

Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft.

12. Jahrgang.

Nov./Dez. 1914.

11./12. Heft.

Abhandlungen und kleinere Mitteilungen.

Die Bohrmuschel (Genus *Teredo* Linné).

Von Dr. F. Moll.

Mit 12 Abbildungen.

I. Geschichtliches.

a) Alte Geschichte.

Die Bohrmuschel gehört zu den Tieren, welche am frühesten die Aufmerksamkeit des Menschen erregt haben. Man findet in Abhandlungen aus neuerer Zeit häufig die Vermutung ausgedrückt, daß sie in Europa erst etwa seit Anfang des 18. Jahrhunderts, wo sie die holländischen Deiche stark angriff, aufgetreten sei, und daß sie wahrscheinlich durch Schiffe aus Amerika oder Indien eingeschleppt worden sei. Wenn man aber die zahlreichen Stellen in der älteren Literatur ansieht, so nimmt es geradezu Wunder, wie ein so bekanntes Tier für fast ein Jahrtausend so vollständig aus dem Gesichtskreise der Ingenieure und Naturforscher verschwinden konnte, daß seine Auffindung im Jahre 1700 geradezu als eine neue Entdeckung angesehen wurde.

Für die Dichter und Schriftsteller des klassischen Altertums ist der Bohrwurm ein beliebter Vorwurf zu ihren Vergleichen. Das Wort „*Teredo*“ bedeutet zwar zunächst allgemein den „Bohrer“, welcher das Holz zerstört und bildet einen Sammelbegriff für die Bohrmuschel (*Teredo* im engeren Sinne), Käferlarven (in römischer Bezeichnung „*Cossus*“), die Klopfkäfer (*Tripes*) und die Ameisen, bezw. Termiten (*Tarmes*). Aus den Kommentaren der Scholasten und Grammatiker läßt sich aber erkennen, daß auch dort, wo solches geschieht, doch vorwiegend an unsere Bohrmuschel gedacht wurde. In der Heiligen Schrift wird der *Teredo* an drei Stellen erwähnt. Die erste Stelle findet sich im Vulgata-Texte, 2. Könige 23, Vers 8: „*Ipse est quasi tenerrimus ligni vermiculus, qui octingentos interfecit impetu uno*“. Die Übersetzung dieser Stelle ist unsicher. Im griechischen Text (Septuaginta) stehen

zwei Stellen: Sprüche 12, Vers 4 und Sprüche 25, Vers 20. Nach der lateinischen Übersetzung heißen sie: „Sicut in ligno vermis, sic virum perdit mulier maleficia“ (Wie der Wurm das Holz, so verdirbt ein häßliches Weib den Mann) und „Sicut tinea in vestis et vermis in ligno ita tristitia viri laedit cor“ (Wie die Motte das Kleid und der Wurm das Holz so zerstört Traurigkeit das Herz des Mannes). Die letzte Stelle wird unter anderm auch von Origines in seiner Arbeit über das Matthäusevangelium, von Augustinus in der Schrift: „De civitate Dei“ und von Hieronymus im „Jesaias“ zitiert. In ganz ähnlicher Weise schreibt der römische Dichter Publius Ovidius Naso aus seiner Verbannung: „Wie vom Teredo zerfressen werden die im verborgenen beschädigten Schiffe, wie die Wellen der Salzflut die Meeresfelsen aushöhlen, — so leidet mein Herz Pein an den beständigen Bissen der Sorge; von welcher es ohne Ende zerfressen wird“. Weiter möge der Dichter Aristophanes genannt sein, der in den „Rittern“ eine der Trieren (große dreiruderige Schiffe) singen läßt: „Gott behüte, mich soll er nicht kriegen und wenn's nötig ist, so will ganz vom Wurm zerfressen ich lieber altern an diesem Ort!“ Cicero (De natura deorum II) braucht den Teredo, um an ihm die wunderbare Einrichtung der Natur zu beweisen: „Je verschiedener — uns unbekannt — die Arten des Zugrundegehens des *Teredo marinae* sind, um so törichter ist deine Annahme über die Unvollkommenheit und das Übel, das deren Wesen bedrückt, um so törichter auch deine Annahme, daß es einen vollkommenen *Teredo* gäbe“.

Bei den in naturwissenschaftlichen Schriften zu findenden Stellen muß bemerkt werden, daß bis gegen das Jahr 1700 hin der *Teredo* nicht als Muschel angesehen, sondern unter den alten Sammelbegriff „Insekta“ eingereiht wurde. Theophrastus, der Schüler des Aristoteles (371—286 v. Chr.) schreibt in der Naturgeschichte der Gewächse: „Fichtenholz wird mehr als Tanne vom *Teredo* angegriffen, denn die Tanne ist bitterer als die Fichte. Ganz sicher vor seinen Angriffen ist nur das Olivenholz. Auf dem Lande zerstören die Würmer das Holz, auf dem Meere der *Teredo*. Dieser hat einen großen Kopf und große Zähne (die beiden Schalen). Gegen die Würmer auf dem Lande kann man sich durch Anstriche mit Pech helfen, gegen den *Teredo* sind alle Mittel vergeblich. — Doch gehen die Holzwürmer nicht gerne an stark riechende bittere harte Hölzer“. Auch Aristoteles scheint nach seinen Kommentatoren zu urteilen, den *Teredo* gekannt zu haben. Von lateinischen Schriften ist die bedeutendste Quelle die Naturgeschichte des Plinius. Hier heißt es (Kap. XL, Abs. 1) von den Schalen: „Welche (feinen) Zähne setzte die Natur dem *Teredo* an, um damit die Eichenstämme zu durchbohren“, ferner (Abs. 78):

„Auf dem Lande sind Feinde des Holzes die Käfer und die Würmer, in dem Meere der *Teredo*“. In Buch VII, Kap. 48 teilt Plinius mit, daß nach dem Zeugnis des Klitarchus die Mauern von Babylon, welche zum Teil im Wasser lagen, durch den *Teredo* zerstört worden seien. Ferner wunderte er sich, daß ähnliches bisher nicht dem auf Pfählen in den Hafen hineingebauten Theater des römischen Königs Servius Tullius geschehen sei, trotzdem dieses nun schon bald 500 Jahre bestünde. Klitarchus, wahrscheinlich der bekannte Begleiter Alexanders des Großen, soll sogar ein eigenes Werk über den *Teredo* verfaßt haben: „*Eucomium Teredinis*“, zu deutsch: Lobrede auf den Bohrwurm. In diesem soll von einer Expedition berichtet worden sein, welche ein Holz suchen sollte, das dem *Teredo* widerstünde. Auf der Insel Tylos im roten Meere habe sie solches auch wirklich gefunden. Weitere Mitteilungen über den *Teredo* finden sich in dem „*Lexikon*“ des Suidas, in der *Deipnosophistica* des Athenaeus (auf eine Schrift des Calepinus: *Hippiatria* zurückweisend) und in der Naturgeschichte des Alianus, der einen gewissen Ctesias als Gewährsmann nennt.

Von da ab scheint die Bohrmuschel in Vergessenheit zu geraten. Weder die späteren griechischen, lateinischen und arabischen naturwissenschaftlichen und technischen Schriften (Avicenna, Galenus, Vegetius) noch die mittelalterlichen Schriften, welche vollkommen abhängig von Aristoteles und Vitruvius sind, erwähnen den *Teredo*. Erst die großen naturgeschichtlichen Werke des Aldrovandus (1602), Lister (1669), Moufetus (1634) und Ruellius (1534) nennen unter den „Meeresinsekten“ auch wieder den *Teredo*, ohne aber näher auf ihn einzugehen. Um 1600 herum bringen die großen Seefahrer die Kunde von dem Wurm, der die Schiffe zerstört, als etwas ganz Neues, Ungewöhnliches, nach Europa. Der Arzt Nicolas Monardus schreibt 1562, also kurze Zeit nach der Entdeckung Amerikas durch Columbus, daß in Westindien die Schiffe stark unter einem Bohrwurm zu leiden hätten, daß es aber dort, und zwar vor allem auf den Inseln Cuba und Havanna Hölzer von der Art der Myrten gäbe, welche diesen Würmern widerstünden. Im Jahre 1610 wird in England ein Privileg auf den Schutz von Schiffen durch Blechbekleidungen erteilt, und bald danach wird auch die Konstruktion von Schiffen mit doppelten Wänden und doppeltem Boden bekannt. Nach Petrus Martyr (1516) zimmerten sich die Eingeborenen der westindischen Inseln ihre Boote aus dem Holze des Zitronenbaumes. Eine sehr interessante Stelle in der schottischen Chronik des Hector Boece bezeichnet den *Teredo* als das Junge eines Seevogels namens Klaik. Klaik ist aber der Volksname für die Entenmuschel (*Balanea*), die geradezu als See-Ente bezeichnet wird, wie denn claike auch das Geschrei der Wildente

bedeutet. Aus der „nederlandschen Historie“ des P. C. Hooft erfahren wir, daß schon 1580 in Holland, vor allem in der Provinz Seeland, Beschädigungen an den Deichen festgestellt wurden, ohne daß man aber damals den Ursachen auf den Grund ging. Der Naturforscher Johnston erzählt 1660, daß die Schiffe der Republik Venedig im Hafen von Alexandria sehr unter dem Wurm zu leiden hatten. Das „Journal des Savans“ führt im Jahre 1666 eine größere Reihe von Schutzmitteln auf, darunter folgende: Bekleidungen des Holzes mit Blei- oder Eisenblech, Einschlagen von Nägeln mit breiten Köpfen, Anstriche mit Fichtengalle und mit bitteren Stoffen (Amertune), Schiffe sollen eine doppelte Haut erhalten, zwischen welche Talg, Asche, Kohle usw. eingefüllt wird, auch sei das in Portugal übliche Ankohlen des Holzes zu empfehlen. Montanus, welcher im Jahre 1671 ein groß angelegtes Werk über Amerika schreibt (De nieuwe Wereld), verbreitet sich darin ausführlich über den Bohrwurm, und führt einige in Westindien wachsende Hölzer an, welche infolge ihrer Bitterkeit vom *Teredo* nicht zerfressen würden.

Waren bis dahin die Mitteilungen über den Bohrwurm ohne Zusammenhang, so bringen die Jahre von 1700 bis 1750 eine fast ununterbrochene Folge kleinerer und größerer Abhandlungen. Den Anstoß dazu gaben einige, im Grunde nicht bedeutende Zerstörungen der Muschel an den Deichen, welche in Holland zum Schutze der flachen Küsten errichtet worden waren. Die ersten Deiche dieser Art, bei welchen das aufgeschüttete Erdreich durch eingerammte Pfähle vor dem Anprall der Wellen gesichert wurde, waren im Jahre 1560 errichtet worden. Weitere Bauten waren in den Jahren 1610, 1629, 1657, 1663 und 1690 gefolgt. An den Pfählen nun hatten sich schon 1580 Beschädigungen gezeigt, die aber anscheinend bald ausgebessert worden waren. Als sich gegen 1700 neue Schäden bemerkbar machten, saßen die großen Handelssherren und die Bürger fest auf ihren Geldsäcken (vergl. Schiller: Egmont etc.) und weigerten sich, die zu den Ausbesserungen notwendigen Summen zu bewilligen. Es mußte eine besondere Deichkommission eingesetzt werden, und diese fand denn auch das richtige Mittel den Geldsack zu öffnen. Die Berichte der Kommission und die ihnen entnommenen Abhandlungen zeitgenössischer Schriftsteller wissen sich nicht genug zu tun in immer furchtbareren Ausmalungen der „erschröcklichen Plage“, die die Niederlande betroffen. Zwar fanden sich auch einige, welche die Schauermärchen prüften und auf ihren wahren Wert zurückführten, so der Franzose Rousset in einer auch heute noch sehr lesenswerten Schrift; aber die Hauptsache wurde erreicht, die Kommission erhielt die geforderten Summen bewilligt.

b) Arbeiten über den Bohrwurm von 1700 bis 1848.

Im Jahre 1733 veröffentlichte Sellius ein umfangreiches Werk „Historia naturalis de Teredinis seu Xylophagis“, in welchem alles, was bis dahin über das Tier bekannt war, übersichtlich zusammengestellt und durch umfangreiche eigene Studien am Meere ergänzt und teilweise berichtigt worden ist. Das Werk Sellius ist bis heute seinem Umfange und der Sorgfalt seiner Durcharbeit nach unübertroffen geblieben. Eine Reihe Abhandlungen der folgenden Jahre sind fast wörtlich aus ihm entnommen. Es würde zu weit gehen, alle Arbeiten dieser Zeit hier einzeln zu besprechen. Sellius selbst stützt sich nur, wo es unumgänglich notwendig ist, auf ältere Arbeiten. Zu diesen gehört das durch wundervolle Abbildungen ausgezeichnete Werk des Leibarztes der Königin Elisabeth von England, Lister, über die englischen Muscheln. In ihm wird der *Teredo* zum ersten Male, und zwar auf Grund seiner Eingeweide, zu den Muscheln gestellt. Bonnani, ein italienischer Gelehrter, gibt (1684) diese Entdeckung mit einigen Abbildungen zur Belustigung seiner Leser wieder. Malpighi untersucht die Eier des *Teredo* (1679). Vallisneri, Deslandes und Massuetus beschreiben neue Arten des Bohrwurmes, welche von ihnen an verschiedenen Orten gefunden worden waren. Einen großen Raum nimmt in diesen Abhandlungen die Frage nach der Herkunft des *Teredo* ein. Da man sein Vorkommen in Europa völlig vergessen hatte, so wurde immer wieder die Vermutung ausgesprochen, daß ihn wahrscheinlich Schiffe aus fremden Ländern eingeschleppt hätten. Unterstützt wurden diese Vermutungen durch die Reiseberichte der großen Seefahrer und Entdecker, wie Dampier, Franz Drake und Sir John Sloane, deren Schiffe sehr unter den Zerstörungen durch den Wurm zu leiden hatten. Im Laufe weniger Jahre wurde das Vorkommen an den verschiedensten Stellen der Erde festgestellt, so von Sloane in Jamaika, von Rumphius in Ostindien und im Mittelmeer, von Moufetus und Johnston im adriatischen Meer, von Kleinus in Dänemark und Westindien, von Bormius in Norwegen bei der Stadt Bergen, von Roussel auf Island, von Dampier im Stillen Ozean bei Mindano und von Deslandes auf den Antillen. Dagegen hatte Van Swieten einst seinem Freunde, dem Leibarzt der Kaiserin Elisabeth von Russland geschrieben: „Es sterben zwar und verschwinden oft die Würmer, aber das beweist nicht, daß sie von andern Ländern gekommen sind“. Noch deutlicher antwortet Sellius auf die müßigen Untersuchungen jener Gelehrten, welche unter allen Umständen eine möglichst geheimnisvolle Herkunft des *Teredo* beweisen wollten: „Woher der *Teredo* so plötzlich gekommen? Frage 600 Leute und du wirst 600 Antworten erhalten. Eine derselben ist zweifellos ein Unsinn,

nämlich die, daß der *Teredo* aus dem Stamm des Holzes entstehe, denn ein jedes Tier hat Vater und Mutter, also auch der *Teredo*!“

Als im Jahre 1731 der erste Bericht der holländischen Deichgrafen über die Beschädigungen in Drechteland und Nordercoggen erschien, griff die ganze damalige gelehrte und ungelehrte Welt die Sache begierig auf. Zerfressenes Holz wurde als größte Seltsamkeit gesammelt und auspräparierte Würmer in Spiritus ausgestellt. Eine ganze Reihe von Büchern, Schriften und Abhandlungen über den Bohrwurm erschienen. Rousset beschreibt unter Beifügung guter Abbildungen 2 verschiedene Arten, *Massuetus* und *Sellius* kennen schon drei Arten, Adanson fügt kurze Zeit später eine weitere Art vom Senegal hinzu. Linné und später Cuvier haben, als sie die nach ihnen genannten Systeme der Tierwelt aufstellten, wohl diese Arbeiten nicht gekannt, denn beide führen nur eine Art: „*Teredo navalis*“, auf. Dieser Name hat sich seitdem so fest eingebürgert, daß er fast zur Gattungsbezeichnung geworden ist. Selbst heute noch ist für viele die Bohrmuschel „*Teredo navalis*“ schlechthin. Auch fossile Arten wurden bald bekannt. Brey nius verfaßte 1634 eine Streitschrift, in welcher er als einer der ersten die Behauptung aufstellte, daß aufgefundene Versteinerungen tatsächlich Überreste ehemaliger, wirklicher Baumstämme seien, und daß Löcher und Schalengebilde in ihnen daher stammten, daß die Stämme früher einmal im Meere getrieben hätten und dort von Bohrwürmern angegriffen worden seien. Daraus folge aber weiter, daß dort, wo jetzt Berge wären, früher einmal ein Meer gewesen sein müsse. Weitere fossile Arten werden von Wilcox (1828), Turton (1829) und Drouet (1846) beschrieben. Viel Kopfzerbrechen machen Stücke von großen „Wurmröhren“, welche aus Amboine und anderen Plätzen Ostindiens nach Europa kamen. Rumphius (1709), Seba (1734), Forskal (1775) und Griffiths (1806) geben uns genaue Beschreibungen und gute Abbildungen von diesen kalkigen Gebilden, welche eine Länge bis zu 3 Fuß und einen Durchmesser bis zu einer Hand breit erreichen. Home stellt auf Grund genauer Beschreibungen von Eingeborenen fest, daß das zu diesen Schalen gehörige Tier eine große Art *Teredo* sei. (*Serpula arenaria* Linn.=*Limax tergipes* Forskal=*Teredo gigantea* Home=*Kuphus*).

Die größte Aufmerksamkeit hat natürlich von jeher die Arbeitsweise des Tieres erregt. Plinius, Theophrastus, und später *Massuetus* halten die Schalen für das Bohrwerkzeug. Da man das Tier im Holze nicht beobachten kann, so vergleicht man es mit der in Stein bohrenden verwandten *Pholas*. Leendert Bom me (1778), Osler (1826), Gray (1838), Caillaud (1843) und Hancock (1848) wollen *Pholas* bohrend gesehen haben. Übereinstimmend versichern sie, daß

sich die Muschel in kurzen ruckweisen Bewegungen rechts und links drehe.

Ebenso wird die Frage untersucht, ob das abgeschabte Holz dem *Teredo* zur Nahrung diene. Sellius war darüber zu keiner Klarheit gekommen. Dagegen schreibt Reimarus, der Verfasser der berüchtigten Wolfenbütteler Fragmente, in seinem Buche über die Triebe der Tiere, daß nicht der Schalenteil, sondern die Siphonen als Kopf anzusehen seien und daß Holz sowenig die Nahrung der Bohrmuschel, wie die einer andern Muschel sei. Ähnlich behauptete auch Adanson,

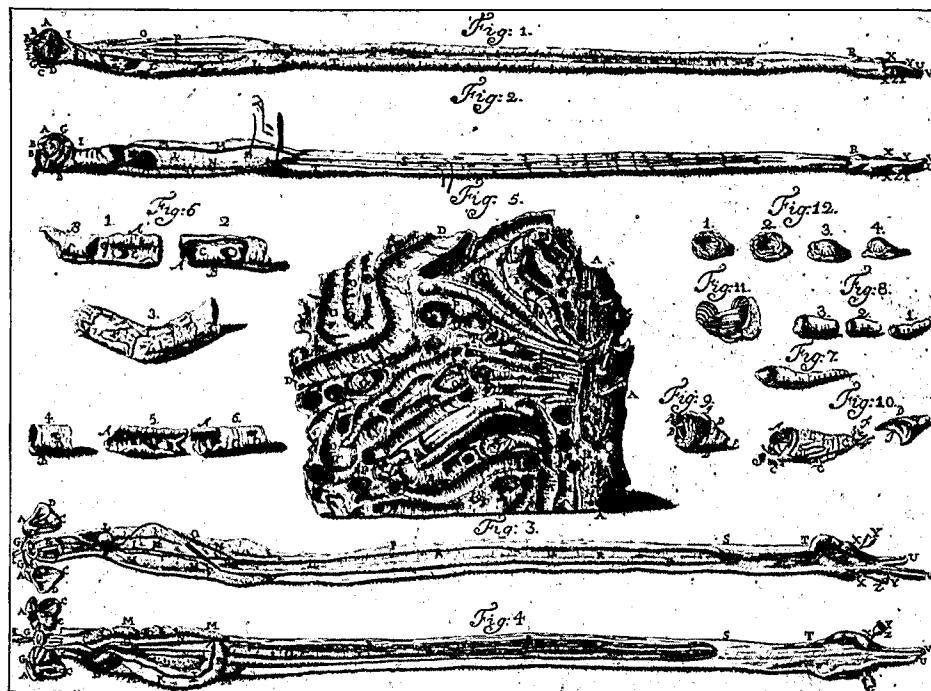


Fig. 1. *Teredo* nach Sellius (wahrscheinlich *T. norvegica*).

daß die Höhle nur angelegt werde, um dem zart gebauten Tiere einen Schutz vor seinen Feinden zu gewähren. Adanson wies zum Beweise dessen darauf hin, daß man oft in Höhlen der Bohrmuschel das vordere Ende mit Kalk überzogen und mitunter sogar eine kalkige Querwand kurz vor dem Ende finden könne, sodaß der Wurm nach Vollendung seiner Höhle vom Holz abgeschlossen sei. Hatchett (1806) und Home (1814) untersuchen die aus dem Leibe des Tieres entnommenen Holzspäne, und finden sie völlig unverändert. Home weist weiter auf den Kuphus hin, dessen Röhren unzweifelhaft aus dem Schlamm stammten.

Die klassischen naturwissenschaftlichen Werke von Linné, Cuvier und Lamark beschränken sich bei dem Genus *Teredo* auf die

Feststellung, daß der *Teredo* zu den Muscheln gehört, und daß er „*Summa calamitas navium*“ sei. Während *Sellius*, dessen sehr klare Abbildungen vorstehend wiedergegeben sind, und *Adanson*, den *Teredo* auf Grund seiner Schalen und seines inneren Baues als nächsten Verwandten von *Pholas* bezeichnen, stellt ihn *Linné* lediglich wegen seiner äußeren langestreckten Form zu *Dentalium*. Nach *Sellius* bilden *Teredo*, *Pholas* und Verwandte die Klasse der „Meermuscheln mit Röhrenschale“.

Ebenso wie die Naturforscher waren auch die Ingenieure am Werke. Preise wurden ausgesetzt auf ein zuverlässiges Schutzmittel und große Versuche wurden angestellt. *Puteneus* aus Leipzig hatte zwar den Bohrwurm als eine „schröckliche Plage über Holland“ bezeichnet und auch den deutschen Hafenstädten den baldigen Untergang prophezeit. Aber *Rousset* nannte diese Schrift eine fürchterliche Übertreibung. Ebenso wenig durfte man die Gefahr freilich unterschätzen, und als später *Osler* die Behauptung aufstellte, daß der *Teredo* an den englischen Küsten unbekannt sei, mußte er sich von den englischen Hafenbauingenieuren belehren lassen, daß sie seit langen Jahren einen schweren Kampf mit ihm führen müßten. Die holländischen Deichgrafen scheinen zwar zu keiner rechten Gegenmaßregel gekommen zu sein, und auch die Preisausschreiben der Behörden von Hamburg und Cuxhaven scheinen ohne Erfolg geblieben zu sein. Anstriche waren ohne Ausnahme wirkungslos geblieben. Nur das Nageln, welches darin bestand, daß man die ganze Oberfläche der Pfähle mit breitköpfigen Eisennägeln überzog, gab einen gewissen Schutz, der aber sehr teuer bezahlt werden mußte. Schiffe bekleidete man mit dünnen Platten aus Kupferblech oder verbauderte sie, d. h. legte auf die Planken eine Schicht von Kuhhaaren, welche durch dünne Kiefern Bretter festgehalten wurde. In Portugal war zudem das Ankohlen üblich. Die Kosten der „Verbauderung“ werden von *Chemnitz* mit 1000 Reichsthaler angegeben. Da ein „Ostindienfahrer“, der nahe an 20 000 Thaler kostete, in ungeschütztem Zustande kaum 3 Jahre Dienst tun konnte, so waren die 1000 Thaler jährlich sicherlich gut angelegt, wenn die Verbauderung auch ebensowenig, wie das Verkupfern oder Ankohlen als ein wirklich durchgreifender Schutz angesehen werden konnte. Als zwischen 1835 und 1840 die großen Erfindungen des künstlichen Schutzes von Holz durch Imprägnierung bekannt wurden, suchte man natürlich auch ihren Wert im Kampfe gegen die Bohrmuschel festzustellen. *Stevenson*, der Erbauer des Leuchtturmes zu Bell-Rock und *William Tompson* bauten in allen Häfen, in welchen die Bohrmuschel vorkam, Hölzer ein, welche mit Sublimat, Zinkchlorid oder Teeröl imprägniert worden waren.

Inzwischen hatten die Naturwissenschaften einen ganz ungeahnten Aufschwung genommen. Die Technik des Mikroskopes war entwickelt worden. Zoologie und Botanik, bisher Anhänge der Medizin und mehr oder minder von Ärzten oder Drogisten und Apothekern nach Methoden behandelt, welche sehr an die älteren Zeiten der Alchymisten und Quacksalber erinnern, waren wirkliche Wissenschaften geworden. Auch die Veröffentlichungen über den *Teredo* zeigen diesen Fortschritt, den die Methodik und die Untersuchungstechnik gemacht hat.

c) Neuere Arbeiten über den *Teredo* von 1848 ab.

Ähnliche Bedeutung, wie 100 Jahre früher das Buch von Sellius, hat die im Jahre 1848 veröffentlichte „Monographie über die Gattung *Teredo*“ des französischen Zoologen Quatrefages. Fast gleichzeitig mit ihr erschienen auch beachtenswerte Abhandlungen von Deshayes, Caillaud, Clark und Fischer. Eine Reihe weiterer Arbeiten folgten, als deren Abschluss man die im Jahre 1866 erschienene große Abhandlung von Baumhauer ansehen kann, in welcher die Untersuchungen der holländischen Kommission zur Untersuchung über den „Paalwurm“ zusammengefaßt sind. Spätere Veröffentlichungen, von denen die von Grobben, Hatchek, Beuk, Forestier und Sigerfoos als die bedeutendsten genannt seien, beschäftigen sich nur mit einzelnen den *Teredo* betreffenden Fragen. Außerhalb des engsten Fachkreises sind sie nicht bekannt geworden. Heute, 50 Jahre nach dem Erscheinen der Baumhauerschen Abhandlung, scheint für die Masse unserer Ingenieure, Forstleute und sonstwie interessierten gebildeten Kreise der *Teredo* wieder in ein gewisses geheimnisvolles Halbdunkel versunken zu sein.

Wie immer in einem solchen Falle (man denke nur an das verwandte Gebiet des Holzschatzes gegen den Hausschwamm) bemächtigen sich dann auf solchem Gebiete nur halb gebildete Laien, Apotheker, Techniker, Tagesschriftsteller, des willkommenen Stoffes und tischen ihren staunenden Lesern die wundersamsten Märchen und Schauergeschichten auf. Selbstverständlich schweigen die Besitzer „allein sicherer“ Firnisse und Imprägnierverfahren, die Reklameschriftsteller von Imprägnierfirmen und Importeuren exotischer Hölzer nicht und machen die bestehende Verwirrung und Unklarheit durch ihre „wissenschaftlichen“ Forschungen nur noch größer.

Aufgabe der folgenden Abschnitte soll es sein, alles das, was wir als gesicherte Kenntnis über den *Teredo* ansehen können, zusammenzufassen und in einigen Punkten zu ergänzen. Im Gegensatz zu den Angaben der oben geschilderten Veröffentlichungen kann gesagt werden, daß die Bohrmuschel wie vielleicht kein zweites Tier untersucht worden

ist. Wenn sie auch infolge ihrer unter der Oberfläche des Wassers vor sich gehenden und damit unserm Auge entzogenen Zerstörungsarbeit für den Laien immer mit einem gewissen sagenhaften Schimmer umkleidet war und auch bleiben wird, so gehört sie anderseits für den Zoologen und für den Ingenieur doch zu den am besten bekannten und am genauesten untersuchten Muscheln.

II. Kapitel. Naturwissenschaftliche Beschreibung des *Teredo*.

1. Stellung des Genus *Teredo* im System und Einteilung der Arten.

Bis zu Lister hin finden wir die Gattung *Teredo* stets unter den Insekten aufgeführt. Wo, wie bei Bochartus und Johnston, eine weitere Unterteilung gegeben ist, wird der *Teredo* in die Gattung „*Vermes in ligno*“ verwiesen, wo er, ähnlich wie bei Plinius und Theophrastus, mit Käferlarven, Ameisen usw. zusammen geworfen wird. Lister weist seine Zugehörigkeit zu den Mollusken nach und Sellius gibt ihm seinen richtigen Platz neben *Pholas*. Linné läßt sich allerdings durch die langgestreckte Gestalt verleiten, die Gattung *Teredo* mit *Dentalium* zu vereinigen, aber Lamark und Cuvier, die großen Anatomen, folgen wieder Sellius, und endlich wird durch die anatomischen Untersuchungen von Deshayes, Quatrefages, Blainville und Laurient seine nächste Verwandschaft mit *Pholas* gegen jeden Zweifel sicher gestellt.

Kannte Linné nur eine Art, so führte Sellius schon 3 auf, Adanson beschreibt 1759 eine weitere Art, *Teredo palmulata*, Spengler 1792 den *Teredo norvegica*, Moller, Turton, Deshayes, Quatrefages, Blainville, Philippi folgen mit neuen Arten. Eine erste Zusammenstellung, welche 5 Arten umfaßte, hatte Turton im Jahre 1819 gegeben. Quatrefages und Gray beschrieben je 9 Arten. Fischer stellte auf Grund der Literatur im Jahre 1856 22 verschiedene Arten zusammen. Eine ähnliche Übersicht gab auch Clessin in dem systematischen Conchylienkabinett (1893). Da in allen diesen Zusammenstellungen die Beschreibungen des größten Teiles der aufgeführten Arten nur nach den in Zeitschriften veröffentlichten Mitteilungen der Autoren erfolgten, so haften ihnen schwere Mängel an. Die einzige brauchbare Zusammenstellung, deren gute Abbildungen nach den im Britischen Museum zu London vorhandenen Exemplaren angefertigt wurden, wurde von Jeffreys im Jahre 1860 veröffentlicht. Wright setzte diese Arbeit fort und gab auf Grund der Paletten die unter II wiedergegebene Unterteilung der Gattung. Soweit möglich hat Verfasser am Schluß der Arbeit die ganze Literatur zusammen-

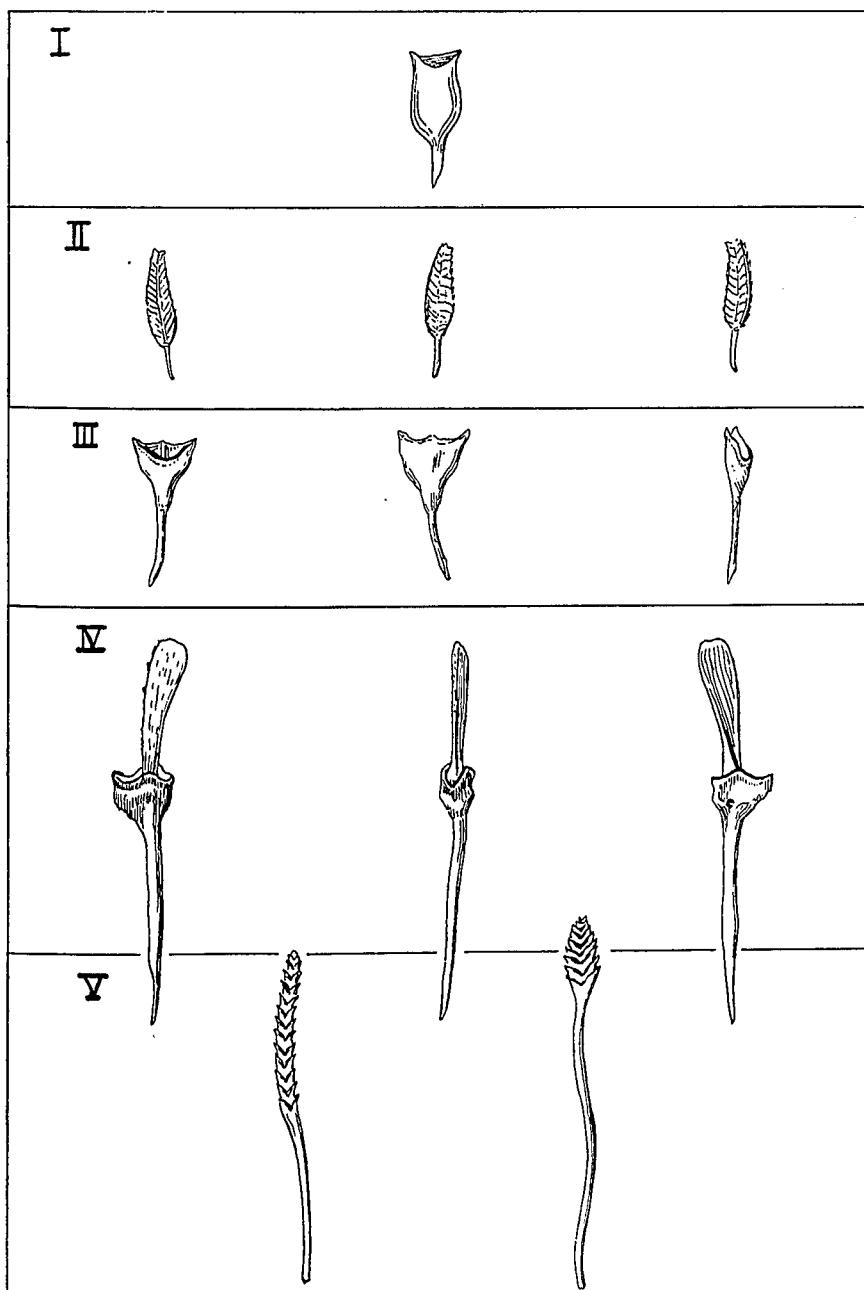


Fig. 2. System der Teredininen nach Wright. Formen der Paletten
der einzelnen Gattungen.

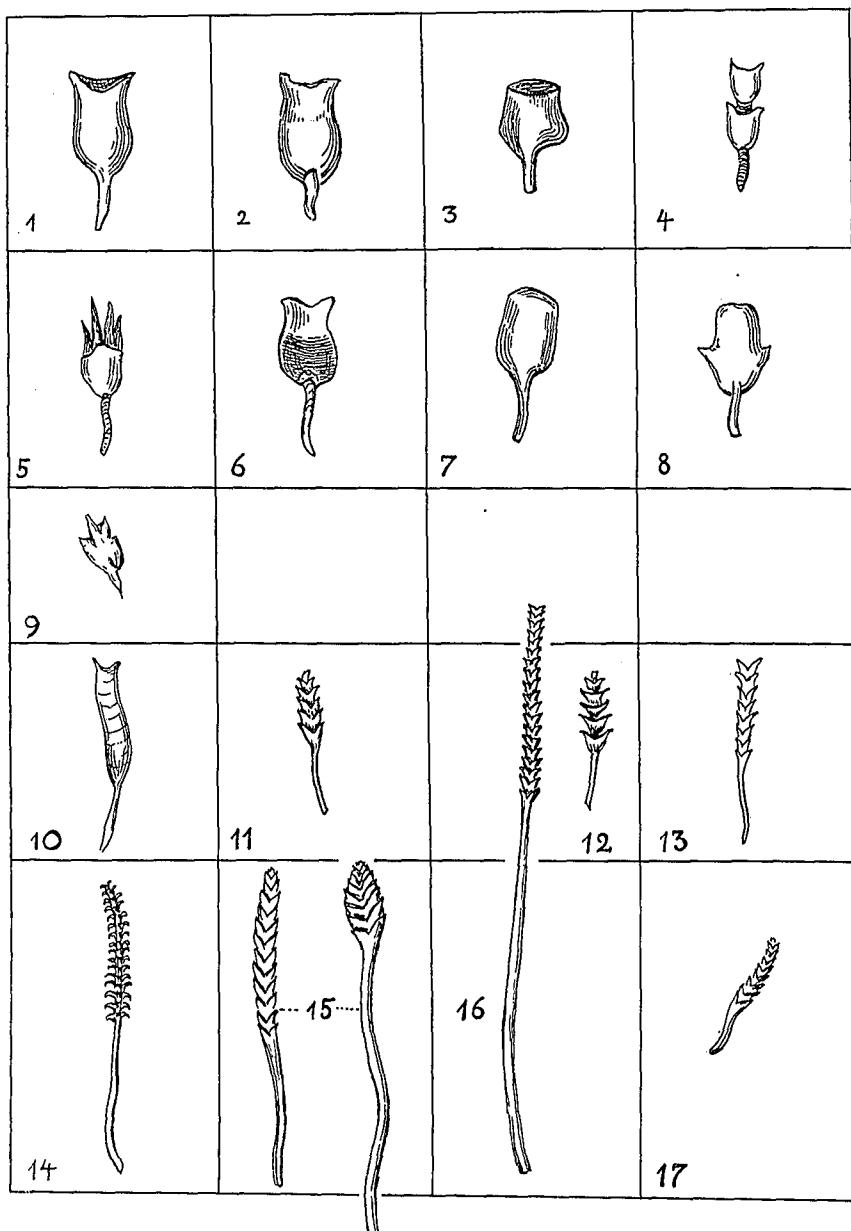


Fig. 3. Paletten der wichtigsten *Teredinen* nach Sowerby.

1. *Teredo norvegica*,
2. *T. clava*,
3. *T. megotara* (England),
4. *T. pediculata* (England),
5. *T. affinis* (Réunion),
6. *T. batavus*,
7. *T. navalis* (Europa),
8. *T. denticulata*,
9. *senegalensis*,
10. *T. dunlopi* (Bengalien),
11. *T. palmulata* (England),
12. *T. brevis* (Réunion),
13. *T. Stuchburyi* (Sumatra),
14. *T. campanula*,
15. *T. bipennata* (Irland),
16. *T. carinata* (England),
17. *T. saulii* (Callao).

gestellt in der Hoffnung, daß sich in nächster Zeit einmal ein Fachzoo \cdot loge der Neubearbeitung dieser Gattung unterzieht.

I. System der Mollusken (nach Pelseneer)

IV. Klasse: *Lamellibranchiae* (Muscheln) (auch *Acephala* oder *Aglossa*)

IV. Ordnung: *Eulamellibranchia*.

5. Unterordnung: *Myacea*.

d. *Solenideae* (Scheidenmuscheln)

e. *Saxicavidae* (Steinbewohnende Muscheln)

◦ *Glycimenis*

Saxicava

6. Unterordnung: *Pholadacea*

a. *Pholadidae*

Pholas

Pholadidea

Jouannetia

Xylophaga

b. *Teredinidae*.

II. Teredinidae nach der Einteilung von Wright.

1. Gattung *Teredo* Linné: Paletten einfach, oblong, selten gekerbt oder gezähnt.

Teredo norvegica Speng.

navalis Linné

megotara Hanl.

excavata Lucis u.s.w.

2. *Nausitoria* Wright: Paletten an der Außenfläche convex, mit dicken Streifen bedeckt, Innenfläche concav.

Nausitoria dunlopii

saulii, n. sp.

3. *Kuphus* Guettard: Paletten verbreitert, quergestellt, spatelförmig, starke Mittelrippe, schlanke cylindrische Basis. Siphonen auf den größten Teil ihrer Länge frei.

Kuphus arenarius Linn.

mannii, spec. nov.

4. *Calobates* Gould: Paletten groß, lang, stelzenförmig. Siphonen zusammen gewachsen, nur an den äußersten Enden frei.

Calobates thoracites Gray

australis spez. nov.

5. *Xylotrya* Leach.: Paletten länglich, federförmig, hornig.

Xylotrya bipennata Turton

fimbriata Jeffreys etc.

6. *Uperotus* Guettard: Paletten löffelförmig, gerippt, gezähnt,

Uperotus clava Gmel.

Nachstehende Arten sind seit 1856 neu beschrieben worden:

1862 *Teredo Fuchsii* Vassel

1870 *chloratica* Hedley

1884 *antartica* Smith

1888 *fragilis* Tate

grandis Tate

1894 *furcifera* Martens.

- 1897 *edax* Hedley
 1897 *Dallii* Watson
 1908 *Xylotrya gouldi* sp. nov. (scheint *Teredo fimbriata* = *palmulata* zu sein.)
 1910 n. sp. Woods.

Hierzu kommen noch folgende bisher aufgefundene fossile Arten:

Autor: Fundort:

1734	?	Breynius,	bei Nürnberg
1826	?	Wilcox,	Sheppy bei London, Ton
1846	<i>Teredo personata</i>	Drouet,	Kies der Braunkohleformation
1850		Paton,	Oolith und Grünstein von London
1853	<i>Teredo fossilis</i>	Phipson,	Palmen aus der Steinkohle von Brüssel. Phipson will sogar noch den Meeresgeruch gemerkt haben.
1872	?	Küsel,	Kalkstein von Buckow
1878	<i>Fistulanea</i>	Giebel,	Braunkohle der Provinz Sachsen
1876	?	Zinken,	Braunkohle aus Sachsen
1886	?	Holzapfel,	Kreide von Libyen
1888	<i>Teredo voracissima</i>	Holzapfel,	Kreide von Aachen, ausgezeichnet erhalten.
1888	<i>Teredo grandis</i>	" " "	" " "
1906	„ <i>pissaroi</i>	Cossman,	Eocen der unteren Loire
1909	„ <i>bulbosa</i>	Reagan,	Oligocen von Topeka (Kalifornien)
1909	„ <i>rugardensis</i>	Grönwall u. Harder,	Paläocen von Jütland
2910	„ <i>dendrolestes</i>	Bronn u. Pillsbury,	Oligocen von Panama
1911	„ <i>Gaultiana</i>	Woods,	Kreide von London.

Dank der modernen Konservierungsmethoden ist es heute möglich, die zu systematischen Arbeiten unbedingt notwendigen gut erhaltenen Exemplare zu erhalten. Es ist älteren Autoren nachweislich vorgekommen, daß sie neue Arten aufgestellt haben, wo in Wirklichkeit infolge schlechter Erhaltung abgerissene Stücke von Tieren verschiedener Arten zusammengekommen waren.

Über das Verbreitungsgebiet der Gattung *Teredo* brauchen nur wenige Worte gesagt zu werden. Die Bohrmuscheln sind über die ganze Welt verbreitet. Jedes Meer, jede Zone hat ihre eigenen Arten. Im hohen Norden werden sie bei Island gefunden, Norwegen, England, die deutschen Häfen kennen sie, an den französischen, belgischen, niederländischen und spanischen Küsten hausen sie ebenso wie im Mittelmeer. Besonders schlimm sind die Verwüstungen der Bohrmuschel in den Tropen. Die Hafenanlagen von Mittelamerika, um den Golf von Mexiko herum, wie die von Indien, Ceylon, Afrika und Australien haben sehr von ihr zu leiden. Einzelne Arten, wie *Teredo navalis* L. scheinen, vielleicht durch Handelsbeziehungen verschleppt, in fast der ganzen Welt gefunden zu werden, während andere typische Tropentiere sind (*Cuphus* und *Calobates*). Die überwiegende Mehrzahl der Arten ist an den Aufenthalt in Seewasser gebunden, und in Süßwasser gebracht, sterben sie sofort ab. Daher sind unsere Häfen, welche an Flußmündungen liegen, soweit die Grenze des Süß-

wassers reicht, frei. Brakwasser, wie das Beispiel von Cuxhaven und Amsterdam zeigt, scheint ihnen nicht sonderlich zu schaden. Eine Art, *Nausitoria*, lebt dagegen ganz in Süßwasser, ohne jedoch bisher nennenswerten Schaden angerichtet zu haben.

2. Anatomie und Morphologie.

a) Äußere Gestalt des *Teredo*.

Teredo hat in seinem inneren Aufbau die größte Ähnlichkeit mit dem Genus *Pholas*, wenn auch infolge der starken Verlängerung einzelne Organe weitgehend umgelagert sind. Die äußere Gestalt des *Teredo* ist wurmförmig, ausgewachsene Tiere erreichen je nach der Art eine Länge von 10 bis zu 50 cm. Der Körper ist wie der anderer Lamellibranchier ungegliedert und im allgemeinen symmetrisch. Der Bauch ist an der Stelle, an welcher die Schalen sitzen, bedeutend verdickt und bildet den muskulösen Fuß. Nach beiden Seiten ist die Leibeswand in ein hautartiges Muskelgewebe fortgesetzt, welches sich fast bis zum Siphonalende erstreckt. Die freien Kanten dieser Haut sind zusammen gewachsen und bilden so einen richtigen Mantel um das Tier herum (Mantel oder Pallium). Während bei den meisten Muschelarten der Mantel auf seiner Aussenseite in Form und Größe durch die kalkige Schale fast genau wiederholt wird, besitzt der *Teredo* in erwachsenem Zustande lediglich zwei kleine, rudimentäre Schalen in der Gegend des Fußes. In die Mantelhöhle ragen zu beiden Seiten des Fußes die Kiemen hinein, ebenso münden in sie die Nieren und Geschlechtsöffnungen. Der Rücken umfaßt alles, was man als das eigentliche Tier bezeichnen kann. Bei den meisten Mollusken wächst er zu einem ziemlich deutlich abgesetzten Teile aus und wird dann entsprechend seiner Hauptfunktion als „Eingeweidesack“ bezeichnet. In die Mantelhöhle öffnet sich weiter in der Nähe des Fußes der „Mund“. Bei einigen Schnecken ist derselbe mit Kiefer und Zunge (Radula oder Reibeplatte) wohl ausgebildet. Bei *Teredo* stellt er lediglich die vordere Öffnung des Magen-Darmkanals dar. Ein Kranz feiner Wimperhaare verhindert das Eindringen ungeeigneter Stoffe in

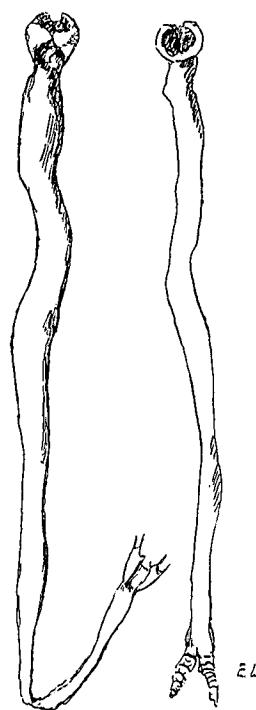


Fig. 4.
Teredo nach der Natur
gezeichnet.

den Mund, während neben der Mundöffnung die Mundsegel Nahrungs teilchen heranfächeln. Diese Mundsegel, welche von andern Muschel arten in das freie Wasser gehängt werden, liegen bei *Teredo* ebenso wie die Mundöffnung selbst vollständig in der Mantelhöhle. Während die Mantelhöhle bei andern Muscheln mehr oder minder weit offen bleibt, ist die Verwachsung der Mantelränder bei *Teredo* fast vollkommen. Nur drei kleine Stellen im Mantel bleiben bei *Teredo* offen. Zwei derselben setzen sich in langen, schlauchförmigen Gebilden, den

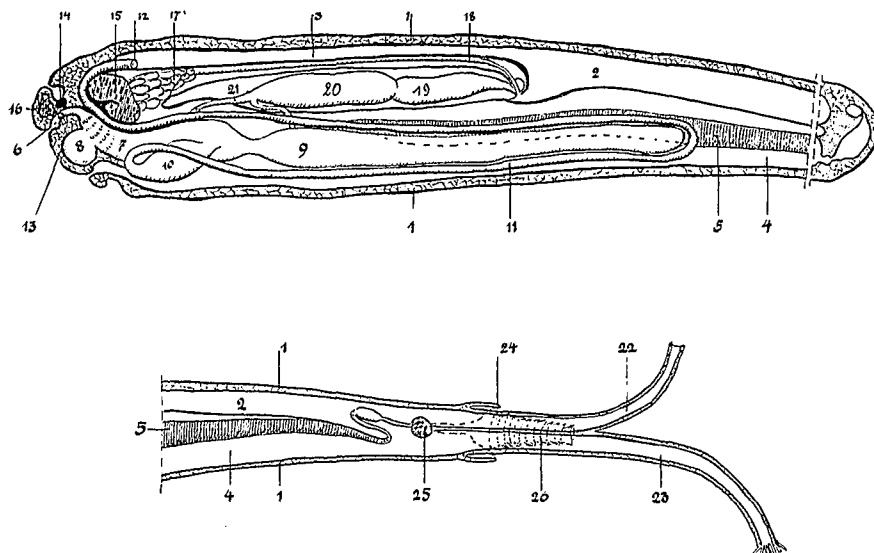


Fig. 6. Längsschnitt durch *Teredo*. Lage der Eingeweide.

1. Mantel, 2. obere Leibeshöhle, 3. Analkanal, 4. untere Leibeshöhle oder Mantelhöhle, 5. Kiemen, 6. Mundöffnung, 7. Ösophagus, 8. Scheide des Kristall stieles, 9. Caecum, 10. Anfang des Darmes, 11. Darm, 12. Rectum, 13. Fuß, 14. Ligament der Schale, 15. hinterer Schließmuskel, 16. vorderer Schließmuskel, 17. Nieren, 18. Nierenausführungsgang, 19. Aurikel des Herzens, 20. Ventrikel des Herzens, 21. Aorta posterior, 22. Anal siphon, 23. Atem siphon, 24. Mantelfalte, 25. Palettenmuskel, 26. Paletten.

Siphonen, fort, während die dritte zum Durchtritt des Fußes bestimmt ist. Bei den *Teredo* nahe verwandten Arten *Jouannetia* und *Pholas* verkümmert im Alter infolge Nichtgebrauches der Fuß und die Fuß öffnung verwächst nachträglich auch noch.

Die Siphonen werden nach ihrem besonderen Zweck als Anal und als Atemsiphon bezeichnet. Der Atemsiphon, welcher dem Tiere frisches Wasser und Nahrung zuführt, besitzt einen Wimpernkranz ähnlich wie die Mundöffnung. Beide Siphonen sind reichlich mit Muskeln versehen sodaß sie nach allen Seiten beweglich sind und

nach Bedarf weit ausgestreckt und völlig eingezogen werden können. An ihrem unteren Ende sind sie bei einigen Arten miteinander verwachsen, die Enden sind jedoch immer frei, sodaß eine Vermischung der aus dem Anal-sipho ausgetriebenen Fäkalien und sonstigen Auswurfstoffe mit dem vom Atem-sipho eingesogenen frischen Wasser vermieden wird. Die Siphonen sind übrigens keine Eigentümlichkeit von *Teredo*, sondern finden sich bei allen in Schlamm oder sonstwie in Höhlen lebenden Muscheln.

Die Schalen der Muscheln sind ursprünglich Schutzorgane und so groß, daß sie das ganze Tier einschließen. Auch der junge *Teredo* wird noch vollständig von den Schalen bedeckt. Bei *Teredo*, *Pholas* und verwandten Gattungen hält aber die Entwicklung der Schalen mit der des Leibes nicht Schritt, sodaß die Schalen des erwachsenen Tieres ihrem Umfange nach nur Rudimente darstellen, die keinen Schutz mehr geben können. Eine neue Aufgabe fällt ihnen dadurch zu, daß sie zu Werkzeugen zur Herstellung der Höhlen werden, in welche sich das zarte Tier verbirgt. Einige Arten, wie *Teredo* und *Kuphus*, kleiden ihre Höhlen mit einer Art sekundärer Schale aus, welche während des Wachstums des Tieres von der Mantelhaut abgesondert wird. Wenn die Bohrmuscheln ausgewachsen sind, so hört die weitere Bohrtätigkeit auf. Bei *Pholas* und *Jouannetia* wird nun die Öffnung zum Durchtritt des Fußes, der bei der Bohrarbeit eine sehr wichtige Rolle spielt, durch eine zwischen den Schalen eingeschobene Callusplatte geschlossen. *Teredo* dagegen bekleidet häufig das innere Ende seiner Höhle mit einer Fortsetzung der vorerwähnten Kalkschicht oder spannt kurz vor dem Ende der Höhle quer über sie eine Kalkwand.

Eine besondere Eigentümlichkeit der Gattung *Teredo* sind zwei kleine akzessorische Schalenstücke, welche an der Stelle angeheftet sind, an welcher der Mantel in die Siphonen übergeht. Diese werden als Paletten bezeichnet. Sie bilden eines der wichtigsten Merkmale für die Systematik der Gattung. Über ihren Zweck waren die Meinungen lange Zeit geteilt. Nach älteren Autoren sollte die Muschel sie dazu benutzen, vor ihrer Höhle eine Wasserströmung zu erzeugen, durch welche die aus dem Anal-sipho austretenden Massen weggetrieben und der Öffnung des Atem-sipho frisches nahrungsreiches Wasser zugefächelt würde. Wahrscheinlicher, besonders wenn man die eigenartige Muskulatur der Paletten berücksichtigt, ist, daß sie Schutzorgane sind,

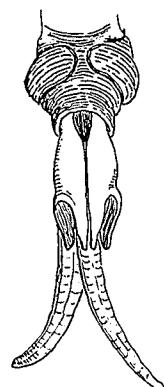


Fig. 5. Siphonalende von *Teredo* mit Siphonen und Paletten.

deren Aufgabe es ist, bei eingezogenen Siphonen die kleine Öffnung der Höhle vollständig abzuschließen.

b) Anatomie.

Der größte Teil der Mantelhöhle des *Teredo* wird von den Kiemen eingenommen. Man hat die Kiemen der Mollusken gelegentlich mit Federn verglichen und sich den Aufbau nach nebenstehendem Schema erklärt. Die genaue Verfolgung der Entwicklung des *Teredo* zeigt jedoch, daß bei ihm die Kiemen von dem gewöhnlichen Aufbau abweichen. Es bildet sich bei der Larve zunächst jederseits des Fußes eine einfache Hautfalte, welche einerseits am Fuß, anderseits am Mantel angeheftet ist. In dieser treten nach kurzer Zeit Schlitze auf, welche zu einer Reihe geordnet sind.

Dem zehnten Schlitze gegenüber wird eine zweite innere Reihe von Schlitzen angesetzt. Nach der Verwandlung in das vollkommene Tier erscheinen die ersten zehn Schlitze der äußeren Reihe durch einen weiten Zwischenraum von den fol-



Fig. 7. Schema der Kiemenentwicklung.
I. inneres Kiemenblatt, II. äußeres Kiemenblatt, a = absteigender Ast, b = aufsteigender Ast.

genden Schlitzen getrennt. Gleichzeitig sind auch die gegenüberstehenden Schlitze der äußeren und inneren Reihen miteinander in Verbindung getreten, sodaß die Kiemen nunmehr folgendes Bild aufweisen. Unmittelbar am Fuß angeheftet erscheinen jederseits 10 Kiemenfäden, welche als die absteigenden Äste eines inneren Kiemenblattes auzusehen sind. An diese schließt sich jederseits eine Kiemenrinne an, die ihre Fortsetzung in einer Einbuchtung der Spitzen der eigentlichen Kiemen findet. Dadurch daß der Mantel beim lebenden Tier gegen diese Rinne gedrückt ist, bildet sie einen richtigen Kanal. Die eigentlichen Kiemen, deren Zahl von der Länge des Tieres abhängt, sind dem inneren Kiemenblatt anderer Mollusken gleich zu setzen. Die „Balken“, welche durch die erste Reihe von Schlitzen gebildet werden, geben die absteigenden Äste, die der zweiten Reihe die aufsteigenden Äste der Kiemen. Mit den benachbarten Balken sind sie durch zahlreiche Brücken verbunden, während die Fläche zwischen den zugehörigen auf- und absteigenden Ästen durch ein sehr durchlässiges Gewebe gefüllt wird. In der Achse des Körpers stoßen die Kiemen zusammen, und umschließen hier zwei den beiden Kiemenreihen gemeinsame Kanäle, die Hauptvene und die obere Leibeshöhle. Letztere setzt sich nach hinten im Analispho fort; nach vorne setzen sich dort, wo

die Hauptkiemen aufhören, an sie zwei Kanäle an, welche jederseits im Mantel bis zum Fuß führen, sowie der Analkanal, der zum Rectum leitet. Die untere Leibeshöhle, die eigentliche Mantelhöhle, steht mit dieser oberen Leibeshöhle durch die Kiemenschlitze unmittelbar in Verbindung. Gerade unter der oberen Leibeshöhle liegt die Hauptvene, während zwei andere Venen jederseits die Kiemen durchziehen. Ähnlich wie von der unteren zur oberen Leibeshöhle das Wasser strömt durch das lockere Gewebe zwischen den Kiemenästen die Blutflüssigkeit von der Hauptvene zu den Ableitungsvenen herüber. Auf diese Weise wird an den freien Flächen des Kiemenblattes eine außerordentlich intensive Aufnahme der im Wasser enthaltenen Luft in das Blut bewirkt. Ein Teil des durch den Atemsiphon in die Mantelhöhle eingesaugten Wassers wird demnach durch die Kiemen unmittelbar in die obere Leibeshöhle hinüber geschafft, von wo er durch den Analssiphon wieder austritt. Ein anderer Teil gelangt durch die Kiemenrinnen zu den hinteren Kiemen und ein weiterer Teil endlich durch die Mantelhöhle bis zum Fuß. Im Vorbeiströmen an der Mundöffnung werden diesem Wasser mit Hilfe der Mundsegel und der Wimperhaare die feinen im Wasser enthaltenen Nahrungsteilchen entnommen. Durch regelmäßige Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Tieres kann das Wasser durch die Durchtrittsöffnung des Fußes in die Höhle gelangen. Dort werden die abgeschabten Späne in den Wasserwirbel hineingezogen und durch dieselbe Fußöffnung mit dem Wasser in die Leibeshöhle eingesogen. Ein Teil der Späne wird durch die Mundöffnung aufgenommen, ein anderer gelangt wahrscheinlich mit dem Wasser in die beiden Fortsetzungskanäle der oberen Leibeshöhle und wird von dort aus durch den Analssiphon ins Freie befördert.

Ein weiteres wichtiges Organ des *Teredo* ist der Fuß, ein starkes an der Bauchseite aufgelegtes Muskelgewebe. Ursprünglich wohl, wie jetzt noch bei den Schnecken, zum Kriechen dienend, hat er bei den meisten Muscheln beilförmige Gestalt angenommen und ermöglicht diesen so das Eindringen in den Schlamm. Bei *Teredo* ist der Fuß verhältnismäßig schwach entwickelt und dient als Haftorgan bei der Bohrarbeit. Die junge Teredolarve, welche nur den Bruchteil eines Millimeters mißt, befestigt sich mit einem am Fuße befindlichen Byssus hinter dem kleinsten Splitterchen oder in dem feinsten Risse der Oberfläche des Holzes und fängt, indem sie sich mit dem Fuße an der Gegenseite anstemmt, zu bohren an. Später fällt der Byssus ab und nun wird einfach in der begonnenen Höhle eine beliebige Stelle des Leibes gegen die Höhlenwand gestemmt und an der innersten Fläche der Höhle in gleicher Weise der Fuß als Gegendruck benutzt.

Zirkulationssystem. Bei *Teredo* ist das Blut- und Lymphsystem vereinigt. Daher wird das Blut auch als Hämolymphe bezeichnet. Es ist eigenartig bläulich gefärbt, was nach Fürth von kupferhaltigen Eiweißkörpern, dem Hämocyan, herrührt. Das Kupfer soll aus Pflanzennahrung stammen. Der Blutkreislauf wird durch die nebenstehende schematische Darstellung klar werden. Das Zentrum bildet das Herz. Dieses besteht aus dem Ventrikel und den beiden Aurikeln, welche stark in die Länge gezogen sind. Das Herz liegt in dem geräumigen Pericard. Letzteres reicht nach den Siphonen zu

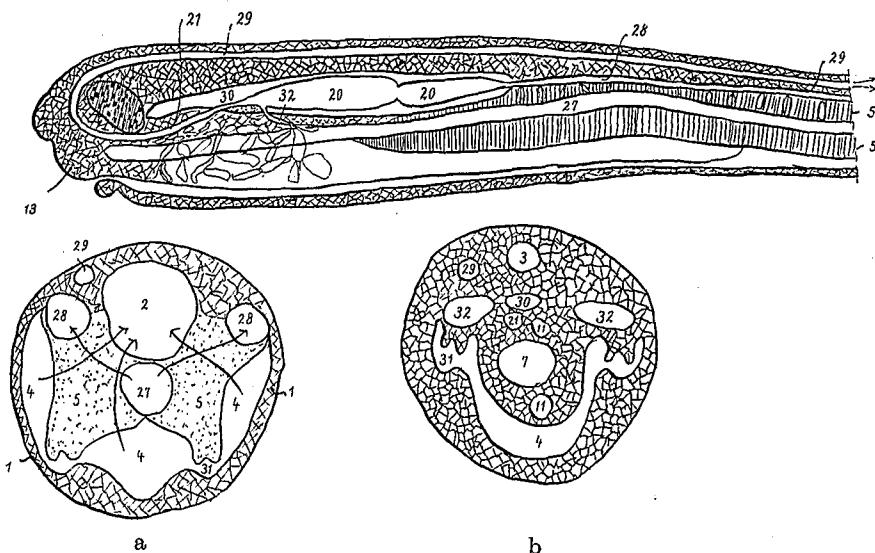


Fig. 8. Zirkulationssystem. Längsschnitt und 2 Querschnitte (a ganz rechts, b etwa bei der Zahl 30).

Bezeichnungen wie bei Fig. 6. Ferner: 27. Hauptvene, im Querschnitt b in die beiden Kanäle 32 fortgesetzt, 28. Rückleitungsvenen, 29. Dorsalarterie, 30. Pericardium, 31. Kiemenkanal, 33. Aorta anterior.

etwa bis zum Kiemenanfang, nach dem Kopfe zu setzt es sich in einen dünnen Kanal fort, der bis zum Schalenmuskel reicht. Das Herz schlägt 14—15 mal in der Minute. Es treibt das frische arterielle Blut in die Aorta hinein. Diese teilt sich noch innerhalb des Pericards in die Aorta posterior und die Aorta anterior. Die A. a. durchbricht nach kurzem Laufe die Wand des Pericards und verläuft sich in den Eingeweiden. Die A. p. tritt nach dem Kopfe zu aus dem Pericard aus, lauft unter diesem bis zum hinteren Schalenmuskel, biegt um diesen nach oben um, und läuft nun als Dorsalarterie in dem Rücken des Mantels nach hinten zu, um sich in zwei Stränge zu teilen, die in die Siphonen eintreten. Während bei den höher organ-

nisierten Tieren von den Arterien zahlreiche Kapillaren zu den Venen herüberleiten, umspült bei *Teredo* das Blut die Gewebe direkt, oder verteilt sich in großen durchlässigen Gefäßen, den Lacunen. Die Rückleitung zum Herzen findet durch die Venen statt. Durch den ganzen Körper hindurch zieht sich die Hauptvene. Im Bereich der Eingeweide bildet sie jederseits zwischen Mantel und Eingeweiden einen weiten Kanal, der das Blut aus den Eingeweiden sammelt. Die beiden Stränge vereinigen sich dann und durchziehen in der Achse die Kiemen. In diesen tritt das Blut von der Hauptvene zu den beiden Rückleitungsvenen über, indem es dabei Sauerstoff aufnimmt. Die Rückleitungsvenen führen unmittelbar in die Ventrikeln des Herzens hinein.

Nervensystem. Das Nervensystem des *Teredo* ist der beste Anhaltspunkt für seine Stellung im zoologischen System. *Teredo* hat genau dieselben Nerven, wie jeder andere Lamellibranchier und die Anordnung ist bis auf die weitgehende Verlagerung der von *Pholas* überraschend ähnlich. Das Nervensystem wird in der Hauptsache durch drei symmetrisch angeordnete Ganglienpaare gebildet. Die Pedalganglien sind zusammengeschmolzen, ebenso die Visceralganglien. Letztere sind zudem bei der Umwandlung in das fertige Tier weit von ihrer ursprünglichen Stelle abgerückt und finden sich nunmehr am Ende des Pericardiums dort, wo die Kiemen beginnen. Auswüchse der Visceralganglien deuten die „Respirationsganglien“ und ein rudimentäres Anteriorganglion an. Die Cerebralganglien versorgen den Mantel unter den Schalen, die Pedalganglien den Fuß mit Nerven. Von dem Visceralganglioncomplex gehen die Nerven zu den meisten Organen aus, ferner die zu den Kiemen und dem Hauptteile des Mantels. Unter sich sind die Gang-

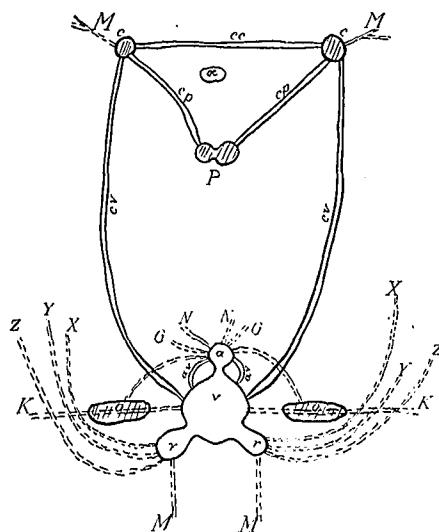


Fig. 9. Nervensystem.

c = Cerebralganglion, oe = Ösophagus, p = Pedalganglion, v = Visceralganglion, a = anterior Ganglion, r = Respirationsganglion, cc = Comissuren, cp, cv, av = entsprechende Connective, O = Osphradium, M = Mantelnerven, N = Nierennerven, G = Genitalnerven, K = Kiemennerven, X, Y, Z Nerven, welche verschiedene Teile versorgen.

Letztere sind zudem bei der Umwandlung in das fertige Tier weit von ihrer ursprünglichen Stelle abgerückt und finden sich nunmehr am Ende des Pericardiums dort, wo die Kiemen beginnen. Auswüchse der Visceralganglien deuten die „Respirationsganglien“ und ein rudimentäres Anteriorganglion an. Die Cerebralganglien versorgen den Mantel unter den Schalen, die Pedalganglien den Fuß mit Nerven. Von dem Visceralganglioncomplex gehen die Nerven zu den meisten Organen aus, ferner die zu den Kiemen und dem Hauptteile des Mantels. Unter sich sind die Gang-

lien durch Comissuren und Connective in der bei den Lamellibranchiern üblichen Weise verbunden.

Magendarmkanal. (Fig. 6.) Der Verdauungsapparat von *Teredo* ist verhältnismäßig einfach. Äußere Teile (Pharynx, Radula, Kiefer) fehlen. Nur ein Paar Mundsegel jederseits bilden die besondere Ausstattung der Eintrittsöffnung. Ein kurzer, mit Cilien ausgestatteter Ösophagus führt in den Magen, eine einfache Erweiterung des Ösophagus. Im erwachsenen Tiere setzt sich der Magen nach einer leichten Verengerung in eine unregelmäßige lange Röhre fort, die sich bis weit unter die Kiemen hin erstreckt (Cäcum). Im Innern bildet die Haut dieses Teiles des Magens, des Cäcums, eine starke Falte, sodaß seine innere Oberfläche um ein mehrfaches vergrößert ist. Aus dem hinteren Ende des eigentlichen Magens entspringt der Darm, welcher zunächst etwas nach vorne läuft, dann nach hinten umbiegt, um das äußerste Ende des Cäcum herumläuft, nach vorne zurückkehrt, um den hinteren Schalenmuskel herumgeht und endlich als Rectum in den Analkanal einmündet. Eine Seitentasche des Magens nimmt den Kristallstiel auf, eine elastische, gallertartige Masse. Ihre Aufgabe ist noch nicht sicher festgestellt, doch vermutet man, daß sie einen Schleim absondert, welcher etwa in den Magen gelangte schädliche Stoffe einhüllt. An den Magen angelagert ist die stark ausgebildete Leber, welche so ziemlich alle Funktionen der Verdauungsdrüsen höherer Tiere zu erfüllen hat.

Die große Frage, ob der *Teredo* das abgeschabte Holz auch zu seiner Nahrung benutzt, ist trotz aller Untersuchungen bisher noch nicht einwandfrei zu beantworten. Die vollkommene Übereinstimmung aller Organe und Drüsen mit denen anderer Muscheln legt den Gedanken nahe, daß *Teredo* sich wie diese von Plankton nährt. Auch wollen die Forscher, die bisher das im Magen vorgefundene Holz untersucht haben, nicht den geringsten Unterschied zwischen diesem und anderm Holz gefunden haben. Ja, sie wollen sogar die Art des Holzes an Farbe und Geruch noch haben feststellen können. Es wäre kaum denkbar, daß eine Einwirkung von Magensaften auf das Holz dieses nicht sollte stärker verändert haben. Auch die Anwesenheit von Darmprotozoen, welche nach neuerer Ansicht zur Verdauung oder besser zur Aufschließung von Holz oder Cellulose unbedingt notwendig ist, ist bisher noch nicht sicher festgestellt worden, wie etwa bei den Termiten. Anderseits aber ist die Entwicklung des Cäcums ungewöhnlich stark und Cäcum und Darm haben zudem noch eine mit zahlreichen Drüsen versehene gefaltete Schleimhaut, die die innere Fläche noch mehr vergrößert, sodaß man vor der Frage steht, wozu dieser gewaltige Verdauungsapparat dienen soll. Nach Analogie der starken Entwicklung des Magens bei den Pflanzenfressern unter den höheren Tieren würde

demnach auch bei *Teredo* diese Entwicklung auf eine wenigstens teilweise pflanzliche und reichlich Cellulose enthaltende Nahrung schließen lassen. Vielleicht aber, und das scheint Verfasser das Wahrscheinlichste zu sein, nimmt *Teredo* sowohl aus dem Wasser Planktonnahrung auf wie andere Muscheln, wie auch zur Nahrung geeignete Anteile des Holzes.

Muskelsystem. Das Muskelsystem des *Teredo* ist wohl ausgebildet. Eine lange Streitfrage war, ob *Teredo* die typischen beiden Schalenmuskeln besäße, die er nach seiner sonstigen Ähnlichkeit mit *Pholas* u. s. w. haben mußte. Man kannte lange Zeit nur den großen posterior adductor, den anterior adductor suchte man an allen möglichen Stellen. Deshayes (1846) konnte noch der Frage Raum geben, ob vielleicht der anterior adductor bei den Paletten zu suchen sei. Fischer (1858) entdeckte an den Schalen die winzigen Eindrücke, welche zum a. a. gehören. Lacaze-Duthiers (1870) meint, daß beide Muskeln vielleicht vereinigt seien. Endlich gelingt es Grobben (1888) den lange gesuchten Muskel, der sich infolge seiner winzigen Kleinheit allen Nachforschungen bisher entzogen hatte, aufzufinden, Ménégaux und Sigerfoos bestätigen diese Angabe. Damit war endlich der letzte Zweifel an der systematischen Stellung des *Teredo* gelöst und zugleich eine der wichtigsten Fragen in Bezug auf die Bohrtätigkeit der Muschel aufgeklärt. *Teredo* kann mit seinen Schalen alle, aber auch keine anderen Bewegungen ausführen, wie jede andere Seemuschel, nur daß die Bewegungen infolge der Verkümmерung der Schalen begrenzt sind.

Die Muskeln des Fußes, und zwar ein paar Vorstrekker und ein paar hintere und vordere Zurückzieher, sind die gleichen, wie bei andern Lamellibranchieren mit Fuß. Dasselbe gilt von den Muskeln der Siphonen. Nur den Teredinen eigen sind die kräftigen Palettenmuskeln, welche diese nach Bedarf vorstrecken, zurückziehen und auseinanderdrücken. Endlich ist auch noch der ganze Mantel als ein kräftiges Muskelgewebe anzusehen. Mit Hilfe desselben kann sich das Tier auf einen Ringmuskel, welcher an der Ansatzstelle der Siphonen sitzt und bei welchem *Teredo* an die Wand seiner Höhle angeheftet ist, zusammenziehen. Auch bei der Bohrarbeit scheint diese Muskulatur eine Rolle zu spielen, indem sich *Teredo* einerseits mit dem Fuß anderseits mit beliebigen Stellen seiner Manteloberfläche gegen die Wand seiner Höhle stemmt.

Fortpflanzung und Genitalorgane. In der Larve und vielleicht auch noch in jungen Stadien des fertigen Zustandes scheint noch keine Differenzierung der Geschlechtsorgane vorhanden zu sein. Sigerfoos will sogar noch hermaphrodite Exemplare von 4 cm Länge von *Xylotrya gouldi* gefunden haben. Im erwachsenen Zustande ist *Teredo*

jedenfalls vorwiegend getrenntgeschlechtlich. Doch sind die Männchen im Verhältnis zu den Weibchen bedeutend seltener, sodaß sie auch dem sonst sehr gut unterrichteten Sellius entgingen. Die männlichen Tiere sondern aus ihren Geschlechtsdrüsen Sperma ab, welches durch das Wasser verbreitet und durch den Atemsipho von den weiblichen Tieren aufgenommen wird. Nach Befruchtung der von den Keimdrüsen abgesonderten Eier furchen sich diese sehr bald und in kurzer Zeit entwickelt sich aus dem Ei die mit einem feinen Cilienkranz, dem Velum, versehene Larve, die „Veligerlarve“. Bei manchen Arten werden die Eier auch durch den Analisipho in das Wasser abgesondert und dort befruchtet. Die weitere Entwicklung geht langsamer vor sich und dauert etwa einen Monat. Die fertig ausgebildete Larve, welche etwa 0,2 mm im Durchmesser hat, besitzt eine wohl ausgebildete Schale, die das ganze Tier einschließt, und ist eine typische Lamellibranchierlarve. In warmen Sommertagen kann man an der Oberfläche von Pfählen gelegentlich diese Larven schnell herumfahren sehen. Sie suchen nach geeigneten Stellen, wo sie sich am Holz ansetzen können. Ist die Stelle einmal gewählt, so heftet sich die Larve mit ihrem langen Byssus an und verliert ihr Velum, sodaß sie nun nicht mehr frei schwimmen kann. Für das winzige Tierchen genügt natürlich der kleinste Riß oder selbst ein Fäserchen, um in oder hinter ihm einen Anhaltepunkt zu gewinnen. Mit den Schalen kratzt die Larve von der Oberfläche des Holzes Schleim, Algen usw. ab und bildet davon über sich eine Decke, unter welcher ihre weitere Verwandlung vor sich geht, welche in längstens 2 Tagen beendet ist.

Nun entwickelt sich das Tier wieder schneller. Nach 10 Tagen hat es schon die 10fache Länge erreicht und mißt etwa 3 mm, nach 20 Tagen 1 cm, nach einem Monat 10 cm. Sigerfoos fand Würmer, welche auf keinen Fall älter als 14 Monate waren und die 1,20 m lang und am Kopfende 2,5 cm dick waren. Im allgemeinen scheint die Lebensdauer allerdings nicht über 1 Jahr hinaus zu gehen. *Teredo* ist wie etwa die Insekten auch in den Tropen an einen bestimmten Jahreskreislauf gebunden. Für verschiedene Gegenden mag dieser allerdings gewisse Abweichungen zeigen. In Südfrankreich z. B. sterben die meisten *Teredinen* im Januar ab. Die wenigen überlebenden Tiere, welche für die Erhaltung der Art sorgen, fangen von April an die Larven zu entlassen.

3. Arbeitsweise der Bohrmuscheln.

Über die Arbeitsweise der Bohrmuscheln herrschen bis in die neueste Zeit hinein die größten Meinungsverschiedenheiten. Die alten Griechen und Lateiner sahen in den Schalen das Werkzeug. So schreibt Pli-

nius: „Welche feinen Zähne setzte die Natur dem *Teredo* an, um damit das Eichenholz zu durchbohren“. Bonnani (1684) wiederholt sie mit den Worten: „*Denticulos acutos habet, quibus saxem erodit, formatque domum*“. Auch Sellius, Bohadsch und Massuetus halten die Schalen für das eigentliche Werkzeug, glauben daß der *Teredo* aber außerdem noch einen holzauf lösenden Saft besitzt. Adanson bemerkt, daß die Schalen zwar sehr klein seien, daß aber die fortgesetzte Reibung ähnlich wie bei der in Stein bohrenden *Pholas* im Laufe der Zeit das härteste Holz angreife. Der Vergleich zwischen *Teredo* und *Pholas* wird in den folgenden Jahren öfters gezogen. Veranlassung dazu gab neben der ähnlichen Wirkung der Umstand, daß man bei *Pholas* im Stande war, die Bohrarbeit mit eigenen Augen beobachten zu können (Bomme 1778, Diqueman 1783, Spengler 1779, Bellevue 1802, Osler 1826, Stark 1826, Gray 1827, Caillaud 1850, Hancock 1848, Reaumur 1712 und endlich Prié 1883). Caillaud machte den seither mehrfach widerholten Versuch, mit einer Schale von *Pholas* unter Wasser Kalkstein zu schaben, und will dabei in einer Stunde über 1 cm tief gekommen sein. Andere Forscher halten eine mechanische Arbeit für unmöglich und glauben die Absonderung von Säften oder andern chemischen Stoffen annehmen zu sollen, durch welche Holz oder Stein aufgelöst werden (Deshayes). Wohl sind die Schalen verhältnismäßig schwach, aber Deshayes irrt, wenn er behauptet, daß *Teredo* keine Schalenmuskeln besitzt. Deshayes' Schüler Thouars weist darauf hin, daß ein so vollkommen kreisrundes Loch, wie es die Höhle sowohl von *Pholas* wie von *Teredo* darstellt, nur durch Drehung entstehen kann. Reimarus (1798) wendet gegen eine chemische Auflösung ein, daß niemals zwei Gänge von *Teredo*, so nahe sie einander auch kommen, in einander übergehen. Ein holzlösender Saft könne aber unmöglich so genau Halt machen an einem andern Gange. Von einigen Forschern wurde daher eine vermittelnde Anschauung vorgetragen. Danach solle das Holz, bezw. der Stein erst durch eine Absonderung erweicht und dann durch die Schalen abgeschabt werden (Aucapitaine 1850). Nebenbei möge bemerkt werden, daß von einer Seite auch die Erklärung beigebracht wurde, daß der *Teredo* Wasser einsauge, dieses durch die Fußöffnung in die Höhle eintreten lasse, und daß nun durch feine an der Oberfläche der Haut befindliche Cilien, Härrchen, ein Wasserstrom in der Höhle erzeugt werde, welcher „die Höhle erweitere“. Alle diese Erklärungen werden aber hinfällig, wenn man sich die Form der Höhle vergegenwärtigt. Diese ist im Querschnitt kreisrund. Die Wände sind glatt, fast wie poliert. Irgend welche Vertiefungen, etwa in dem weicheren Frühholz sind nicht vorhanden, vielmehr ist die ganze innere Fläche

gleichmäßig abgearbeitet. An der Eintrittsstelle ist die Höhle winzig klein, um gleichmäßig nach innen im Durchmesser zuzunehmen. Bei *Teredo* ist sie zudem auf den größten Teil ihrer Erstreckung mit einer feinen Kalkschicht ausgekleidet. Die Gänge laufen in allen Richtungen durch das Holz und machen beliebige Wendungen und Biegungen, oft vollständig im rechten Winkel. Niemals laufen zwei Gänge zusammen, immer bleibt eine wenn auch noch so dünne Holzschicht zwischen ihnen bestehen. Die nach innen zu kegelförmige Erweiterung der Höhle zeigt, daß das Tier zu bohren anfängt, wenn es noch ganz jung ist. Erwachsene Tiere können weder ihre Höhle verlassen, noch auch bohren sie sich wieder in Holz etc. ein, wenn man sie aus ihrer Höhle herausnimmt. Sellius und später Laurent (1850) machten vergebliche Versuche, indem sie *Teredo* in Holzröhren steckten. Pholas aus ihrer Behausung genommen, ging nicht einmal mehr in Schlamm (1891). Newman (1859) will allerdings Pholas aus ihren Löchern genommen und in andere von Pholaden gebohrte Löcher gesteckt haben, wo sie weiter gebohrt hätten. Er berichtet aber weiter, daß ihm ein gleiches nicht gegückt sei, wenn er die Tiere in Risse und natürliche Spalten des Steines gesetzt habe.

Der Haupteinwand, welcher gegen die Schalen als Werkzeug gemacht wurde, war, daß die Muskeln eine Bohrtätigkeit nicht gestatteten. Deshalb suchten die Forscher, welche aus andern Gründen eine chemische Wirkung ablehnten, nach andern mechanischen Werkzeugen. Quatrefages hatte bei Mazeration der Haut in dieser, besonders in der Kopfgegend, kleine Kristalle gefunden, die er für Kalkkristalle ansah, und nahm nun an, daß sie die Haut in eine Art Glaspapier verwandelten. Es fände eine regelmäßige Neubildung solcher Kalkkörper statt, wodurch die Haut stets arbeitsfähig bleibe. Das sei aber bei Schalen nicht möglich, da diese sich außen abnützen, die Neubildung dagegen von innen stattfände. Wir werden später die irrgigen Anschauungen über den Aufbau der Schalen und Muskeln weiter besprechen. Quatrefages war weiter der Meinung, daß zum Bohren unbedingt eine vollständige Kreisbewegung um die Achse erforderlich sei. Diese aber könne das an dem Ringmuskel mit der Höhle verwachsene Tier, dessen Höhle sich nach allen Richtungen krümme, nicht ausführen. Diese Kristalle wurden jedoch von keinem der späteren Untersucher wieder gefunden. Für Pholas wurde daher (1893) in einer Besprechung dieser Arbeit die Vermutung ausgesprochen, daß die Muschel mit Hilfe eines klebrigen Saftes sich Sand an den Fuß hefte und mit dieser künstlichen Reibefläche arbeite.

Alle solche Deutungen konnten natürlich nicht befriedigen. Daß die Arbeit tatsächlich auf mechanischem Wege vor sich ging, das hatte

zwar genaue Untersuchung der Höhlenwände (Bonnani, 1684; De la Faille, 1763; Caillaud, 1850) bewiesen, wobei feine Riefen, wie sie nur beim Schaben mit scharfen Werkzeugen entstehen können, gefunden wurden. Auch sprach unter allen Umständen gegen die chemische Wirkung der Umstand, daß man die Bohrmuscheln, oft sogar dieselbe Art, in den allerverschiedensten Stoffen findet, in Stoffen, welche niemals durch dieselben chemischen Agentien gelöst werden könnten. Eine Säure, welche z. B. Holz, Wachs, Granit, Sandstein und Kalkstein ohne Unterschied zu lösen vermöchte, ist bisher nicht bekannt. Nachstehende kleine Tabelle zeigt einige solcher Fundorte von Bohrmuscheln:

<i>Pholas striata</i>	Eichenholz, Kalk, Mergel, Gneis.
<i>crispata</i>	harter Sandstein und Kalkstein...
<i>dactylus</i>	Lias.
<i>parva</i>	Lias.
<i>papyracea</i>	Lias.
<i>Saxicava</i>	Kalkstein, Kohle, Wachs.
<i>Lithodomus</i>	Korallenfelsen, Granit, Gneis.
<i>Patella</i>	Kalk, Mergel, Kieselsteine.
<i>Hippoponax</i>	Kalk, Mergel, Kieselsteine.

Im Jahre 1866 erschienen die umfangreichen Arbeiten der niederländischen Kommission zum Studium der Bohrmuschel. Diese fußen vor allem auf den gründlichen Studien von Hartings, De Kater, De Gemini, Quatrefages und Hancock. Zwar ist auch in dieser Arbeit manches von neueren Forschungen berichtigt worden. Aber wir finden in ihr zum ersten Male auf Grund genauer Untersuchung der Schalen die von Caillaud in langen Auseinandersetzungen seit Jahren vertretene Anschauung, daß nur die Schalen das Bohrwerkzeug seien, hinreichend begründet. Harting stellte fest, daß die Zähne nach und nach zum Eingriff kommen, und daß in demselben Maße, wie die vorderen Reihen abgenutzt werden, hinten neue Zahnräihen gebildet werden, sodaß die Schale tatsächlich ein immer scharf geschliffenes Bohrwerkzeug oder besser eine Feile darstellt. Newman (1859) will bei *Pholas* beobachtet haben, daß diese Muschel in regelmäßiger Bewegung bald rechts, bald links um ihren Fuß als Achse kurze Kreisbewegungen mache, sodaß abwechselnd immer eine Schale zum Eingriff komme. De Kater behauptet dasselbe für *Teredo*, und meint, daß dieser sich, um einen Stützpunkt bei der Arbeit zu gewinnen, mit seinem Fuße am Holz festsauge. Erst die Auffindung der beiden Schalenmuskeln von *Teredo* durch Grobben hat jeden Zweifel an der Arbeitsweise beseitigt. Die Anordnung der Muskeln zeigt, daß *Teredo* mit seinen Schalen dieselben, aber auch keine andern Bewegungen ausführen kann, wie jede andere zweischalige Muschel. Demnach besteht die Arbeit darin, daß das Tier sich mit dem Fuße

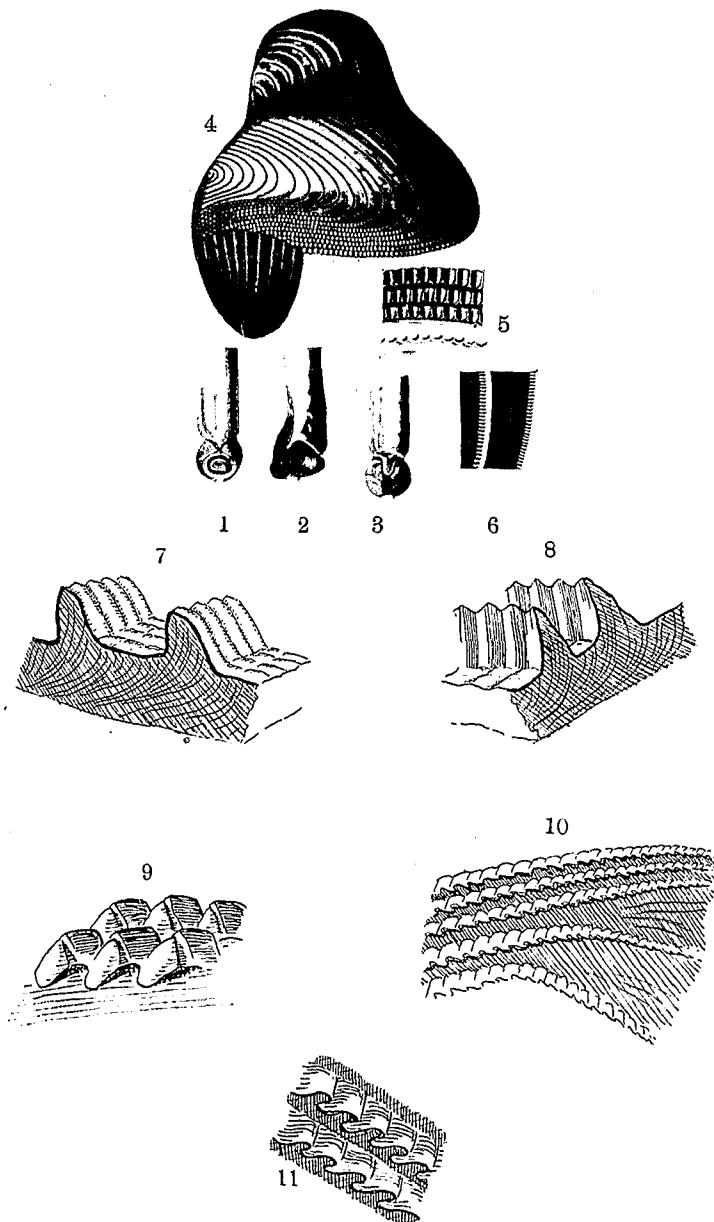


Fig. 10. Schalen.

1, 2, 3 verschiedene Ansichten des „Kopfes“ mit den Schalen, 4. Ansicht der Schale, 5. vergrößerte Aufsicht auf einige Zahnreihen, 6. Schnitt durch die Schale mit seitlicher Ansicht auf eine Zahnreihe, 7, 8 Schnitte durch Zahnreihen des Mittelfeldes (Arbeitszähne), 9, 10, 11 Ausläufer der Zahnreihen.

fest gegen die Vorderfläche seiner Höhle stemmt und nun die Schalen abwechselnd öffnet und schließt. Wie so oft, ist auch hier wieder einmal das einfachste das Richtige gewesen. Die Abbildungen zeigen Schnitte durch einige Zahnreihen der Schale. Ein besseres Werkzeug kann man sich danach kaum denken. Von Zeit zu Zeit windet sich das Tier etwas um seine Achse, sodaß dadurch die Schalen in einer andern Ebene arbeiten. Hierdurch wird die gleichmäßig runde Ausarbeitung der Höhle ermöglicht. Die eigentliche Arbeit bedingt wohl-gemerkt eine solche Drehung um die Achse nicht.

In regelmäßigen Zwischenräumen zieht sich das Tier auf den Ringmuskel, mit welchem es mit seiner Höhle verbunden ist, zusammen und dehnt sich wieder aus. Diese Bewegungen wirken als eine vorzügliche Wasserspülung, denn durch den bei den Schalen entstehenden Wasserwirbel werden die abgeschabten Späne in die Mantelhöhle des Tieres befördert, und entweder durch den Magendarmkanal oder durch die Kanäle der oberen Leibeshöhle in den Analkanal und von dort in regelmäßigen Zwischenräumen ins Freie befördert.

Die einmal hergestellte Höhle verläßt der *Teredo* nie wieder, kann es auch garnicht, da die Kalkabsonderung auf seiner Außenhaut ihn bei dem Ringmuskel gewissermaßen mit seiner Höhle verkittet. Doch kann *Teredo*, aus seiner Höhle genommen, noch lange weiterleben, und unter anderen hielten ihn Reaumur, Roussetus (1733), Sellius (1733) und Quatrefages (1848) über 14 Tage lang in Gefäßen mit Seewasser und beobachteten genau seine Lebensweise. Daß *Teredo* jedoch wieder in anderes Holz hineingehe, ist entschieden eine Fabel (Sellius).

IV. Kapitel. Schutzmittel gegen den *Teredo*.

Theophrastus hatte einst geschrieben, daß gegen den *Teredo*, den Bohrwurm im Wasser, kein Schutzmittel sei. Doch schon Plinius, Vitruvius und andere Zeitgenossen wissen uns zu berichten, daß man das Holz der Schiffe und gelegentlich auch der Wasserbauten mit Pech und Asphalt überziehe. In gleicher Weise sollten auch bittere, harzreiche Hölzer, und vor allem das Olivenholz gegen die Angriffe des Wurmes gefeit sein. Die Kunde, daß in Indien ein unzerstörbares Holz wachse, veranlaßte sogar die Aussendung einer besonderen Expedition. Man kann aus dieser Tatsache erkennen, daß die Beschädigungen durch den *Teredo* schon eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung gehabt haben müssen. Bis gegen das Jahr 1700 hin sind die technischen und naturwissenschaftlichen Schriften größtenteils abhängig von den Werken des Aristoteles und Vitruvius, und daher finden wir in fast allen die Mittel zum Schutze des Holzes

wiedergegeben, welche jene alten Schriftsteller beschrieben haben. Die Entdeckung Amerikas und die großen Seefahrten um das Jahr 1600 zogen die Aufmerksamkeit erneut auf den *Teredo*, um so mehr, als in den südlichen Gewässern seine Angriffe meist bedeutend heftiger sind, als an unsern nordischen Küsten. Die Abhängigkeit von der klassischen Überlieferung zeigt sich in dieser Zeit am auffälligsten darin, daß alle, die über solche Verwüstungen berichten, auch von exotischen Hölzern erzählen, welche ihnen nicht ausgesetzt sind und daher von den Eingeborenen mit Vorliebe für ihre Bauten und Boote benutzt würden. So nennen Petrus Martyr und Nicolas Monardus den Myrtenbaum, Montanus das Holz „Coiba“, Aldrovandus das Citronenholz, Borhavius das Eisenholz. Mit den europäischen Hölzern, selbst mit Eichen und Zedern haben dagegen Dampier, Franz Drake und Sloane schlechte Erfahrungen gemacht. Als die stolzen Kriegsschiffe Venedigs gar im Hafen von Alexandria schwer litten, schickten die Dogen gegen 1600 eine Gesandtschaft an den Kaiser von China. Denn (nach Moufetus und Johnston) der berühmte Reisende Marco Polo hatte erzählt, daß die Chinesen im Besitze eines sicheren Schutzmittels seien. Die Gesandtschaft kehrte nach mehrjähriger Abwesenheit zurück und brachte als Ergebnis die Konstruktion des Doppelbodens und der doppelten Haut mit Zwischenfüllung von Salz in die Heimat. Das „Journal des Scavans“ des Jahres 1666 führt eine ganze Reihe verschiedener Mittel auf. Hieraus läßt sich schließen, daß der *Teredo* schon zu dieser Zeit den Baumeistern zu schaffen machte und daß sein Auftreten im Jahre 1732 keineswegs unerwartet kommen konnte, wie es mehrfach dargestellt wird. Von den zahlreichen Vorschlägen sind die wichtigsten die nachstehenden: Bekleidungen mit Blech von Blei und Eisen, Einschlagen von Nägeln mit breiten Köpfen, Anstriche mit Fichtengalle (Harz), mit „Salbe“, Tränken mit Bitterstoffen und Ankohlen. Das Ankohlen war besonders auf den portugiesischen Werften üblich. Man brannte die Schiffe dort auf dem Stapel so weit ab, daß die Planken mit einer einen Finger starken Kohlenschicht bedeckt waren. Dabei soll es jedoch mehrfach vorgekommen sein, daß die Schiffe Feuer fingen oder daß die Planken durchgebrannt wurden und vor allem soll das Verfahren auch nicht viel genutzt haben. Sehr wirksam sollen dagegen das Nageln und die Blechbeschläge gewesen sein. Sie werden zum ersten Male in einem Privileg des Jahres 1610 erwähnt, dann erhalten Waston und Howard im Jahre 1670 von neuem ein Privileg darauf. Aus dem Jahre 1691 wird uns berichtet, daß in diesem Jahre 20 englische Kriegsschiffe mit Bleiblech bekleidet gewesen seien. Im übrigen scheint dieses Verfahren auch schon bei den alten Römern in Übung gewesen

zu sein, denn die Triere des Trajan, welche vor längerer Zeit vom Meeresboden gehoben wurde, war mit Bleiblech versehen.

Die grosse Bewegung, welche durch die Berichte der niederländischen Deichgrafen im Jahre 1733 entstand, hatte eine Reihe weiterer Vorschläge zur Folge. Auch die Geheimmittelfabrikanten suchten die günstige Gelegenheit für sich auszunutzen und priesen Salben und Tränke von unfehlbarer Wirkung an. Die Zusammensetzung behielten sie aber in der Regel geheim und wollten sie nur für teures Geld preisgeben. Sellius hielt den „Meerleim“, d. h. den im Laufe der Zeit auf jedem im Wasser befindlichen Holzstück entstehenden Überzug von Algen, für die Nahrung des *Teredo* und machte daher den Vorschlag, das Meerwasser durch starke Zufuhr von Frischwasser zu „entleimen“. Diesem Vorschlag lag die sehr richtige, nur falsch gedeutete Beobachtung zugrunde, daß *Teredo* in Flußmündungen, wo der Salzgehalt unter ein gewisses Maß sinkt, nicht vorkommt. Diese richtige Erklärung wurde zuerst von dem berühmten französischen Gelehrten und Generalschiffssbaumeister Du Hamel du Monceau gegeben. Dieser schützte daher die großen Holzvorräte im Arsenal zu Rochefort, welche man aus andern Gründen im Wasser aufbewahren mußte, dadurch vor dem Bohrwurm, daß er den Docks und Lagerbassins durch einen Kanal Süßwasser zuführte. Anstriche mit Teer waren in Rochefort wirkungslos geblieben.

Einen Vorschlag, den *Teredo* durch Fische, welche ihm nachstellten und die angeblich in der Nähe von Hamburg leben sollten, zu bekämpfen, bezeichnet Sellius selbst als abenteuerlich. Das gleiche gilt von der künstlichen Züchtung einer Art Skolopender (wahrscheinlich *Nereis fucata*), welche man oft in den leeren Höhlen von *Teredo* gefunden hatte. Nach Sellius sei es viel wichtiger, das Ansetzen der jungen Brut an das Holz zu verhindern. Aber womit? Etwa durch Einsalben des Holzes mit einer für den *Teredo* giftigen Salbe? Es sind 600 solcher Salben erfunden worden und jeder Erfinder erklärt nur allein die seinige für wirksam und alle andern für Betrug. Soll man ferner das Holz nur oberflächlich einsalben oder es mit einer Flüssigkeit tränken, welche tief eindringt und das Holz hart macht? Die mit den bisher gebrauchten Mitteln gemachten Erfahrungen faßt Sellius kurz zusammen. Firnisse springen, wenn nur auf der Oberfläche des Holzes aufgetragen, ab. Wird das Holz damit getränkt, so wird es hart und springt beim Eintreiben der Pfähle oder bei der Bearbeitung. Gifte sind wirkungslos, da der *Teredo* das Holz nicht verzehrt. Man müßte sie also im Seewasser lösen, damit der *Teredo* sie mit diesem einsaugt. Versuche, welche man in Frankreich machte, indem man Eichenpulver und „Aromatica“ in das Wasser schüttete, ver-

liefen jedoch ergebnislos. (Ein ähnlicher Vorschlag wurde 1848 von Quatrefages gemacht. Dieser wollte Sublimat im Verhältnis von 1 kg zu 40 000 cbm Wasser in die infizierten Gewässer schütten, um dadurch die Samentierchen des *Teredo* zu töten und diesen so auszurotten.) Auch der Vorschlag, Löcher von oben in die Pfähle zu bohren und diese mit giftigen Stoffen zu füllen, welche das Holz durchziehen sollten, erwies sich als zwecklos. Wenn man die Undurchdringbarkeit des Kernholzes für Flüssigkeiten berücksichtigt, wird man die Ursache des Mißerfolges dieses Vorschlages, der übrigens auch in jüngster Zeit noch mitunter auftaucht, ohne weiteres begreifen. Da man gefunden hatte, daß die schlammbedeckten Pfähle und die in den Boden reichenden Enden niemals Beschädigungen aufwiesen, so ging ein Vorschlag zum Schutze der Pfahlreihen der holländischen Deiche darauf hin, diesen Deichen eine dicke Schicht von Schlick und Seegras vorzulagern. In der Tat geht *Teredo* bald ein, wenn er seine Siphonen nicht mehr in freies Seewasser ausstrecken kann, aber eine solche Schlickschicht würde sehr schnell durch den Wellenschlag vernichtet werden, und vor allem sehr bedeutende Kosten verursachen. Die größte Zahl der Vorschläge bezieht sich auf Anstriche und Überzüge. Die nachstehende kleine Liste bringt eine Auslese aus Sellius und andern Schriftstellern: Gemische von Harz und Öl und giftiger Beinschwärze, Kalk, Öl, Schwefel, Harz, Pech, Lebertran, Walfischtran, Teer (Holzteer), Bitumen (Asphalt), Abkochung von Walnußrinde, Gemisch von Druckerschwärze mit zerstoßenem Glas, Ziegelmehl, Kohlepulver, alter Käse und Abkochung von Koloquinten gemischt, Leder oder Wachsleinwand, Werg mit Salbe, Öl mit Bleiweiß oder Mennige, Öl mit Grünspan, Zinkoxyd, Teer mit gestoßenen Muschelschalen und Sand, Teer mit Ziegelmehl (Brunes 1835), Wasserglas (Feuchtwanger 1832), N-Teer mit Kies (Jeffreys 1862), Leinöl mit bitterem Pflanzensaft (Dagneau 1835), Leinöl mit Arsenik (Newmarch 1827), Terpentin mit Quecksilber, Vitriol mit Kohle, Schwefelleber mit Pottasche, Teer mit Arsenik, Leinöl mit Arsen und Bleiglätte, Teer mit Quecksilber, holländischer Schiffsfirnis (Pech, Erdharz und Schwefel), indisches Harz (Mariot 1865). Die Apotheker schwelgten zu jener Zeit, wie die Berichte erkennen lassen, geradezu in Giftmischereien. Es ist selten einmal, daß eine Anregung von anderer Seite erfolgt, als von dieser Zunft, welche damals nicht umsonst den Namen Quacksalber führte. Im Jahre 1769 schrieb die Hafenverwaltung von Cuxhaven und im Jahre 1797 die Gesellschaft zur Beförderung der Künste zu Hamburg einen Preis von 40 Spezialdukataten auf die Erfindung eines neuen, wirklich brauchbaren Schutzmittels für das Holz der Hafenbauten aus. Die Apotheker aller Küstenländer erschienen mit

Anstrichen auf dem Plan, aber die Kommission stellte fest, daß ohne Ausnahme die Anstriche nach 2 Jahren vom Holz verschwunden und dieses eine Beute des Wurmes geworden war.

Neben zahlreichen Anstrichen erwähnt Sellius auch Tränkungen des Holzes mit giftigen Lösungen. Außerordentlich interessant für den Holzkonservierungstechniker ist die Nennung eines „Balsams“ eines Dr. H., Leibarztes des Königs von Schweden. Sellius erzählt, daß er sich von diesem Balsam habe eine Probe kommen lassen, um ihn zu versuchen. Auch der Kaiser Peter der Große von Rußland habe mit diesem „Arkanum“, welches nach dem Erfinder alle Schäden des Holzes beseitigen sollte, eine Probe gemacht und drei Pfähle in die Erde geschlagen, einen roh, einen mit Farbe gestrichen und einen mit dem Balsam gesalbt. Nach einem Jahre sei der erste vollständig verrottet, der zweite stark angegangen, der dritte dagegen unverändert gewesen. Der Kaiser ließ dem Erfinder viele tausend Dukaten für sein Geheimnis, das für seine Kriegsschiffe von großer Wichtigkeit war, anbieten, aber dieser starb, bevor die Verhandlungen abgeschlossen waren und nahm sein Geheimnis mit ins Grab. Dieser Dr. H. nun ist kein anderer, als der aus den Berichten der Akademie der Wissenschaften zu Kopenhagen und Petersburg bekannte Dr. Hiarné, und sein Balsam ist der blaue oder grüne Vitriol (Eisen-, bzw. Kupfervitriol).

Als einige Jahre später der Erfinder auch in Deutschland sein unfehlbares „Arkanum“ zu Phantasiepreisen vertreiben wollte, deckte Baurat Bühler in einem sehr gut durchgearbeiteten Buche über den Hausschwamm die gewaltigen Übertreibungen Hiarnes schonungslos auf.

Die ganze Sache ist eine ausgezeichnete Parodie auch auf unsere heutige Zeit, wo die Geheimmittelfabrikanten in ähnlicher Weise an der Arbeit sind und auf ihren Kundenkreis mit teuer erkauften Gutachten von „Ingenieurchemikern“, Professoren usw. und „wissenschaftlichen“ Abhandlungen von Reklameschriftstellern, deren eigentliche Tendenz nur mühsam durch die Titel ihrer Verfasser, Doktoren, Professoren, Bauräte, verdeckt wird, einzuwirken versuchen. Tatsächlich sind jene älteren Versuche ein wirksames Schutzmittel gegen den Bohrwurm zu finden, größtenteils ergebnislos geblieben. Nur die Nagelung und die Bekleidung mit Blech hat sich bis in unsere Zeit erhalten.

Neuere Erfahrungen und Schutzmittel.

Die Schutzverfahren der neueren Zeit lassen sich in nachstehende Gruppen teilen: 1. Anstriche, 2. Überzüge (Blechbekleidungen, Nageln, Stoff etc.), 3. Verwendung der Elektrizität, Süßwasser usw.. 4. Ver-

wendung von Hölzern, welche in natürlichem Zustande sicher sind.
5. Imprägnierungen.

1. Anstriche, welche das Holz vor dem Bohrwurm zu schützen vermöchten, sind bisher noch nicht gefunden worden. Chemnitz schreibt 1775: Wir hofften, daß dem Wurm durch den Bleiglanz der Appetit vergehen würde, aber er ist ihm nicht vergangen“. Dieselbe Erfahrung haben auch alle andern machen müssen, die ihm mit einfachen Anstrichen zu Leibe gehen wollten. Auch dem mit allen Mitteln moderner Reklame angepriesenen chinesischen Kopaivbalsam des Schiffsleutnant Mariot ist es so gegangen. Die letzten eingehenden Versuche mit Anstrichen, welche im Auftrage der niederländischen Bohrwurmkommission durch Buysman (1861) ausgeführt wurden, haben den gänzlichen Unwert jeglicher Art von Anstrich gegen den *Teredo* nur bestätigt. Es macht keinen Unterschied, ob zu den Anstrichen Teer, Pech und Teeröl, ob Lösungen von Giften in Wasser oder giftige Farben (meist arsen- oder quecksilberhaltig), ob Carbolineum Avenarius, Barol, Diplin oder Cruskophenol, Wasserglas, Eisenfarbe oder sonst irgend eine „Patentfarbe“ genommen wird. Bisher hat jede Erprobung gezeigt, daß in längstens 1—2 Jahren die Anstriche durch Wind und Wetter, bezw. durch das Wasser vollständig vernichtet werden. Im übrigen hat es den Anschein, daß der *Teredo* auch durch einen zusammenhängenden Anstrich sich nicht besonders behindern läßt. Selbst der glatteste Überzug gibt ihm doch irgend einen kleinen Riß oder ein Fäserchen, hinter dem er sich festsetzen kann, und ist erst einmal das erste Tier im Holze, so folgen die nächsten bald.

2. Überzüge. Diese lassen sich in nachstehende Gruppen teilen:

a) Belassen des Holzes in seiner natürlichen Rinde. Möbius will in Kiel gefunden haben, daß solches Holz nicht befallen wird. Nachteilig ist das Verfahren, insofern in dem über Wasser liegenden Teile des Stammes die Entwicklung von holzzerstörenden Käfern und von Fäulnispilzen befördert wird.

b) Bekleidung durch Holzbretter oder Holzstäbe. Diese ist seit alter Zeit üblich. Sie wurde z. B. bei den Schleusenbauten in Cuxhaven (1790) in weitestem Umfange angewendet. Bis zu einem gewissen Grade schützt sie das unter ihr liegende eigentliche Bauholz und vermeidet dabei die Nachteile des unter a) genannten Verfahrens.

c) Breitkopfnägel (Scuppernails) sollen schon von den alten Römern angewendet worden sein. Sellius, Chemnitz, die Hamburger Hafenbauverwaltung, David Stevenson, Snow, nennen das Nageln unter den wirksamen Verfahren, betonen aber übereinstimmend, daß es verhältnismäßig teuer ist. Richter teilt mit, daß es noch 1911 an der deutschen Küste (Jever) ausgeübt wurde. Die Abbildung

(von Herrn Polizeisergeant Hartmann aufgenommen) zeigt, daß auch in Swakopmund beim Bau der Landungsbrücke in großem Umfange



Fig. 11. Rammpfähle von der Landungsbrücke zu Swakopmund.
Aufgenommen von Herrn Pol.-Sergeant Hartmann.

genagelt wurde. Sie zeigt die Ausführung des Verfahrens deutlicher, als eine Beschreibung es vermöchte.

d) Bekleidungen mit Blech. Der mit Bleiblech bekleideten Triere des Trajan und der englischen Kriegsschiffe des Jahres 1691 ist schon früher gedacht worden. Im Jahre 1761 folgte diesen die Fregatte Alarm als erstes mit Kupferblech versehenes Schiff. Lehmann (1840) nennt dazu Zinkblech, Thompson (1847) Muntzmetall. In Kapstadt wandte man Eisenplatten an. Kupferblechbekleidungen für Hafenbauten werden beschrieben von der Cuxhavener Hafenbauverwaltung (1797), von Stevenson (Leuchtturm zu Bellrock 1843) und Dufesne (Cherbourg 1842). Solange die Blechbekleidungen unversehrt bleiben, verhindern sie einen Befall des Holzes vollkommen. Leider sind sie aber ziemlich teuer und leiden zudem durch das Seewasser. Sowie der Überzug Lücken bekommt, ist es mit dem Schutze vorbei, denn eine Schutzwirkung durch etwa gebildeten Rost usw., wie sie von manchen erhofft wurde, scheint nicht vorhanden zu sein. Wilcox erzählt, daß das Kriegsschiff Sceptre, dem während einer längeren Reise mehrere Kupferplatten verloren gingen, schwere Beschädigungen erlitt, trotzdem das Unterschiff aus Teakholz gebaut war (1828). Das gleiche war mit den mit Kupferblech bekleideten Pfählen des Hafens von Sunderland der Fall, wo das Blech im Verlaufe von 3 Jahren korrodierte.

e) Guttapercha und ähnliche Stoffe kommen aus Gründen des Preises kaum in Frage. Es genügt daher, darauf hinzuweisen, daß (nach Anderson 1873) die Guttaperchahülle von Kabeln (Eisenarmierung der Kabel wurde erst später eingeführt) stark von den Angriffen der Bohrmuscheln zu leiden hatte.

f) Überzüge aus asphaltiertem Stoff. In den westlichen Hafenplätzen Nordamerikas will man mehrfach schlechte Erfahrungen mit den sonst angewendeten Schutzverfahren, besonders mit dem Imprägnieren mit Teeröl gemacht haben. Man bekleidet daher (vergl. Gulline 1891, Snow 1898) die Pfähle mit mehrfachen Lagen von asphaltiertem Stoff. Die Verwaltungen sind mit diesem, zwar etwas kostspieligen Verfahren bisher zufrieden.

g) Verbauderung. Mit diesem Namen wurde ein Verfahren bezeichnet, bei dem auf die Außenhaut von Schiffen eine Schicht von Kuhhaaren (Filz) aufgelegt wurde, die durch eine äußere dünne Holzhaut befestigt wurde (nach Lehmann 1843, Chemnitz 1775). Nach Chemnitz waren die Kosten dieses Verfahrens für einen Ostindienfahrer gegen 1000 Thaler. Da solch ein Schiff zwischen 60 000 und 100 000 Thaler kostete und in ungeschütztem Zustande zwischen 2 und 3 Jahre hielt, so brachte dieses Verfahren, so primitiv es auch war, doch große Vorteile.

h) Zementbekleidungen. Als die Zemente zu allgemeinerer Anwendung in der Bautechnik gelangten, wurden sie ebenfalls in den

Bereich der Schutzmittel gegen die Bohrmuschel gezogen. Die einfachste Form ihrer Anwendung wird durch Becker (1865) beschrieben. In Hernebay (1860) gab man der Außenseite der Hafenpfähle eine Umhüllung mit Zement. Ein solcher spröder Bezug konnte natürlich nicht lange dem Wellenschlag usw. widerstehen. In dem spanischen Hafen St. Sebastian gab man (1856) um die Pfähle Holzkästen herum, und füllte den Zwischenraum mit Zement aus. Dieses Verfahren erwies sich als besser. Torton glaubte dieses Verfahren dadurch zu verbessern, daß er vorschlug, die Pfähle selbst hohl zu bohren und die Höhlung mit Zement zu füllen. Eine statische Rechnung würde das Unsinnige dieses Vorschlages sofort gezeigt haben. Die Zementbekleidungen haben besonders in Nordamerika größeren Eingang gefunden. Dort werden sie jetzt allgemein nach einem der beiden nachstehenden Verfahren hergestellt. Man setzt um den eingerammten gut abgeborkten Stamm ein eisernes Rohr von einem 2—4 Zoll größeren Durchmesser, als der Pfahl hat, und füllt den Zwischenraum dann von oben mit Zement. Nachdem dieser abgebunden hat, wird das Eisenrohr entfernt. Anstatt ein aus einem Stück bestehendes Rohr von oben überzuziehen, nimmt man auch wohl ein aus zwei Teilen bestehendes Rohr, welches von der Seite angelegt und zusammengeschraubt wird. Das andere Verfahren besteht darin, daß auf dem Lande in teilbaren Schablonen Zementröhren hergestellt werden, deren Durchmesser größer ist, als der der Pfähle. Diese Zementrohre werden dann über die Pfähle gezogen und der Zwischenraum mit Sand gefüllt. In gleicher Weise hat man geteilte oder volle Tonrohre hergestellt. Wenn man nur den technischen Effekt berücksichtigt, so haben diese letzten Arten Überzüge gute Ergebnisse gehabt. Sie haben die Dauer der Hafenpfähle usw. beträchtlich verlängert. Leider sind aber die Kosten außerordentlich hoch und stehen in den seltensten Fällen in einem angemessenen Verhältnis zu dem erzielten Erfolge. Daher ist ihre Anwendung auf ein verhältnismäßig kleines Gebiet beschränkt geblieben.

3. Elektrizität etc. In der Literatur und in Patentschriften taucht mehrfach der Vorschlag auf, den *Teredo* durch den elektrischen Strom zu bekämpfen. Wie sich die Erfinder die Sache vorstellen, ist nicht recht klar. (Vereinigte Staaten Patent 855588 vom Jahre 1907 von Prudden, und 948355 vom Jahre 1910 von Tatro und Delius.) In einer durch ein Korrespondenzbureau verbreiteten Notiz ist sogar angegeben worden, daß durch die Wirkung des durch den Pfahl gehenden Stromes das Seesalz an der Außenseite zersetzt werden solle und daß dabei das „furchtbar giftige nascive“ Chlor entstünde, welches mit Sicherheit jeden Bohrwurm abtötete. Man kann die in diese Gruppe fallenden Verfahren wohl ohne Nachteil übergehen.

Süßwasser. Große Bedeutung hatte in früherer Zeit die Bekämpfung der Bohrmuschel durch Süßwasser. Da die Bohrmuschel (von Ausnahmen abgesehen) ein Meertier ist, so war anzunehmen, daß Hafenbauten usw. im Bereich der Süßwasserzone vor ihr sicher wären. Den Traditionen des großen Schiffsbaumeisters Du Hamel du Monceau folgend, hatten die meisten französischen Kriegshäfen sich Docks und Bassins angelegt, in welchen sie ihre kostbaren Holzvorräte vor den Angriffen des *Teredo* geschützt unter Wasser aufbewahren konnten. Nach Laurent (1850) bestanden solche Bassins in Toulon, Brest und Rochefort. Auch zu hoher Salzgehalt sichert vor den Angriffen des Wurmes. Nieder fand in Missolunghi die Außenseiten der Dämme stark zerfressen, während an den Innenseiten, welche einen stark salzhaltigen See umschlossen, nicht die geringsten Wurmsspuren zu bemerken waren. Dagegen scheint Brackwasser dem Wurm nur bedingt den Aufenthalt zu verleiden. In der Kieler Bucht und in manchem an einer Flußmündung gelegenen Hafen ist er ein wenig gerne gesehener Gast. Einst hatten Kirby und Spence (1816) vorgeschlagen, daß man Schiffe, welche vom Wurm befallen seien, für mindestens 4 Tage in ein Dock mit Süßwasser bringen solle, um alle Würmer zu töten. Die Russen versuchten dieses Mittel mit einem Dock zu Sebastopol, aber umsonst. Nicols teilt hierzu die interessante Tatsache mit, daß der Hafen von Brisbane (1871) volle 10 Tage infolge eines gewaltigen Hochwassers vollkommen mit Süßwasser gefüllt war, daß aber die Seewürmer dadurch nicht im mindesten beeinträchtigt wurden. Im Übrigen scheint es, daß der *Teredo* in seiner Höhle genügend Wasser zurückhalten kann, um auch längere Trockenperioden zu überstehen. In Gewässern mit starken Unterschieden von Ebbe und Flut findet man ihn oft weit oberhalb des mittleren Wasserstandes. Hoech fand *Teredo* sogar noch in Holzstücken, welche in Australien lange im Wasser gelegen hatten und dann nach Amerika verschifft waren, am Leben. Die Tiere hatten also mindestens zwei Monate nicht mehr in Verbindung mit dem freien Wasser gestanden.

4. Wahl geeigneter Holzarten. In den vorigen Abschnitten ist schon mehrfach davon gesprochen worden, daß seit den ältesten Zeiten gewisse harte, harzige und bittere Hölzer als sicher vor dem Bohrwurm galten. Auch heute noch haben wir keine völlige Klarheit über diese Frage. Den Behauptungen von vollständiger Sicherheit eines Holzes stehen in der Regel eben so viele entgegen, welche seine gänzliche Wertlosigkeit bezeugen. Was und wieviel an den einzelnen Mitteilungen auf Wahrheit beruht, ist meist sehr schwer nachzuprüfen. Wo die Verfasser im Solde von Firmen stehen, welche an der Verbreitung bestimmter Anschauungen ein geschäftliches Interesse haben, da wird man

ihre Arbeiten kaum als beweiskräftig im Sinne wissenschaftlicher Arbeiten ansehen dürfen. Das gilt sowohl von der übertriebenen Aufbauschung mancher an Harthölzern gefundenen Beschädigungen (*Seiden schnur*, *Troschel*), wie auch von der vor kurzer Zeit zu Gunsten der Verwendung von amerikanischer Eiche und Oregon pine zu europäischen Hafenbauten gemachten Propaganda.

Alle unparteiischen Berichte stimmen darin überein, daß Nadelholz (Fichte, Lärche, Tanne, Kiefer, Zeder) in Gewässern, in welchen Bohrmuscheln vorkommen, sehr schnell zugrunde geht, wenn es nicht künstlich geschützt ist. Weder der große Harzgehalt des Lärchen- und Pichpineholzes, noch die aromatischen Stoffe der Zeder halten den Wurm fern. Eiche und Buche dauern nur wenig länger als die Nadelhölzer. Einige Beispiele mögen genügen, zu zeigen, in wie kurzer Zeit oft unsere Kunstdänen vernichtet werden. Im dänischen Hafen von Kyholm waren die Anlagen nach 5 Jahren baufällig (Lehmann 1843). Ebenso erging es den Hafenbauten zu Toulon (Noel 1850). In der Chesapeakebay wurde ein kleiner Pier in der kurzen Zeit von 6 Wochen zerstört (Stearne 1856). In Aransas Paz am Golf von Mexiko brachen Pfähle von 6 Zoll Stärke nach 6 Wochen ab (Snow 1896). Ungestrichene Bojen sind in der Gegend von Cape God selten länger als ein Jahr dienstfähig. Um die zu dem Denkmal der Mutter General Washingtons gebrauchten ungeheuren Steinblöcke an Land zu schaffen, mußte ein kleiner Damm ins Meer gebaut werden. Nach 6 Monaten mußte derselbe von Grund auf erneuert werden. Während des Feldzuges in Deutsch-Südwest-Afrika wurde in Swakopmund eine Landungsbrücke gebaut. Nach 2 Jahren stürzte sie zum Teil zusammen. Bei der Ausbesserung wurden, soweit es anging, die Pfähle, wie Abbildung, welche von einem Kriegsteilnehmer, Herrn Hartmann aufgenommen worden ist, zeigt, mit Nägeln oder Blech bekleidet. In dem französischen Hafen Dünkirchen müssen die Holzpfähler durchschnittlich alle zehn Jahre erneuert werden, in dem englischen Hafen Teignmouth brach die Landungsbrücke, welche 12 Jahre alt war, eines nachts zusammen. In dem französischen Hafen Lorient dauern Holzpfähler kaum länger als 3 Jahre aus. Ein an der französischen Küste bei Aix gestrandetes Schiff verlor in 6 Monaten über die Hälfte seines Holzgewichtes. In Colombo (Ostindien), in Swakopmund (Westafrika), in Kiautschau (China), in Bordeaux (Frankreich), Wilhelms-hafen (Deutschland), Sherness und Gt. Yarmouth (England), an der norwegischen Küste, in Venedig, Triest und im Golf von Mexiko und in San Franzisko ist es nur unter großen Opfern und beträchtlicher Mühe möglich, die Hafenanlagen in gutem Zustande zu erhalten.

Eine zeitlang hatte man geglaubt, daß wenigstens Eiche verschont

würde. Aber schon die alten Seefahrer wie Drake, Sloane und Dampier klagen über die schweren Beschädigungen ihrer schönen Schiffe. Im Krimkriege war der Bohrwurm ein viel schlimmerer Feind für die verbündeten Flotten, als die russischen Kanonen, aber auch die Russen mußten den Verlust eines großen aus Eiche gebauten Docks beklagen. Der Untergang des großen Linienschiffes „Holland“ gegen Ende des 18. Jahrhunderts, welcher ein ähnliches Aufsehen erregte wie vor 20 Jahren der Untergang des amerikanischen Linienschiffes Maine, wird von unparteiischen Berichterstattern dem Bohrwurm zugeschrieben. Auch in dem französischen Hafen Sable d’Olonne versagte die Eiche. Die Schleusentore einer neuen Schleuse wurden unbrauchbar bevor sie überhaupt in Betrieb genommen waren.

Baxter (1739) und Wilcox (1828) berichten von Zerstörungen an Schiffen, welche von Teakholz gebaut waren. Immerhin wird durchgehends festgestellt, daß Eiche bedeutend länger hält als Kiefer und Tanne. Diese Beobachtung deckt sich mit der uralten Anschauung, daß harte, an Harz und Gerbstoff reiche Hölzer gegen schädliche Einflüsse jeder Art besonders widerstandsfähig sind. Sie findet auch in den zu Eingang dieses Kapitels mitgeteilten Berichten der mittelalterlichen Reisenden und Gelehrten ihren Ausdruck. Die erste sorgfältige Erprobung zur Feststellung des Wertes der einzelnen Holzarten machte zu Anfang dieses Jahrhunder's der Ingenieur Robert Stevenson. Bei dem Leuchtturm zu Bell-Rock baute er etwa 30 verschiedene Holzarten ein und verfolgte ihre Haltbarkeit vom Jahre 1814 bis zum Jahre 1843. Teak, Pockholz und Greenheart hielten dabei am besten. Die holländische Kommission (1860—65) fand bei ihren Untersuchungen die größte Widerstandsfähigkeit bei Pockholz, Jarrah und demnächst bei Bulltree und Greenheart, während Eiche, Akazie, Zeder und Kiefer sehr schnell zugrunde gingen. Blume bezeugt den großen Wert des Djatti (Splintholz von Teak) und des Lithocarpus (1859), Paton (1850) lobt das Jarrah, und Hedley (1894) bestätigt dessen Wert auf Grund langjähriger Erfahrungen der australischen Hafenbaubehörden. Nächst dem Jarrah fand Hedley das Redgum, dann das Bluegum und Stringybark hinreichend haltbar. Gelegentlich werden allerdings auch geringfügige Angriffe auf diese „Harthölzer“, wie auf Jarrah und Greenheart gemeldet, so von Blume (1859), Baumhauer (1866), Denison (1852) und Hedley (1894). Troschel bildet sogar „zerfressenes“ Turpentineholz ab. Irgend welche Bedeutung haben diese geringfügigen Anfressungen jedoch nicht, um so mehr sie, was Troschel jedoch in seinem letzten Artikel mitzuteilen vergessen hat, auch bei imprägnierten Hölzern gefunden werden. Es ist ganz entschieden eine grobe Übertreibung, auf

Grund derselben zu behaupten, daß die Harthölzer gegen die Bohrmuschel völlig versagt hätten, und „stark zerfressen“ wären. In den Originalarbeiten, denen Troschel seine Angaben zum Teil entnimmt, ist in der Tat auch nur von leichten oberflächlichen Anfressungen die Rede.

Wo die Harthölzer billig und in genügender Menge zu beschaffen sind, wie in Australien, Indien und in Südafrika, da sind sie unstreitig ein außerordentlich wertvolles Material für Hafenbauzwecke, und wenn man ihre im Verhältnis zu Kiefer und Eiche außerordentlich große Festigkeit berücksichtigt, so sind sie auch für Europa trotz der hohen Kosten in vielen Fällen jedem andern Baustoff überlegen.

6. Der Wunsch, auch unsere heimischen Hölzer, dort, wo nicht besondere Umstände es unmöglich machen, bei Wasserbauten zu verwerten, hat sich trotz der unzweifelhaften Erfolge der australischen und anderer Harthölzer als starker Ansporn für weitere Bemühungen um ein geeignetes Schutzmittel für Weichhölzer erwiesen. Schon bei Sellius finden wir die ersten Ansätze zu einer richtigen Durchtränkung des Holzes mit schützenden Stoffen. Eine große Reihe Imprägnierverfahren wurden im Laufe der Zeit auf ihre Wirksamkeit gegen den Bohrwurm erprobt. Sie gliedern sich leicht in Imprägnierungen mit Salzlösungen und mit Ölen.

Von Salzen wurden die nachstehenden in größerem Umfange versucht:

1. Kupfervitriol (Baumhauer und Forestier, Sables d'Olonne, Crépin zu Ostende, Daguenet zu Saint Jean de Luz-Socoa, Descombes zu Cap-Breton).
2. Eisenvitriol (Boucherie und Baumhauer).
3. Bleiacetat (Baumhauer).
4. Zinkchlorid nach Burnett (Britton).
5. Kupfernitrat (Britton).
6. Sublimat (Kyan, Baumhauer).
7. Eisensulfat (Limnoriakommission 1893).
8. Hasselmannverfahren (Berichte des Gouvernements Kiautschau 1904—09).

Die Abbildung, welche der Abhandlung von Forestier entnommen ist, zeigt kieferne Hölzer, welche trotz Imprägnierung mit Kupfervitriol in sehr kurzer Zeit wie ein Schwamm durchlöchert waren. Alle Berichte sind sich darin einig, daß das Boucherieverfahren für Hafenbauhölzer nicht den mindesten Wert hat. Ebenso absprechend lauten die Urteile über die meisten anderen Imprägnierverfahren. Nur Sublimat und Kupfernitrat scheinen etwas bessere Ergebnisse gezeitigt zu haben. Es möge erwähnt werden, daß diese beiden Salze auch einen

wesentlichen Bestandteil vieler Schiffsbodyanstriche bilden. Vergleichende Versuche mit gleichartigen Anstrichen, die einmal mit, das andere Mal ohne diese Salze verwendet wurden, zeigten, daß die Wirkung ganz unzweifelhaft im Zusammenhang mit ihnen steht. Für die Imprägnierung haftet ihnen jedoch der Nachteil der Löslichkeit an, sodaß die Wirkung nicht genügend lange vorhält.

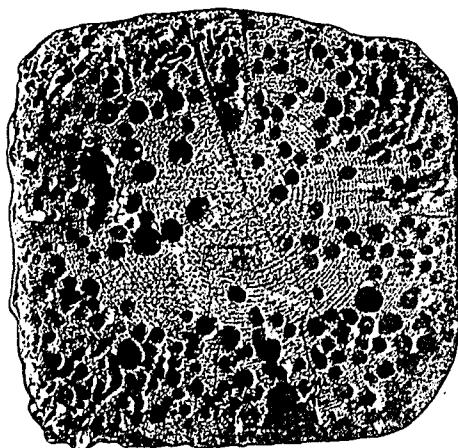


Fig. 12. Hafenpfähle, mit Kupfervitriol nach dem Boucherieieverfahren imprägniert und von *Teredo* zerfressen.

also physikalischer Natur sei. Man meint, daß das Öl die feinen Zähne auf den Schalen verschmiere, ähnlich wie Messing eine Stahlfeile versetzt. Dann müßten aber auch andere Öle wie Leinöl, Firnis, Rohöl, Petroleumrückstände und Paraffin den gleichen Schutz bringen. Tatsächlich haben solche Stoffe sich aber ganz unwirksam gezeigt. Zudem sind viele Fälle bekannt, in denen die Bohrmuscheln auch durch die mit Teeröl getränkten Teile des Holzes hindurchgegangen sind. Pholas hat man sogar in Wachs gefunden. Ganz abgestritten kann freilich eine gewisse mechanische Schutzwirkung nicht werden, wie ja auch die „Verbauderung“ verhältnismäßigen Nutzen gebracht hat. Sicher aber tritt sie beim Teeröl weit hinter der physiologischen Wirkung zurück. Die Bohrmuschel hat eine feine, durchlässige Haut und ist daher besonders im Jugendstadium sehr empfindlich gegen jede Änderung im Zustande des sie umgebenden Wassers. Das Teeröl enthält aber eine größere Anzahl Bestandteile, welche entweder leicht im Wasser löslich sind oder welche schon in geringen Mengen starke Nervengifte sind. Selbst wo die chemische Reaktion versagt, ist der intensive Geruch doch ein sicheres Kennzeichen ihrer Anwesenheit. Ihre Wirkung be-

Seit dem Jahre 1840 wird in steigendem Maße von der Imprägnierung mit Teeröl (Kreosotöl, Dead-oil) Gebrauch gemacht. Die Erfolge haben den Erwartungen in jeder Richtung entsprochen. Über die Ursachen der Wirksamkeit des Teeröles bestehen allerdings nochviele Unklarheiten. Von einigen Seiten wurde die Anschauung vertreten, daß die gute Wirksamkeit vor allem auf der ölichen Beschaffenheit des Teeröles beruhe, daß sie

ruht sicher auf Lähmung der Zellkerne oder anderer Träger der Lebensfunktionen.

Die gesättigten Verbindungen, besonders die Paraffine sind ziemlich indifferent. Auch die Wirksamkeit der ungesättigten Verbindungen der Olefin- und Äthylenreihe, welche die Hauptmenge der neutralen Öle bilden, ist gering. Öle, welche wesentlich oder ausschließlich aus ihnen zusammengesetzt sind, wie Petroleum, Erdölrückstände, säurefreie Teeröle und Carbolineum haben zu mancher Enttäuschung Veranlassung gegeben. Die eigentlichen Träger der Wirksamkeit scheinen die aromatischen Kohlenwasserstoffe (Homologe des Benzols) und vor allem die Teersäuren (Phenole, Kresole usw.) zu sein. Die niedrigsiedenden, welche im Laufe einiger Jahre verschwinden, geben eine kräftige Anfangswirkung, während die hochsiedenden die Nachhaltigkeit der Wirkung gewährleisten. Aus dem Verschwinden der niedrigsiedenden Anteile darf man auf keinen Fall ohne weiteres den Schluß ziehen, daß sie verdunstet oder ausgewaschen seien und daher keinen Wert hätten. Ein großer, vielleicht sogar der größte Teil derselben wird tatsächlich ausgewaschen. Aber dadurch kommt er eben zur Wirkung, denn durch die langsam in die Tiefe gehende Wirkung des umgebenden Wassers kommen immer neue Teile an die Oberfläche des Holzes, geben dort mit dem Wasser außerordentlich kräftig wirkende Auflösungen und verhindern so lange Jahre jedes Ansetzen junger Tiere.

Ein anderer Teil der Teersäuren usw. bildet im Laufe der Zeit mit anderen Bestandteilen des Öles Kondensationsprodukte, deren Wert keinesfalls unterschätzt werden darf.

Die Theorie der rein mechanischen Wirksamkeit des Teeröles scheint im übrigen ihren Ausgang überhaupt nicht von wissenschaftlichen Untersuchungen oder vergleichenden Versuchen genommen zu haben, sondern in engem Zusammenhange mit den Umwälzungen in der Teerdestillation zu stehen. Während die Gasteere aus den Öfen älterer Konstruktion ein Teeröl mit ziemlich hohem Gehalt an Teersäuren gaben, sind die in neuerer Zeit in großen Mengen auf den Markt gebrachten Öle aus Kokereien und aus den modernen Gaswerksöfen säurearm. Der unter anderm auch von unsren Eisenbahnverwaltungen für die zur Schwellenimprägnierung gebrauchten Öle geforderte Gehalt an Teersäuren kann also nur durch Zusatz von Teersäuren, bezw. durch sorgfältig geleitete Weiterverarbeitung des rohen Teeres erzielt werden. Da unsere Behörden aber die Erfahrung gemacht haben, daß die Öle in der bisherigen Zusammensetzung den Anforderungen am besten entsprochen haben, so besteht für sie nicht die mindeste Veranlassung zu Änderungen. Untersuchungen, welche

seit einigen Jahren im Gange sind, deren genaue Bekanntgabe jedoch noch nicht erfolgen kann, da sie noch nicht abgeschlossen sind, scheinen dieses Verhalten zu rechtfertigen und die Forderung eines gewissen Gehaltes von Teersäuren auch gegen den *Teredo* zu begründen.

Ebenso wichtig wie die Beschaffenheit des Schutzmittels ist dessen Verteilung im Holze und zwar sowohl hinsichtlich der Stärke der durchtränkten Schicht als auch der Dichte des Schutzmittels in dieser. Die Stärke der Schicht hängt von der Holzart und der technischen Durchführung des Imprägnierverfahrens ab. Eiche, Fichte und Tanne erlauben infolge der unregelmäßigen Bildung der schwachen Splintschicht nur eine dünne unregelmäßige Schutzschicht, während bei der Kiefer das Öl auf dem ganzen Umfange etwa 3—4 cm und noch weiter eindringen kann. Daß dieser Umstand nicht belanglos ist, läßt sich daraus entnehmen, daß bei allen vergleichenden Versuchen mit imprägnierten Hölzern Eiche, welche im rohem Zustande unleugbar der Kiefer überlegen ist, viel schneller Wurmfraß zeigte als Kiefer (Forestier, Thompson, Baumhauer).

Eine so vollständige Durchdringung wie sie bei Kiefer möglich ist, läßt sich naturgemäß bei einfachem Einpressen des Öles mit Hilfe von Druck und Vacuum im geschlossenem Cylinder nur unter Aufwendung ziemlich beträchtlicher Ölmengen, bis zu 350 Liter Öl auf den cbm, erreichen. Das ist aber bei dem alten von Bethell angegebenen Verfahren notwendig, da jeder Holzstamm infolge der verschiedenen während des Wachstums auf ihn einwirkenden Einflüsse niemals in allen Teilen gleiche Dichte usw. besitzt. Wenn man unter der Maximalaufnahme bleibt, so wird die imprägnierte Schicht nicht gleichmäßig auf dem ganzen Umfange schwächer, sondern zunächst erhalten die schwerer durchlässigen Stellen, wie harzreiche Abschnitte, wenig oder gar kein Öl. Daher hat neben der Durchführung des Verfahrens auch die Ölmenge große Bedeutung.

Im folgenden sind eine größere Zahl Berichte über das Verhalten mit Teeröl imprägnierter (kreosotierter) Hölzer im Auszuge wiedergegeben.

1. Hafen von Sunderland (England): Die Docks wurden im Jahre 1839 mit kreosotiertem Kiefernholz gebaut. Angabe der Ölmenge fehlt. Im Jahre 1859 berichtet Harrison der Institution of Civil Engineers, daß sich die Anlagen in gutem Zustande befinden.

2. Hafen zu Teignmouth (England): Im Jahre 1842 baut Brunell kreosotiertes Kiefernholz ein. Bei einer Untersuchung im Jahre 1849 ist dieses unversehrt.

3. Hafen von Lowestoft (England): Im Jahre 1846 wurden 1600 kreosotierte Kiefernpfähle eingesetzt. Bei einer Untersuchung im

Jahre 1849 wurden 6 angefressene Pfähle gefunden, im Jahre 1859 ebenfalls einige beschädigte Pfähle.

4. Hafen von Leith (Schottland): In den Jahren 1848—54 wurden 1400 kreosotierte Pfähle eingesetzt. Ölverbrauch im Mittel 160 kg/cbm. Bei einer Untersuchung im Jahre 1862 durch Robertson wurden einige Pfähle, welche geringere Ölmengen erhalten hatten, beschädigt gefunden.

5. Hafen von South: Gebaut 1848. Kreosotierte Hölzer im Jahre 1852 heil.

6. Hafen von Brighton (England): Gebaut 1848. Cripps findet das kreosotierte Holz im Jahre 1851 gesund.

7. Hafen von Devonshire (England): Einbau des kreosotierten Holzes 1848. Untersuchung 1851.

8. Hafen von Manchester (England): Einbau 1850. Untersuchung 1861.

9. Hafen von Plymouth (England): Einbau 1849, Untersuchung durch Brunell 1853.

10. Hafen von Portland (England): Einbau 1853. Untersuchung 1861.

In den Fällen 5—10 wurde nach Bethell vollimprägniertes Holz verwendet. Bei den Untersuchungen wurden an den untersuchten Pfählen keine Beschädigungen gefunden.

11. Hafen von Holyhead (England): Im Jahre 1854 wurden eine größere Anzahl roher und mit Teeröl imprägnierter Pfähle gesetzt. Bei einer Untersuchung im Jahre 1861 wurden die kreosotierten Pfähle unbeschädigt, die rohen völlig zerfressen gefunden.

12. Ostende (Belgien): Crépin macht in den Jahren 1857—1867 Vergleichsversuche mit Pfählen, welche mit Teeröl und mit Kupfervitriol imprägniert sind, und findet die kreosotierten Pfähle in gutem Zustande, die anderen stark beschädigt. Bei einer neuen Versuchsserie, bei welcher auf den cbm Holz 440 Liter Teeröl verwendet worden waren, wurde im Jahre 1864 dasselbe festgestellt.

13. Assiz-Vera stellt die gute Wirkung des Teeröles in den spanischen Häfen fest.

14. Vlissingen, Harlingen und Stavoren (Holland): Durch Baumhauer werden größere Erprobungen mit kreosotiertem Kiefernholz vorgenommen, welche die große Schutzwirkung des Verfahrens zeigen.

15. Sables d'Olonne und Fromentine (Frankreich): In beiden Hafenorten waren Landungsstege und andere Anlagen trotz Imprägnierung mit Kupfervitriol 2 Jahre nach Baubeginn zusammengebrochen. Mit Teeröl imprägniertes Kiefernholz widerstand den Angriffen der Bohrmuscheln gut. Nur bei Hölzern, bei denen die Öl-

menge zu gering war und unter 180 kg auf den cbm betrug, wurden Beschädigungen bemerkt.

16. Grimsby (England): Kreosotiertes Holz, im Jahre 1850 eingebaut, wird bei Untersuchung im Jahre 1857 durch Adam Smith unbeschädigt gefunden.

17. Bericht der sardinischen Verwaltung 1860: Bei Verwendung von mindestens 200 Liter Teeröl auf den cbm Holz wurden gute Ergebnisse erzielt.

Weitere ähnliche Mitteilungen liegen vor von Amtsingenieur Munch (Drontheim) über die Hafenanlagen von Strömmenbrücke, Moß und Laurvikin (Norwegen), von der deutschen Regierung über die Anlagen in Tsingtau, Swakopmund, Wilhelmshafen, Kiel, Cuxhaven, und von den dänischen Behörden aus Gjedser und Kopenhagen.

Diesen zahlreichen sehr günstigen Zeugnissen stehen allerdings auch andere absprechende entgegen. (Über gelegentlich auch an den vorgenannten Bauten bemerkte Schäden kann man wohl hinwegsehen.) So hat Nicols gefunden, daß Holz, welches auf den cbm 150 Liter Öl erhalten hatte, im Hafen von Scrabster angegangen war. Auch Jeffreys und Hutton teilen solche Befunde mit, ebenso Crépin, Stevenson und Thompson. Stearns schreibt aber geradezu von der Imprägnierung, daß sie „not to much purpose“, ohne viel Zweck sei, und Sears vom Ingenieurkorps der Vereinigten Staaten berichtet: „Ich habe kein Vertrauen in das Kreosotieren des Holzes als Schutz gegen Wurmangriffe und meine Beobachtungen in Wilmington und anderswo lassen mich das Verfahren als einen vollständigen Fehlschlag ansehen“. In beiden Fällen handelt es sich um richtige Imprägnierungen unter Druck und Vacuum. Daß das einfache Eintauchen in Teeröl nicht viel nützen würde, war zu erwarten und wird durch langjährige Untersuchungen des Ingenieurs Benuzzi an Hölzern bewiesen, welche nach dem Giussaniverfahren imprägniert worden sind. Die Ursachen dieser Mißerfolge sind bisher nicht einwandfrei festgestellt. In einem Falle waren die Hölzer vor der Imprägnierung nicht genügend trocken, sodaß später Risse auftraten, die von der Imprägnierflüssigkeit nicht bekleidet waren. In andern Fällen war unzweifelhaft mit dem Öl in unzulässiger Weise gespart worden. Mehrfach konnte aber auch festgestellt werden, daß die Bohrwürmer gerade in dem mit Öl durchsetzten Holze gebohrt hatten. Die Tiere, welche in jeder Weise lebenskräftig waren, als sie aus dem Holze genommen wurden, hatten sich, wahrscheinlich durch Anteile des Kreosotes, eigenartig rötlich verfärbt. Ganz unzweifelhaft waren in diesem Falle die Öle indifferent und frei von Säuren, entsprachen also dem von Troschel und anderen aufgestellten Idealöl. Es ist wohl

ohne besondere Erläuterung zu begreifen, daß ein solches Öl, wenn es zudem noch in sehr beschränkten homöopathischen Dosen in das Holz eingeführt wird, nicht im entferntesten die Wirkung ausüben kann, wie sie die alten Öle mit 6—10% der stark wirkenden Teersäuren besassen.

Es würde ungerecht sein, auf Grund dieser wenigen Mißerfolge ein Verfahren zu verwerfen, welches in so vielen Fällen unzweifelhafte Beweise seines großen Wertes gegeben hat. Man muß aber aus diesen Vorfällen die entsprechenden Lehren ziehen. Erfolg kann nur eine Imprägnierung geben, welche sorgfältig ausgeführt wird. Alle Berichte lassen erkennen, daß eine Mindestmenge von 150 Liter Öl auf den cbm Holz erforderlich ist. Von Hölzern, welche, wie es Troschel will, mit nur 50—60 kg Öl imprägniert worden sind, kann man, um das von Troschel auf ein anderes Imprägnierverfahren benutzte Sprichwort zu wiederholen und vervollständigen, sagen:

,Von außen schön, von innen schlimm,

Von außen Friedrich II., von innen Ephraim!“

Es fehlt den Troschel'schen Behauptungen jede Unterlage, und auch die Beziehung auf eine Veröffentlichung des Geh. Oberpostrates Christiani ist zu unrecht erfolgt. Die Arbeiten von Christiani beziehen sich nur auf Hölzer, welche mit Teeröl voll imprägniert sind, die also auf den cbm mindestens 250 Liter Öl aufgenommen haben. Die Angabe, daß Christiani die mittlere Dauer der mit Teeröl imprägnierten Masten auf 37 Jahre ermittelt habe, ist zudem falsch. Christiani schreibt am Schluß seiner Abhandlung klar und deutlich, daß die Statistiken eine mittlere Dauer von 23 Jahren ergeben. Bei Wasserbauhölzern kann man nach den französischen und englischen Untersuchern mit annähernd derselben Dauer rechnen. Ganz unmöglich lassen sich die Angriffe der Bohrmuschel nicht machen, wir können sie nur stark verzögern. Wenn man aber bedenkt, daß rohe Kiefernpfähle in stark verseuchten Gewässern im Mittel nicht länger als 3—5 Jahre halten, so bedeutet eine Verlängerung auf 20 Jahre einen außerordentlichen wirtschaftlichen Gewinn.

Zusammenfassung.

1. Das Werkzeug, mit welchem der *Teredo* das Holz zerstört, sind die Schalen.
2. Mehrfach gefundene Bekleidungen der Höhle am Kopf, die Beschaffenheit der Holzspäne im Leibe und die Analogie zu andern Meermuscheln machen es wahrscheinlich, daß die Höhle in erster Linie zum Schutze angelegt wird, und daß das abgeschabte Holz, wenn überhaupt, so nur eine untergeordnete Rolle bei der Ernährung spielt.

3. Imprägnierungen mit Salzlösungen, Anstriche usw. haben im Kampfe gegen die Bohrmuschel entweder ganz versagt, oder nur begrenzte Wirksamkeit gezeigt.

4. Von den fremden Harthölzern sind Turpentine, Jarrah, Greenheart als in gewissen Grenzen teredosicher zu bezeichnen.

5. Die besten Ergebnisse im Kampfe gegen die Bohrmuschel hat die Imprägnierung mit Teeröl gegeben. Dieses soll mindestens 6—10% Teersäuren enthalten und die eingepreßte Menge soll nicht weniger als 150 Liter auf den cbm betragen. Das Holz muß vor der Imprägnierung vollkommen trocken sein. In jedem Falle soll die Imprägnierung nur durch zuverlässige Firmen geschehen.

Literaturzusammenstellung.

I. Kapitel. a) alte Geschichte.

Altes Testament. Vulgata 2. Könige 28, Vers 8.

„ „ Septuaginta Sprüche 12, Vers 4.

Suidas (970 v. Chr.) Lexigraph. „ 25, Vers 20.

Aristophanes (450—385 v. Chr.) Die Ritter (Hippes). Zweite Parabasis Vers 1281.

Ktesias (414—398 v. Chr.) Indica.

*Aristoteles (384—322 v. Chr.) Naturgeschichte der Tiere. VIII Kap. 2.

Theophrastus (371—286 v. Chr.) Naturgeschichte der Gewächse. Buch 5, Abs. 4.

Klitarchus (325 v. Chr.) Eucomium Teredinis.

Cicero (106—43 q. Chr.) De natura deorum, Buch II.

Publius Ovidius Naso (43 v. Chr. bis 17 n. Chr.) Vier Bücher Briefe aus dem Pontus. Brief 1 an Brutus, Vers 70.

*Vitruvius (10 v. Chr.) Zehn Bücher über Baukunst. Buch 5, Kap. 12.

Plinius Secundus 23—79 n. Chr.) Naturgeschichte. Buch 40, Kap. 1 u. 48.

Athenäus (120 n. Chr.) Deipnosophistica.

Claudius Älianu s (200 n. Chr.) Tiergeschichten. De animalibus. XVII. c. 57.

Origines (188—252 n. Chr.) Commentarium Evangelium secundum Matthäum. Hieronymus (340—429 n. Chr.) Jesaias.

Augustinus (354—430 n. Chr.) De Civitate Dei, Buch 20, Kap. 9.

Calepinus: 1506. Hippatria.

Absyrtus: 1538. De re veterinaria.

b) 1. bis zu Sellius.

1250. Hesichius: Dictionarium graece.

1457—1526. Petrus Martyr ab Angleria (Mediolanensis) Abt zu Jamaika: De orbo novo (1516) und De insulis nuper repertis (Hyspaniae narratio), 1524.

1536. Hektor Boece: Kroniklis of Scotland (Boethius).

1537. Ruellius: De natura stirpium. Kap. 75, S. 152.

1565. Nicolas Monardus: Historia Medical de las cosas que se traen de las Indias occidentales que sirven al uso medicina (Sevilla).

1579. Clusius: Übersetzung des vorigen ins Lateinische; Kap.: Exoticorum.
1602. Aldrovandus: De animalibus Insectis libri septem. Buch VI, Kap. 3. (Bonn).
1634. Thomas Moufetus: Theatrum Insectorum. Buch II, Kap. 19, S. 249.
1600. Pedrarias Davila: Reystagten na Darien. Herausgegeben von „Godofredus“.
1655. Olaus Wormius: Museum Wormium. Liber III.
1660. Johnston: Historia naturalis de Insectis. Buch III.
1666. Journal des Scavans (Philosophical Transactions) April 1666.
1669. Lister: Cochlearum Angliae Libri, Teil I, S. 106.
1671. Montanus: De nieuwe Wereld, S. 70.
1679. Malpigi: Anatomia Plantarum. (London 1675—1679).
1684. Bonnani: Recreatio mentis et Oculi. P. 30. (Rom.)
- 1660—1753. Sir John Sloane: The natural History of Jamaika. Bd. II, S. 194.
1696. Sloane: Catalogus plantarum, de insula Jamaica.
1654. P. C. Hofts: Nederlandsche Historie.
1705. Rumphius: Amboinsche Raritätenkabinet. (Amsterdam). Lit. F u. G.: Boorworm.
1709. Réaumur: Des coquilles des animaux (Mémoirs de l'Academie Royale des Sciences. S. 481).
1710. Vallisneri: Prima racolta d'observationi. (Venedig, Galleria di Mi-nerva, Band VII.)
1712. Réaumur: Sur les „Dails“ (Pholaden). Mémoire S. 171 und 156.
1720. Deslandes: Memoire de l'Académie des Sciences, S. 26—29.
1723. Guillaume Dampier: Voyage autor du monde. Buch II, S. 48.
1723. Massuetus: Recherches sur l'Origine des vers, qui infestent les vais-saux (Amsterdam).
1731. Procès verbal des conseilleurs des Digues de Drechterland.
1731. Bergen: Neue Beschreibung der bey einer Zeit her zur Ungebühr übel berüchtigten holländischen See- oder Pfahlwürmer. (Nürnberg).
1731. Lakemann: Wahrhaftige Beschreibung derer seltsamer Seewürmer nebst Abbildungen.
1732. Breynius: Dissertatio de Polythalamiis.
1732. Nederlandsche maandelyke Postryder (Oktober 1732): Exposé des Inten-dants des Digues de Drechterland.
1732. Merkurius Europäus, Band 93, Teil 1, S. 297 u. 302: Erster Bericht wegens der Flage der Wormen in het Paalwerk der Dykagien van Hol-land en Zeeland.
1733. Lakemann: Ontwerp van en onkestbar Medel vor de Westvriesche Zee-dyken dor het atknaagen vant Paalwerk etc. (Amsterdam.)
1733. Boerhaavius: Elementa Chemica. Buch I, Teil 2 (Paris).
1733. Breyn: Brief an Herrn Peter Schenck wegen des in Holland grassieren-den Seewurmes.
1733. Puton: Beschreibung der Seewürmer. (Leipzig.)
1733. Rousselus: Observation sur l'origine, la constitution et la nature des vers de mer qui percent les vaisseaux, les piliers, les jettées et les esta-cades (Haag).
1733. Dr. Belkmeer (Enkhausen): Naturkundige Verhandeling of waarne-mings betreffend den houtuytraspende en doorboorende Zeeworm. Am-sterdam.

b) 2. von Sellius bis zum Jahre 1880.

1733. Godofredus Sellius: *Historia naturalis Teredinis seu Xylophagus marini.*
1733. Sellius: *Naturkundige Historie von den Zeehoutworm oder Houtvreter.* Teil I Utrecht. 303 Seiten.
1734. Albertus Seba: *Naakeurige Beschryving van het Schatryke Kabinet der voornaamste Seldzaamheeden der Natuur.* = *Locupletissimi Rerum naturalium Thesauri descriptio.* Amsterdam. Band III, Tafel 16 u. 94 (Kuphus).
1735. Linné: *Systema Naturae.* Lugdunum Batavorum. I. Ausg.
1735. Bryn: *Den Zeeworm* Rotterdam.
1739. Janus Plancus: *De conchis minus notis (de littoris Arimentis)* Venedig.
1739. Baster: *Philosophical Transactions.* Band XLI, S. 276 (London). On the worms which destroy the piles on the coasts of Holland and Seeland.
1734. Breynius: *Commercium Litterarium.* Nürnberg. S. 387–9: De ligno olim a Teredinibus maris exesco, deinde petrefacto et non ita pridem in monte prope gedanum reperto.
1734. L'Epie: *Onderzoek over de oude en tegenwärtige Natuurlyke Gestaldheit van Holland og voornamelyk West-Friesland etc.* Teil 2. Onderzoek over de gedaante Aart en Werking der Zee- of Kokerworm. Amsterdam.
1746. Linné: *Fauna Suecia* 1. Ausg.
1751. Van Swieten: *Brief an den Leibarzt der Kaiserin von Russland.* In der Hofbibliothek zu Wien.
1757. Ginnanni: *Opere posthume.* Bd. 2, Tafel 2.
1757. Adanson: *Histoire naturelle de Senegal:* Coquillages, S. 262.
1759. Adanson: *Histoire de l'Académie royale des Sciences.* (Mémoire de Mathem. et Physique) S. 15: D'une nouvelle espèce de Ver qui ronge les bois et les vaisseaux, observé au Senegal. (*Teredo palmulata*).
1757. Adanson: *Voyage au Sénégal.*
1759. Baster: *Opuscula subseciva observationes miscellanea de animalculis* (Harlem).
1758. Linné: *Systema naturae.* 10. Ausgabe, S. 651.
1761. Bergen: (Nova Acta Leopoldinis Carol. Bd. II). Bericht über die höchst schädlichen in Holland und Seeland befindlichen Seewürmer.
1762. Martinii: *Conchylienkabinet:* Bd. 1; Tafel 2 u. S. 46: *Tubulus testaceus.*
1763. De la Faille: *Sur le Pholade* (Mém. de l'Acad. de la Rochelle, S. 93) u. 79.
1763. Gronovius: *Zoophylacium gronovianum*, S. 258: *Xylophagus.*
1763. Samuel Bochartus: *Hierozoicon sive bipertitum opus de animalibus sacrae Scripturae.* London.
1760. Carolus v. d. Bergen: *Classes Conchyliorum.* Nürnberg.
1766. Linné: *Systema naturae.* 12. Ausg. S. 1267.
1772. Joh. Beckmannus (Göttingen): *Terminologia conchyliologiae.* C. Linnaei.
1771. Pennant: *Zoologia britannica.* Bd. 4, S. 147: *Teredo.*
1775. Petrus Forskal: *Descriptiones animalium quae in itinere orientali observavit.* S. 99. *Limax tergipes*

1777. Duhamel du Monceau: *Du Transport, de la conservation et de la Force des Bois.* Paris.
1778. Dacosta: *Britisch Conchyliologya* S. 21: *Teredo*.
1778. Leendert Bomme (Middelburg): *Traveaux de la Société scientifique de Flessingen*.
1780. Otto Fabricius: *Fauna groenlandica* S. 427: *Pholas teredo*.
1788. Diqueman: (*Magazin der Physik von Lichtenberg*), Teil I: Über ein Holzzerstörendes Seeinsekt.
Teil I, 3. St., S. 72: Von einer zweiten Art Seeinsekt, so Stein zernagt.
1783. S. Schroeter: Einleitung in die Conchyliologie. Bd. 2, S. 572,
- 1780—1796. Martini und Chemnitz: *Conchilienkabinet*.
1789. Karsten: *Museum Leskeanum.* Bd. 1, S. 308.
1792. Spengler: *Naturhistoriske Selbskabets Skrifter.* S. 99.
1782. Encyclopédie méthodique. Bd 8 u. 9.
1775. Beschäftigungen der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde Berlin. S. 426—427. Mitteilung eines Briefes des Garnisonpredigers Chemnitz aus Copenaghen.
1776. Wie vor. S. 560—562: Brief von Chemnitz.
1779. Spengler: Wie vor. S 167—178. Von der fünfschaligen Holzpholade. (*Pholas lignorum*).
1792. Olivi: *Adriatica Zoologia.* S. 197.
- 1797—1799. Verhandlungen und Schriften der Hamburgischen Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe. Bd. 6, S. 325 ff.
Meyer: Verhandlungen über die Mittel zur Vertilgung und Abhaltung des See- oder Bohrwurmes an Schiffen und Wassergebäuden.
1798. Reimarus: Über die Triebe der Tiere. 4. Ausgabe.
1798. Cuvier: *Table élémentaire de l'histoire naturelle.* S. 432.
1800. I. Smeaton: *A narrative of the Building and a description of the Construction of the Eddystone-Lighthouse.* Buch 2, Kap. 2.

b) 3. von 1800 ab.

- 1800—1804. Donavan: *Natural history of british shells.* Bd. 5, S. 145.
1802. Fleurian de Bellevue: *Journal de la Metherie et Academie des Sciences.* Germinal An X: Über Bohren von *Pholas*.
1806. Griffiths: Description of a rare species Worm shells. *Philosophical Transactions Royal Ac.* London. Part 1, S. 269—274.
1806. Home: Observations on the shell of the Seaworm found on the coast of Sumatra. Wie vor. S. 276—292.
1807. Renier: *Tavole di regno animale.* Nr. 7.
- 1800—1805. Cuvier: *Anatomie comparée;* bearbeitet von Duvernoy und Duméril. Bd. 2, S. 127.
1816. Kirby and Spence: *An Introduction to Entomology.* London 1816 bis 1821. 4. Ausg., S. 286.
1818. Brookes: *Introduktion to the study of Conchiology.* (London.)
1817. Schumacher: *Essay d'un nouveau système de habitation des vers testacétes.* S. 94.
1814. Home: *Lectures on comparative Anatomy.* Band II. London.
1817. Dillwyn: *A descriptive catalogue of recent shells.* Bd. II, S. 1085 bis 1089: *Teredo*
1817. Cuvier: *Le règne animal*, Vol. II, S. 493.

1819. Turton: A conchyliological Dictionary of the British Islands. S. 158.
 1817—1822. Lamark: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Bd. 5, S. 440.
1822. Turton: Conchyliæ insulorum Brittaniae. London. S. 14.
1824. Robert Stevenson: Account on the Bell-Rock Lighthouse. Edinburg.
1820. Schweigger: Handbuch der Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Tiere. S. 699.
1824. Encyclopedia d'Edinburg. Band VII, S. 433. Artikel „Harbours“.
1825. Blainville: Manuel de Malacologie et de Conchyliologie. Paris.
1824. Blainville: Artikel „Mollusques“ im Dictionnaire des Sciences naturelles.
1826. Osler: On the burrowing and boring of marine animals. Philosophical Transactions.
1826. Peyraud eau: Catalogue des mollusques de la Corse. S. 26.
1826. Stark: Observations on two species of Pholas, from Edinburgh. Journal of Science. Vol. V, S. 98—105.
1827. Osler: On the borrowing and boring af marine animals. Wie vor. S. 270.
1827. Gray: The Philosophical Magazine and Annals. Vol. II, S. 407—411. A monograph of the genus *Teredo* Linné, with descriptive Characters of the Species in the British Museum. 9 Arten.
1828. Wilcox: The destructive action of the *Teredo navalis* on vessels built of Teak timber. Edinburgh Journal of Science (Brewster). Vol. VII. S. 151—152.
1828. Wie vor. Frierps Notizen aus dem Gebiete der Heilkunde. Bd. 21, S. 17—19.
1827. Blainville. Dictionnaire des Sciences naturelles. Tome 52.
1829. Guérin: Iconographie du règne animal, S. 33.
1829. Blainville: Manuel de Malacologie et de conchyliologie.
1830. Menke: Synopsis molluscorum de Museo Menzeano. S. 122.
1831. Cuvier: Le Règne animal. Les Mollusques. Par Deshayes. 3. Ausgabe. T. 114.
1831. Bronn: Italienische Tertiärgebilde. S. 86.
1833. Thompson: On the *Teredo navalis*. Franklins Journal,
1834. William Thompson: On the *Teredo navalis* and *Limnoria terebrans*. Edinburg New Philosophical Journal. Vol. 18, S. 121—130.
1836. Rud. Philippi: Enumeratio molluscorum Siciliae. Bd. 1, S. 2.
1836. Cuvier: Le Règne animal illustré.
1838. Moore: On the occurence of the *Teredo navalis* and *Limnoria terebrans* in Plymouth Harbour. Magazine of Natural History. Neue Serie II, S. 206—210.
1838. Moore: Wie oben. Frierps Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. Bd. VII, Nr. 136.
1838. Gray: On the Boring of the Pholades: Report 8. Meeting British Ass. Adv. Sciences. Vol. VII, S. 111—112.
1840. Wood: Catalogue of shells from crag: Ann. natural history S. 245.
1840. Lehmann: Om teredo navalis og et naturligt værn etc. Förhandlinger Skand. Naturforsker. S. 291—294.
1841. Delle Chiaje: Descrizione e nomotomie delle animali invertebrati dell Sicilia. Bd. III. Neapel. Bd. IV, S. 32.
- 1843—1850. Deshayes: Traité de conchyliologie. Bd. I, S. 59.

1843. Lehmann: Isis. S. 295. Wie oben: Über den Pfahlwurm, eine natürliche Schutzwehr gegen denselben.
1843. Caillaud: Magazine de Zoologie et de Anatomie comparé. Sur les Gastrochènes.
- 1844—1845. Mac Gillivray: On a species of *Teredo* found in cork-floats on the coast of Aberdeenshire. The Edinburg New Philosophical Journal. Bd. 38, S. 138—141.
1848. Deshayes: Histoire des Mollusques. S. 243 ff. in: Exploration scientifique de l'Algérie pendant l'Année 1840—1842.
1846. Deshayes: Notiz über *Terede* in l'Institut, 1. Section, Bd. 14, S. 59.
1846. Wie vor. Frorieps neue Notizen. Bd. 37, S. 321—324. Inhaltsangabe der Arbeiten von Deshayes, Laurent, Quatrefages.
1846. Drouet: Notice sur la *Teredina personata*. Bulletin de la Soc. Géologique de la France. 2 Serie, Bd. 7, S. 143—146.
1847. Thompson: Note on the *Teredo norvegica*. Annales of natural history, Vol. 20, S. 157—164.
1848. Hancock: On the Boring of the mollusca into rocks and on the removal of portions of their shells: Annals and Magazine of Natural History.
1848. Forges and Hanley: History of British Mollusca.

Bibliographie von 1848 ab.

a) Anatomie und allgemeine Abhandlungen.

1848. Quatrefages: Annales des Sciences naturelles. 3. S., Bd. 9, S. 33 bis 36: Note sur le développement de l'oeuf et de l'embryon chez les Tarets.
1848. L'Institut, Bd. 16, Sect. 1, S. 150—151. Bericht über Arbeiten von Quatrefages und Laurent.
1848. Laurent: Remarques sur les Tarets. Extraits des Proc. verb. Soc. Philomatique de Paris, S. 33—39.
1848. Quatrefages: Sur l'Embryogénie des Tarets. Wie vor, S. 33—36.
1848. N. Notizen a. d. Gebiet der Natur- und Heilkunde. 3. Reihe, Bd. 5, S. 51—53. Referat: Quatrefages: Über die Entwicklungsgeschichte der Bohrmuschel.
1849. Quatrefages: Mémoire sur l'Embryogénie des Tarets. Comptes rendus Acad. Sciences, Paris. Bd. 28, S. 430—433.
1849. Quatrefages: Mémoire sur le genre *Taret*. Annales des Sciences naturelles. III. S.. Bd. 11, S. 19—73.
1850. Laurent: Recherches sur les moeurs des Tarets. Journal de Conchyliologie. Bd. 1, S. 250—276.
1850. Clark: Annales and Magazine of Natural History. S. 313—336. Pholadidae.
1850. Quatrefages: Zur Embryogenie des Schiffsbohrers, *Teredo navalis*. N. Notizen. Bd. 1, S. 6—8 und 9—12.
1853. Fischer: Etudes sur le Taret noir (*Teredo nigra*). Actes d. l. Soc. Linnéenne de Bordeaux. Bd. XIX, S. 391—404.
1857. Harting: De Paalworm. Album der Natur, S. 9—10.
1859. Harting: De Paalworm. Wie vor. S. 389 ff.
1860. Jeffreys: Notice on an undescribed peculiarity in *Teredo*: Annals Magazine of Natural history, 3. Ser., Bd. 6, S. 289—291.
1862. Bronn: Weichtiere.

1862. Das Ausland: Jg. 35, S. 72). Die Bohrmuschel im Jardin d'Acclimation. Bericht über Arbeiten von Caillaud.
1867. Wood: Skibsormen. „Fra alle Lande“, S. 120—123.
1870. Lacaze-Duthiers: Etudes sur la morphologie des mollusques acephales, lamellibranches: Comptes rendues. Acad. Sciences. Bd. 70, S. 102.
1871. Verkrüzen: Norwegen, seine Fjorde und Naturwunder.
1871. Verkrüzen: Über Xylophaga. Nachrichtenblatt d. Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft. III. Jg., S. 139.
1873. Über die Bohrwürmer. Das Ausland, Jg. 46, S. 319—320.
1874. Möbius: *Teredo navalis* im Kieler Hafen. Schriften d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein. Bd. I, S. 36.
1877. Nicols: The shipworm. Nature S. 8—9.
1881. Hatschek: Über die Entwicklungsgeschichte des *Teredo*. Arbeiten a. d. zool. Institut d. Universität Wien. VII.
1888. Lang: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Mollusken.
1887. Saunders: *Teredo navalis* (The shipworm) Transact. East-Kent Natural Society. Canterbury. S. 1—9.
1889. Ménégaux: Sur les Homologies de différents organes des Tarets. Bull. Soc. Zoologique de France. Bd. XIV, S. 53—55. — Comptes rendues. Bd. 108. S. 537.
1889. Ménégaux: Histoire naturelle du Taret (populär). Le Naturaliste S. 277—280.
1889. Ménégaux: Referat in R. Microscopical Soc. London. Bd. 2, S. 498.
1889. Ménégaux: Morphologie du *Teredo*. Comptes rend Acad Soc. S. 550.
1890. De Asis Vera: Estudios preliminares sobre los moluscos terrestres y marinos de Espana, Portugal y Baleares. Mem. Real Acad Ciencias Bd. XV.
1890. Ménégaux: Recherches sur la circulation des lamellibranches. Besançon.
1891. Pelseneer: Contribution à l'étude des Lamellibranches. Archives de Biologie. Bd. XI, S. 208.
1891. Dubois: Anatomie et Physiologie comparées de la Pholade Dactyle. Annales de l'Université Lyon. Bd. II, Heft 2, 166 S.
1893. Keer: Bijdrage tot de Kentnis van den Paalworm. Dissertation Leiden.
1893. Sigerfoos: The Pholadidae: Note on an early stage of development. John Hopkin University. Circular Bd. 14, S. 78. (Nr. 119.)
1894. Grobbens: Zur Kenntnis der Morphologie der Mollusken. Akad. Wissensch. Wien. Bd. 103.
1895. Sigerfoos: Referat. Annals Mag. Nat. history. 6. Ser., Bd. 16, S. 233—238.
1895. Oates: *Teredo*, a popular paper on shipworms. Transact. Edinburg Field-Society, Vol. III, S. 64—76.
1896. Sigerfoos: Referat in Zoologisches Zentralblatt, III, S. 18—19.
1897. Pelseneer: Traité de Zoologie von Blanchard, Bd. 1^{te}, S. 143—144, *Teredo*.
1899. Beuk. Zur Kenntnis des Baues von *Teredo*. Arb. a. d. zool. Inst. Universität Wien.
1903. Fürth: Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere.
1909. Kuhlmann: Der Bohrwurm (populär) Kosmos. S. 86.
- b) Systematik und neue Arten.
1848. Laurent und Eydoux: Zur Systematik des genus *Teredo*. L'Institut, Bd. 16, S. 224. Kurzer Bericht eines Vortrages in der Soc. Philomatique.

1848. Quatre fages. Notiz über *Teredo*. L'Institut, Bd. 16, S. 190—191.
1848. Quatre fages: Remarques relatives aux différentes espèces des Tarets. Extraits Proc. verb. Soc. Philomathique de Paris. S. 43—44.
1850. Clark: On the terebrating mollusca: Ann. Mag. Nat. Hist. 2 S., Bd. 5, S. 6—14.
1851. Woodward: A manual of the mollusca and a rudimentary treatise on recent shells. London.
1851. Saussaye: Catalogue des coquilles marines de la France, II. de Conchyliologie.
1853. R. Philippi: Handbuch der Conchyliologie und Malakozoologie. Halle.
1855. Sowerby: Thesaurus Conchyliorum and Monograph of Genera of shells. Bd. 2, S. 485—500 und Plate 102—108 Pholas.
1856. P. Fischer: Liste monographique des espèces du genre *Taret*. II. de Conchyliologie. 2. S., Bd. 8, S. 129—144 und 254—260.
1857. Phipson: Note sur le *Teredo* fossilis. Comptes rend. Acad. Soc. Bd. 45, S. 30—31.
1860. Jeffreys: A synoptical list of the british species of *Teredo*, with a notice on the exotic species. Ann. Mag. Nat. Hist. 3. S., Bd. 6, S. 121 ff.
1856. Gould: *Teredo thoracites*: Proc. Boston Soc. Nat. History. Vol. 6, S. 15.
1857. Kuphus: Proc. Zoological Society London. Tafel 39.
1860. Leunis: Synopsis der drei Naturreiche.
1861. Calobates Gould: Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 8, S. 283.
1861. *Teredo bipennata*. Actes Soc. Linn. Bordeaux. Bd. 27, S. 88.
1862. Vassel: *Teredo Fuchsii*. La Nature. 10. 6. 62.
1863. Tyron: Teredinidae: Proc. Acad. Nat. Sciences. Philadelphia. S 454—482.
1863. Pontoppidan: Den danske Atlas. S. 659.
1864. Jeffreys: Nausitoria vom Ganges und Zambesi. Transact. Linn. Soc. London. Bd. 24, S. 451—454.
1865. Jeffreys: British Conchyliology. Bd. III, S. 147: Nausitoria, S. 123. *Teredo*.
1865. Calobates Saulii: Transact. Linn. Soc. London. Bd. 25, S. 567.
1866. Wright: Contribution to a natural history of the Teredinidae. Transact. Linn. Soc. London. Bd. 25, S. 561—568.
1841. Gould: Invertebratae of Massachusetts: Bd. 2, S. 33. *Teredo chloratica*.
1871. Mørch: Synopsis Molluscorum marinorum Daniae. S. 202. In Videnskabelige Meddelelser Naturh. Forening. Kopenhagen.
1872. H. A. Meyer und Möbius: Fauna der Kieler Bucht. Bd. 2, S. 127 bis 130. Pholadidae.
1872. Küsel: Fossile Teredinen. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch. 24. Bd. S. 597.
1876. Zinken: Fossile Teredinen. Sitzungsberichte Naturforsch. Gesellsch. Leipzig. S. 40.
1878. Giebel: Fossile Teredinen. Ztschr. Ges. Naturwissenschaften. 3. Reihe, Bd. 3, S. 699.
1884. Smith: *Teredo antarctica*: Reports of zoological Collections of H. M. S. Alert Voyage 1881/1882 London. S. 93.
1884. Sowerby: Thesaurus Conchyliorum. Teil 5, S. 121—126 und Tafel 469. Teredinidae.
1883. *Teredo uticulus* Gmel.: II. Linnean Soc. London. Bd. Zoology, Bd. 16, S. 541.

1884. Tyron: Structural and systematic Conchyliology. Bd. III, S. 123: Nausitoria.
1885. Hanley: On the *Teredo* uticulus of Gmelin with remarks upon other shipworms. Annals Mag. Nat. Hist. 5. S. Bd. 16, S. 25—31.
1886. Holzapfel: Fossile Teredinen: Paläontographica. Bd. 30, S. 233.
1888. Holzapfel: Mollusken der Aachener Kreide: Paläontographica. Bd. 35, S. 142.
1888. Tate: New species of marine molluscae from South-Australia and Victoria. Transact. Royal Acad. Sciences and Arts. S. 60.
1893. Clessin: Systematisches Conchylienkabinett: Familie Pholadidae.
1894. Semon: Zoologische Forschungsreisen in Australien usw. Bd. 5, Lieferung 1. v. Martens: Mollusken. S. 95: *Teredo furcifera*.
1894. Hedley: Kuphus arenarius: Proc. Linn. Soc. New-South-Wales. 2. S. Bd. 9, S. 435 467.
1896. Scott: *Xylophaga dorsalis*: Annals Scottish Nat. Hist. S. 63.
1897. Watson: *Teredo Dalii*: II Linnean Soc. London. Bd. 26, S. 266.
1898. Hedley: Calobates fluviatilis. Referat in II. R. Microscopical Soc. London. S. 624.
1898. Hedley: Further notes on australian shipworms: Proc. Linn. Soc. N. S. W. 2. Serie, Bd. 13, S. 91—96.
1899. The Mollusca of Tunatuti. Teil II. Mem. of the Australian Museum. S. 507: Calobates und Nausitoria.
1899. Smith: *Xylophaga praestans* of Northumberland: Proc. Malacol. Soc. London Vol. 5, S. 328.
1904. Smith: Nat. hist. Notes from H. M. Indian Marine: S. S. Investigator: Annals Mag. Nat. Hist. 7. Ser. Bd. 14, S. 7.
1905. Colsmann: Mollusques éociniques de la Loire inférieure: *Teredo pisaroi*. Bull. Soc. Sciences naturelles. Serie 2, Bd. 5, S. 135—189 und Bd. 6, S. 189.
1908. Bartsch: A new Shipworm from the U. S. A.: *Xylotry gouldi*. Proc. Biological Soc. Washington. Bd. XXI, S. 211—212.
1909. Reagan: Some notes on the Olympic peninsula. S. 189: *Teredo bulbosa fossilis*: Transact. Kansas Acad. Sciences. Vol. 22.
1907. Grönwall und Harder: Palocene at Rugard. Tydland og dets fauna. *Teredo rugardensis*: Danmarks Geolog. Unders. 2. Ser., Bd. 18, S. 34.
1910. Brown and Pillsbury: Panama Oligocen. Fauna at Gatun formation. *Teredo dendrolestes*: Proc. Acad. Scienc. Philadelphia. Bd. 63, S. 372.
1913. Redeker: Neue Art *Teredo*. Tijdschrift nederl. Dierkund. Vereeniging. 3. Ser., Bd. 12. Verslagen S. 70.

c. Arbeitsweise der Bohrmuscheln.

1850. Caillaud: Nouvelles observations au sujet de la perforation des pierres par les mollusques. II. Conchyliologie. Bd. 1, S. 363—368.
1850. Deshayes: Quelques observations au sujet etc. Wie vor. S. 22—25.
1851. Aucapitaine: Note sur les moyens qu'employent les Pholades pour creuser les roches. Comptes rendues Acad. Sciences. Bd. 33, p. 661.
1851. Caillaud: Nouveau fait relativ à la perforation des pierres par les Pholades. Wie vor. S. 572—573.
1851. Aucapitaine: Referat in l'Institut. Bd. 19.

- 1851/1852. Caillaud: Note sur un nouveau fait relatif etc. Referat in: Bull. Soc. géologique de la France. 2. Ser. Bd. 9, S. 87--88.
1852. Robertson: Reclamation de priorité gegen die Mitteilung von Caillaud. Comptes rendues Bd. 34, S. 60.
1852. Caillaud: Réponse à une question de priorité gegen Robertson. Comptes rendues Bd. 34, S. 190--191.
1853. Vrolik: Notice sur la question de priorité gegen Caillaud und Robertson. Comptes rendues Bd. 38, S. 796--797.
- 1852/1853. Aucapitaine: Note sur la perforation des roches. Bull. Soc. géologique France. 2 Ser. Bd. 10, S. 39--392.
1852. Caillaud: Referat nach Comptes rendues. Amer. II. Science and Arts. Vol. 13, S. 287.
1853. Robertson: Sur la perforation des pierres. II. Conchyliologie. S. 311 bis 315.
1853. Vrolik: Notiz. Wie vor. S. 308--310.
1853. Prada: Sulla perforazione delle pietre. Giornale di Malacozoologie. Teil I.
1854. Caillaud: Des Tarets et d'autres perforants. II. Conchyliologie. Bd. 6, S. 130--137.
1859. Petit-Thouars: Sur les coquilles lithodomes et les Tarets. Comptes rend. Bd. 48, S. 545--546.
1859. Ross: The mode in which the Pholas bore: The Zoologist. Bd. 17, S. 6541--6542.
1860. Harting: Remarques sur la manière dont les Tarets perforent le bois. Annales Sciences naturelles. 4. Ser. Bd. 14, Zoologie, S. 127--128.
1882. Nieder: Drei Beobachtungen aus Missolunghi. Kosmos. Stuttgart. VI, S. 304--305.
1883. Prié: Annales de l'Association française. S. 565.
1893. Coupin: Sur l'élimination des matières étrangères chez les Acéphales. Comptes rendues Acad. Sciences Bd. 117, S. 373--376.
1893. Coupin: Referat in Revue scientifique. Bd. 52, S. 379.
1893. Coupin: Referat in II. R. Microscopical Soc. London. S. 73.
1893. Transact. Soc. Natural History Glasgow. Bd. IV, S. 37.
1896. Lloyd: On Pholodidea and its method of boring: Science (New-York) Vol. IV, S. 188--190.
1896. Engel: Die Pholaden: Jahresber. Vereins Vaterl. Naturkunde. Württemberg. Vereinsnachrichten S. 105--107.

d. Schutzmäßigregeln und Zerstörungen.

1825. Knowles: Mémoirs sur la conservation des bois: Annales maritimes coloniales. Bd. II, S. 253--398
1826. Newmarch: Patentbeschreibung: London Journal of Arts. Sept. 1826 und Annales mar. col. Bd. II, S. 479--480.
1828. Gossier: Conservation des bois. II. Agriculture et manufactures des Pays-Bas. Bd. II.
1835. Dagenau: Schutzmittel. Bull. Soc. Encour. Ind. Bd. 34, S. 542.
1842. Dufesne: Über den Bau des Hafens zu Cherbourg. Annales Ponts Chaussées, Bd. 3, Ser. 2, S. 116.
1849. Holz vom Bellrock-Leuchtturm. Wie vor. Bd. 17, S. 303.
1850. Noel: Hafenbau von Toulon. Wie vor. Bd. 19, S. 99.

1848. Quatrefages: Notiz. Bull. Soc. Encour. Ind. Bd. 47, S. 280.
1850. Laurent: Recherches et resultats d'observation des mœurs des animaux nuisibles aux grands approvisionements de bois de marine. Comptes rend. Acad. Sciences. Bd. 31, S. 74—78.
1850. Paton: Über die Verwüstungen, welche der *Teredo navalis* und andere Bohrwürmer anrichten. Tagesberichte über die Fortschritte (Frorieps). Bd. I, S. 233. Nach Instit. Engineers, London; und London, Edinb., Dublin philos. Magazine, Supplement vom Januar 1850.
1851. Williams: On *Teredo*. Reports of the british Association.
1852. Denison: On the effect of *Teredo* on colonial timbers. Proc. R. Assoc. Van-Diemens Land. S. 74—77.
1858. Vrolik: Mitteilungen über den Paalworm. Akademie Wetenshappen, Amsterdam. Naturkunde. Teil 8, S. 385—397.
1859. Blume: Over eenige Oostindische Houtsoorten in Verband met de Verwoestingen door den Paalworm. Acad. Wens. Amst. Naturk. Bd. 9, S. 25—50.
1859. Noyon: Nur l'inefficacité du procédé Boucherie en eau de mer. Annales Pont chausées. 3. Ser., Bd. 17, S. 237—239.
1860. Vrolik: Referat in Annals Sciences natur. Zool. Bd. 13, Ser. 4, S. 309—313.
1860. Vrolik: Berichte in Acad. Westenshappen Amsterdam. Bd. 10, S. 51, S. 96—, S. 239—, S. 316.
1860. Hancock: On the occurrence of *Teredo* and *Xylophaga* on the Durham coast. Transact. Tyneside Natural Fieldclub. Vol. 4, P. 1, S. 68—69.
1860. Hoeven: Observations on the *Teredo*. Rep. 30. Meeting British Assoc. Advanc. Science, S. 136.
1860. Jeffreys: On the british Teredines. Wie vor. S. 117—119.
1860. Daguenet: *Teredo* im Hafen von Saint Jean de Luz-Socoia: Annales Ponts chaussées, 3. Ser., Bd. 20 S. 406.
1861. Forestier: Employ à la mer des bois créosotes. Wie vor. 4. Ser., Bd. 1, S. 352—354.
1861. Decombes: Sur le port de Capbreton. Wie vor. 4. Ser., Bd. 2, S. 135.
1862. David Stevenson: Notice on the ravages of *Limnoria terebrans* on creosoted timber. Proc. R. Soc. Edinburg. Vol. IV (1857—1862), S. 612 bis 616.
1861. Jeffreys: Report on the best mode of preventing the ravages of *Teredo* and other animals in ships and harbours. Reports 31. Meeting Brit. Assoc. Adv. Science. Reports S. 200.
1862. Meier: Die Pfahlmuschel. Aus der Heimat. S. 149—156 und 173—176. Nach Harting.
- 1860—1864. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen Amsterdam. Verslagen over den Paalworm:
 2. Verslag. 1861, S. 135—150. — 3. Verslag. 1862, Bd. 13, S. 318—329.
 4. Verslag. 1863, Bd. 15, S. 293—310. — 1864, Bd. 16, S. 289, Notiz.
 5. Verslag. 1865, Bd. 17, S. 74—111. Notiz S. 404.
1862. Teredosicheres Holz. Civil Engineers Architect II. S. 248.
1865. Becker: Praktische Anleitung zur Anwendung der Zemente. Berlin.
1864. Nördlinger: Kritische Blätter, Bd. I, S. 66. Notiz.
1862. Referat über Verslagen Amsterdam. Göttinger gelehrte Anzeigen. Bd. 1, S. 32.
1860. Hartig: Erster Verslag über den Paalworm. Amsterdam. S. 154.

1859. Vrolik: Bericht. Akad. Wetenschapen Amsterdam. Naturk. Bd. 9, S. 440 bis 446.
1861. Vrolik: Bericht. Wie vor. Bd. 11, S. 23—28.
1861. Buysman: Bericht. Wie vor. S. 255—263.
1865. Crosse: Un préservatif contre les ravages des Tarets. II. Conchyliologie. Bd. 13, S. 67 und S. 367.
1865. Die Pfahlmuschel. Aus der Natur. Bd. 31, S. 219—223.
1866. Der Schiffsbohrwurm Europas. Ausland. Bd. 39, S. 392—395.
1866. Baumhauer: Le Taret naval et les moyens de preserver le bois de ses dégats. Archives néerlandaises sciences naturelles. Bd. 1.
1868. Verslagen Meed. Akad. Wetenschapen Amsterdam. Neue Serie.
1866. Bd. 1, S. 157—180. 6. Verslag. — 1869. Bd. 3, S. 207—230. 7. Verslag.
1868. Forestier: Mémoire sur la conversation des bois à la mer. Annales Ponts chaussées. Dd. 15, S. 307 ff.
1868. Müller: Holzkonservierung. Polytechnisches Notizblatt. S. 113 u. 592.
1871. Hurst: Tredgolds Carpentry. London.
1871. Rivierre und Arnoux: Sur le créosotage des bois au port de Trouville. Annales Ponts chaussées. 5. Ser., Bd. 1, S. 293—305.
1872. David Stevenson: Notice of the Limnoria terebrans on Greenheart timber. Proc. R. Soc. Edinburg. Bd. VII (1872—1875). S. 182—185.
1873. Andersson: Bericht über die bis jetzt gelegten unterseeischen Kabel. Dinglers Pol. Journal. Bd. 207, S. 119—125. — Telegraphic Journal London 1872, S. 5.
1874. Thomas Stevenson: The Design and Construction of harbours. S. 175 ff.
1876. Ein gefährlicher Feind der Unterseekabel. Deutsche allgem. polyt. Zeitung. S. 133. — Telegraphic Journal, Jg. III, S. 298.
1877. Buchanan: On Charring timber as a protection from *Teredo*. Transact. Proc. New-Seeland Institute. S. 183—187.
1880. Putnam: The preservation of timber. Scientific American. Suppl. S. 3762—3763.
1880. Smith: Proceedings U.S. Natural Museum.
1882. Nieder: Drei Beobachtungen aus Missolunghi. Kosmos. Stuttgart, S. 304—305.
1882. Horton: American Naturalist. Bd. XVI, S. 967.
1884. Britton: The preservation of timber.
1886. Ni: Über *Teredo*. Zentralblatt der Bauverwaltung. S. 266.
1887. v. H.: Über *Teredo*. Wie vor. S. 78.
1886. Stearns: The *Teredo* or Shipworm. American Naturalist. Bd. XX. S. 131—136.
1891. Gulline: Wharfprotection. Seattle. Reklamebroschüre.
1893. De Asis Vera: La polilla de mar en Cadiz. El *Teredo*: Annales Hist. Nat. Soc. Espanola. Ser. II, Bd. 2, Actas S. 105—107.
1894. Hedley: Notes on australian shipworms: Proc. Linnean Soc. N. S. Wales. 2. Ser. Bd. 9, S. 501—505.
1904. Munch: Untersuchungen im Auftrage der norwegischen Regierung. Drontheim.
1896. Judeich-Nitzsche: Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde.
1896. Hoech: Über *Teredo*. Deutsches Kolonialblatt.

1901. Die antiseptische Behandlung des Holzes: Dinglers Pol. II. Bd. S. 584.
 1910. Seidenschnur: Berichte über die Tätigkeit Ver. Ostd. Holzindustrieller.
 1911. Über Teredo. American Lumberman.
 1911. Richter: Über das Holz als Baumaterial des Wasserbaues. § 30. Dissert.
 1912. Troschel: Der Bohrwurm. Die Holzschwelle. S. 191.
 1913. Troschel: Der Bohrwurm und seine Bedeutung für den Hafenbau. Zeitschr. d. Verb. deutscher Ing. u. Arch. Vereine. S. 103—105.
 1913. Troschel: Das Imprägnieren der Wasserbauholzer. Broschüre der Rütgerswerke.
 1913. Troschel: Ist die Imprägnierung der Wasserbauholzer wirtschaftlich? Glasers Annalen. Heft 2.
 1914. B. M.: Unzerstörbares Holz. Bitumen. Juli.
 1913. Troschel: Die Fingermuschel. Die Holzschwelle. S. 94—97.
 1914. Der Schutz der Wasserbauholzer. Die Holzwelt. S. 13—14.

Referate, Rezensionen und zusammenfassende Literaturberichte.

Die Staatswissenschaften und ihr Standort im Universitätsunterricht. Rede beim Antritt des Rektorats der Ludwig-Maximilians-Universität, gehalten am 6. Dezember 1913 von Dr. Georg von Mayr. München 1913. 27 S.

Das vielumstrittene Rektorat des Unterstaats-Sekretärs a. D. Prof. v. Mayr hat uns eine Antrittsrede gebracht, deren Darlegungen für die Stellung des forstlichen Unterrichts an und in der Universität und daraus folgend für die wissenschaftliche und soziale Wertschätzung des Forstfaches von Bedeutung sind. Dem Ersuchen der verehrlichen Redaktion, darüber zu berichten, folge ich umso lieber, als dabei Probleme in Frage kommen, über die auch ich vor mehr als zwanzig Jahren¹⁾ gerade in dieser Zeitschrift geschrieben habe.

v. Mayr hat sich für seine Rede als Aufgabe gestellt, neben der Berührung einiger Sonderprobleme einen freien Ausblick auf das ganze große Gebiet der Staatswissenschaften zu geben. Den ersten Teil der Rede will ich nur andeuten: er nimmt Stellung gegen die „Zertrümmerung“ der Statistik, die er als die Wissenschaft von den in Zahl und Maß kontrollierten sozialen Massen definiert, spricht gegen „radikale, neuzeitliche“ Strömungen, die den grundsätzlichen Ausschluß aller „Werturteile“ in der Nationalökonomie verlangen und nach seiner Meinung den Nationalökonomen zu einer reinen Registrierungs- und Klassifizierungsarbeit auf dem Gebiet dieser Vorgänge degradieren²⁾ und erörtert die Neubildung von Wissenszweigen.

¹⁾ 1893, Dezemberheft: „Das Verhältnis der technischen Wissenschaften zu den Naturwissenschaften“.

²⁾ Meine Auffassung über diese Frage habe ich im Handbuch der Forstwissenschaft, I. Bd. S. 3, niedergelegt.