 1952.
10. Küstenausschuß Nord- und Ostsee — Arbeitsgruppe Bohrmuschel: Bericht über die Auswertung der Versuchshölzer an den Stationen A—E der deutschen Nord- und Ostseeküste. November 1955.
11. LAUCHT: Der gegenwärtige *Teredo*-Befall in der Elbemündung. Hansa 88, H. 50, 1951.
12. LUETJOHANN, E.: Ergebnisse der Taucheruntersuchung der 800-m-Kaimauer im Binnenhafen Holtenau. Hansa 89, H. 25/26, 1952.
13. MAHLKE u. TROSCHEL: Handbuch der Holzkonservierung. 3. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950.
14. MEYER: Holzschutz gegen die Bohrmuschel durch Xylamon. Forstl. Wochenschr. „Silva“ Nr. 29, 1935.
15. NN: *Teredo* and *Lymnoria*. Marine News 1950.

³⁾ Das Verzeichnis führt nur das neuere Schrifttum auf.

16. ROCH, F.: Die Holzschädlinge der Meeresküsten und ihre Bekämpfung. Zeitschr. Verein deutscher Ingenieure Nr. 3, 1926.
17. ROCH, F.: Die Holz- und Steinschädlinge der Meeresküsten und ihre Bekämpfung. Veröff. Medizinalverw. Berlin Bd. 24, H. 2, 1927.
18. SCHNEIDER: Baustoffangriffe in Wilhelmshaven. Jahrb. Hafenbautechn. Gesellsch. 1937.
19. TIMMERMANN, E. H. A.: Houtvernielers in zee- en brakwater. Polytechn. tijdschr. Uitg. B. 11, H. 5/6, 1956.
20. WINDOLF: Der Bohrwurmbefall an Holzbauten in den Cuxhavener Häfen. Werft-Reederei-Hafen H. 24, 1936.