

De paalworm; een historisch literatuuronderzoek naar de paalwormen die de schepen en kaden bedreigden, en de manieren waarop men het houtwerk probeerde te beschermen

Door Vincent de Bruyn

Inleiding

Ik heb deze paper geschreven naar aanleiding van een stageperiode bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin mij werd gevraagd om voor een Europees gefinancierd project een literatuurstudie uit te voeren naar historische uitbraken van paalwormaantasting aan schepen, dijken en kadewerken en de methoden die men had om zich daartegen te wapenen. Dit project, genaamd Wreck Protect, is in het leven geroepen om methoden en technieken te vinden om scheepswrakken in de Baltische zee te beschermen tegen de paalworm, *Teredo navalis* (Linnaeus 1758).

De paalworm is een weekdier dat behoort tot de tweekleppige, zoals de oesters en mosselen, en leeft in (zout) zeewater. Het dier is berucht voor het vernietigen van houtwerk, zoals schepen, palen, kaden en sluisdeuren. Ze boren zich, doormiddel van een kleine schelp, diep in het hout om zich daar te vestigen. Doen ze dit met vele, dan kan het hout binnen enkele maanden worden vernietigd.

De paalworm is van oudsher bekend, en heeft in het verleden voor vele problemen gezorgd. En ook nu zorgt de paalworm voor veel problemen, zoals in Duitsland waar het houtwerk aan de kust de destructieve vraat van de paalworm heeft ontdekt. Maar ook in de Baltische zee heeft men veel last van de paalworm. Zo liggen daar ruim 100.000 goed bewaarde scheepswrakken die bedreigd worden door de paalworm.¹

De stageopdracht houdt in dat er een historisch literatuur onderzoek gedaan moet worden naar de paalworm. In contemporaine literatuur moet gezocht worden naar methoden en technieken die men in vroegere tijden heeft gebruikt om schepen, kaden en andere houtconstructies tegen de aanvraat van paalwormen te beschermen. De verzamelde literatuur zal worden verwerkt tot een overzichtige lijst, dat eventueel gebruikt kan worden voor verder onderzoek.

In deze paper zal een korte omschrijving gegeven worden van de paalworm, *Teredo navalis*, en zijn leefomgeving. Dit is de meest voorkomende paalworm, maar er zijn meerdere soorten. Er zal gesproken worden over de paalworm in het algemeen, maar in de veronderstelling dat men, in de contemporaine literatuur, de *Teredo navalis* bedoeld. De gebruikte methoden en technieken om het hout te beschermen zullen beschreven worden, en er zal gekeken worden naar de effectiviteit van deze methoden en technieken. Ook zullen de problemen met de paalworm in het verleden worden aangekaart.

De paalworm; zijn uiterlijk, voortplanting, leefwijze en leefgebied

De paalworm, *Teredo navalis* (Linnaeus 1758), is een tweekleppig weekdier dat wereldwijd, in de meeste zeeën, voorkomt.²

Hoewel de paalworm niet tot de wormachtige hoort, heeft zijn lange weke lichaam daar wel veel van weg. In de Baltische zee wordt de paalworm gemiddeld tussen de 20 en 30 centimeter, maar er zijn uitzonderingen waar de paalworm langer wordt dan dat.³

¹ Wreckprotect.eu

² Didžiulis, 2007; p. 3

Het boren in het hout doet de paalworm met twee kleine schelpjes die hij gebruikt als een soort boorkop. Deze schelpen hebben scherpe tandjes waarmee gemakkelijk door het hout geboord kan worden.⁴ Tijdens het boorproces produceert de paalworm een dun laagje kalk, ter versteviging van de boorgang en om het weke lichaam te beschermen. Andere paalwormen zullen hier nooit doorheen gaan, en zullen hun baan veranderen bij een naderende botsing. De worm zal wel proberen om altijd met de nerf mee te gaan, omdat dit de weg is van de minste weerstand.⁵

Het boren zelf doet de paalworm door de schelpen 90 graden linksom te draaien en dan weer 90 graden rechtsom te draaien.⁶ De houtrasp die de paalworm uiteindelijk overhoudt na een stuk geboord te hebben wordt getransporteerd naar de andere kant van het lichaam en wordt daar door sifons afgevoerd. Sifons zijn kleine buisjes waar de paalworm mee ademt, plankton opneemt en uitwerpselen en houtrasp door afvoert. (zie afb. 1)

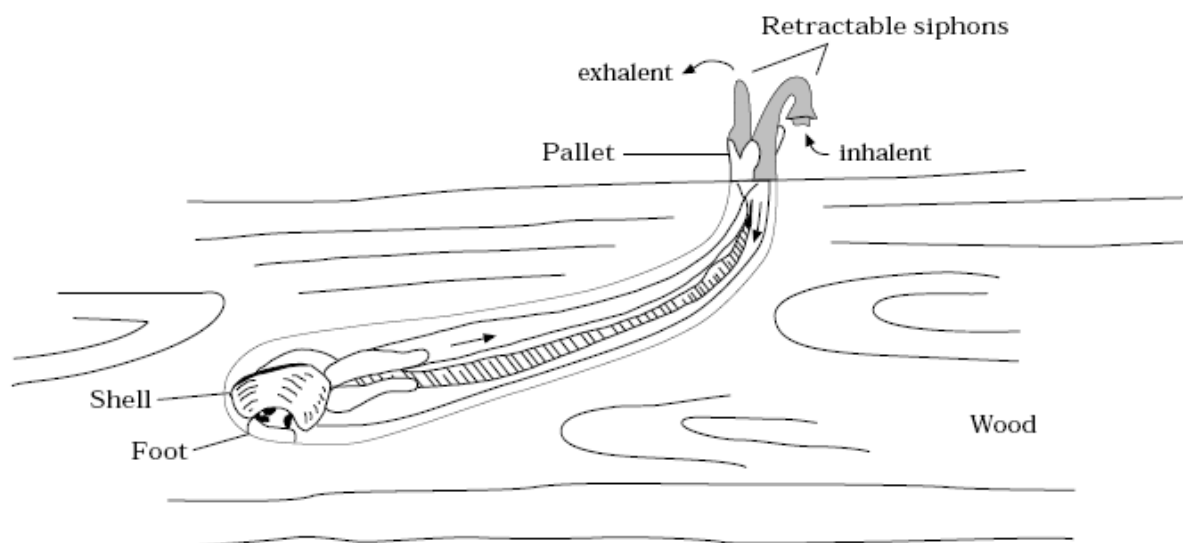


Figure 1 *Teredo navalis*, cross-section (after Yonge, 1976: fig. 131).

Afbeelding 1: Paalworm in hout, met paletten en sifons⁷

Deze twee sifons kunnen weer worden afgesloten door twee paletten. Het dier kan zijn sifons intrekken en zijn uitgang in het hout met behulp van de paletten, bij eventueel gevaar, afsluiten van het water. Als dit gebeurt kunnen paalwormen het ongeveer drie weken met dichtgevouwen paletten uithouden.⁸

De sifons zijn ook zeer belangrijk voor de voortplanting, aangezien de spermatozoïden hierdoor, vanuit het zeewater, naar binnen worden gehaald. De bevruchting van de eitjes vindt dus plaats in het lichaam van het vrouwtje, en hier zullen de eitjes zich ook ontwikkelen tot larve.⁹ De bevruchting vindt plaats van juni tot augustus. Als de larve, via de sifons, het lichaam verlaten zullen ze opzoek gaan naar een geschikte woonplaats. Als ze een geschikt stuk hout hebben gevonden zullen ze zich hierop vastzetten en beginnen met het boorproces. Er is dan al een metamorfose geweest van larve naar paalworm en hierbij krijgen ze onder andere de boorschelpjes. Het hout waar ze zich in boren zullen ze nooit

³ Hoppe, 2002; p. 117

⁴ Vrolijk, 1860; p. 11

⁵ Venema, 1865; p. 12

⁶ Graafland, 1998; p. 12

⁷ Bron: Steinmayer & MacIntosh Turfa, *Effects of shipworm on the performance of ancient Mediterranean warships*, 1991

⁸ Hoppe, 2002; p. 116

⁹ Soortenbank.nl; lemma: *Teredo navalis*, 2009

meer verlaten, en zodra het hout zodanig doorboort is en het niet meer mogelijk is de gangen te verlengen zal de paalworm sterven.¹⁰

Over het geslacht van de paalworm gaan verschillende theorieën de ronde, Zo wordt de paalworm een hermafrodiet genoemd, die het geslacht kan veranderen van mannelijk naar vrouwelijk, en andersom. Hierbij zou zelfbevruchting niet mogelijk zijn.¹¹ Ook wordt er beweerd dat de paalworm tweeslachtig is, en niet hermafrodiet. De verhouding man/vrouw verschilt dan van 1:20 tot 1:500, wat zoveel betekent als één mannetje per twintig vrouwtjes tot één mannetje tot 500 vrouwtjes.¹² Een andere bron meldt dat er mannetjes en vrouwtjes zijn en spreekt totaal niet over tweeslachtig of van verandering van geslacht.¹³ Ook wordt er gesproken over jonge paalwormen die hermafrodiet zijn, en deze zouden tijdens hun ontwikkeling verschillende periodes hebben waarin ze veranderen van geslacht. Als ze volwassen zijn houden deze geslachtsveranderingen op.¹⁴

Paalworm epidemieën, en andere problemen die de paalworm veroorzaakte

In het verleden, en ook nu nog, heeft de mens veel last gehad van de paalworm. De schepen, palen, kaden, dijken en al het andere houtwerk werd aangevreten door de beruchte paalworm. Onder andere Aristoteles, Ovidius en Plinius schreven over de paalworm rond het Middellandse Zeegebied.¹⁵ De Romeinen zouden dunne loden platen gebruiken om hun schepen te beschermen, Columbus zou last van de paalwormen hebben gehad en Venetië probeerde achter een oplossing te komen door mensen naar China te sturen.¹⁶ De vele problemen die men ooit met de paalworm heeft gehad, hebben geresulteerd in een zeer lange lijst van methoden en middelen tegen dit beestje. Over de methoden en middelen wordt later terug komen.

Nederland heeft veel last gehad van de paalworm. Zo zijn er paalwormplagen geweest in 1730-33, 1770, 1827 en 1858-59.¹⁷ De paalworm plaag in de jaren 1730 mogen toch wel de ergste genoemd worden, en zorgde voor veel onrust bij de Nederlandse bevolking. De paalwormen waren met grote getallen aanwezig in het zeewater en kregen het voor elkaar om hele dijken, kaden en sluisdeuren te vernietigen. Hoewel men eerder, in de literatuur, nog niet sprak van een paalwormplaag zegt dat niet dat men er nog geen last van heeft gehad. Zo zou er al in 1720 zijn geschreven over Nederlandse schepen en palen die zijn aangevreten door paalwormen.¹⁸

In een boek van Dhr. Massuet, *Wetenswaardig onderzoek over den oorsprongk...van Kokerwurmen...doorboren, 1733*, staat een brief die hij heeft geschreven aan een vriend, over de paalworm. Deze brief laat zeer duidelijk zien hoe hij en het Nederlandse volk de paalwormepidemie ondervonden.

“Ik bekenne met u, mijn Heer, dat wy nooit zo vele gemeenschap, om zo te spreken, met de Wurmen gehad hebben als tegenwoordig. Men zendr 'er ons van Zeelandt, van Texel, van Hoorn, en van verscheide andere plaatsen. Wy krygen hier grote palen, die 'er

¹⁰ Korver, 2009; p. 13

¹¹ Graafland, 1998; p. 14

¹² Korver, 2009; p. 12

¹³ Soortenbank.nl; lemma: *Teredo navalis*, 2009

¹⁴ Didžiulis, 2007; p. 5

¹⁵ VLIZ Alien Species Consortium, 2009; p. 1

¹⁶ Korver, 2009; p. 16

¹⁷ Vrolijk, 1860; p. 83

¹⁸ Des Landes, 1737; p. 22

geheel en al van doorboort zyn, en waar in zy by duizenden zyn. Deze palen worden vervolgens aan stukken gebroken, en aan de liefhebbers omgedeelt ...(-)...Men heeft de vergroot glazen nooit meer gebruikt dan nu.”¹⁹

Dat de paalworm het gesprek van de dag was, heeft te maken met de angst voor overstromingen. De palen van dijken en kaden werden zodanig aangevallen door de paalwormen, dat deze totaal vernietigd werden, en hiermee de dijken in gevaar brachten. Het feit dat de paalworm het hout zo snel, in enkele maanden, kon verorberen maakt de commotie er niet minder op.



Figuur 2: Paalwormen en de verwoeste kaden²⁰

In, *Verhandeling over de Paalwormen...*, 1771, een boek van David Meese, wordt hier over gesproken.

“Toen deze verschrikkelyke wormplaag, in het eerst aan onze schepen, en daar na aan de zeewerken vernomen wiert; toen men met schrik en innerlijke zmerde zag, hoe dezelve verteert, en de op nieuws herstellde, binnen weinig tyds, verslonden en onnut gemaakt wierden; toen den woedende zee op doorgeknaagde paalen, sluizen en dammen haar geweld oefende, dit land met eene alles verdevende overstroming en gewissen ondergang dreigde;”²¹

¹⁹ Massuet, 1733; p. 18-19

²⁰ Bron: Universiteitsbibliotheek Amsterdam (UvA) Bijzondere collecties, OTM OK 63-3441, Massuet, 1733.

²¹ Meese, 1771; p. 4-5

In binnen- en buitenland is veel geschreven over de problemen die men kende in Nederland. Zo vermeldde een Duitse schrijver in een brief, gedagtekend in Den Haag, 14 november 1732, dat Amsterdam op het puntje van haar afgrond stond, en dat huizen begonnen te waggelen en in het water zinken. De palen waarop deze huizen stonden zouden worden weggevreten door de paalwormen. Handelaren en bewoners zouden hun huizen verlaten en andere onderkomens zoeken. Ook zou de Staten Generaal de inwoners van 200 dorpen en 6 grote steden hebben verzocht om zich te verplaatsen naar andere delen van het land.²² Dit gehele artikel zou “*buitensporig als belachelyk*” zijn, aangezien de palen in Amsterdam in zoet water staan, en de paalworm kan hier helemaal niet in leven.



Figuur 3 De paalwormepidemie zoals die werd neergezet door de Engelse media²³

Ook in de Courant van Bern werd geschreven over de paalwormepidemie in Nederland. Zo zouden 6000 arbeiders hard aan het werk zijn om de dijken te herstellen, en zouden vele inwoners van verschillende dorpen naar andere delen van het land zijn vertrokken. De paalworm zou grote gaten maken in de dijken zelf, en de boorkop van de paalworm zou zo hard zijn, dat als men deze kapot wil maken men een hamer moet gebruiken. Ook dit artikel is volgens Rousset, die deze brieven in zijn boek heeft verwerkt, grote onzin. De schrijver zou volgens hem “*het minschte denkbeeld nog van die Wormen*” hebben.

²² Rousset, 1733; p. 3-4

²³ Bron: Heijden, C., van der, *Rampen en plagen in Nederland 1400 – 1940*, 2004

Grote rampen als deze dienden te worden verklaard, de veroorzakers moesten tastbaar zijn en worden gestraft. Als veroorzakers van de paalwormepidemie werden vooral homoseksuelen, zwervers en zondaars gezien. Dit wordt gereflecteerd in een gedicht dat in 1732 in Duitsland verscheen:

*Hollanders wilt gy't kwaad Gewormte zien verdryven,
En uwe Landen voor 't verderf behouden blijven;
Verjaagt dan 't dertel, snood en Sodomistisch rot,
't Verderfelyk geslacht met recht gehaat by Godt.
Verdrijft de Zwervers, die steeds heiligschendig leeven,
En aan den Roomschen Stoel tot noch toe wederstreeven.
Doet alderleie slach van Secten aan een' kant,
Want die Insecten doen het ergste kwaad aan 't Land.*²⁴

Het was zeker niet ongebruikelijk dat homoseksuelen de schuld kregen van rampen en plagen. Ook eind 17^e en begin 18^e eeuw waren er al homovervolgingen. In de jaren 1730, 31 en 32 worden 82 mannen ter dood veroordeeld, dit enkel en alleen omdat ze homoseksueel zijn, of zouden zijn. (Deze vervolging had echter niet alleen te maken met de paalwormepidemie, maar ook met een ernstige epidemie onder het rundvee.)²⁵ De manier waarop de informatie vergaard werd kan vanzelfsprekend niet geheel betrouwbaar genoemd worden. Opgepakte homoseksuelen werden vaak gemarteld om namen door te geven van andere homoseksuelen

Om de Nederlanders alert te maken op deze “sodomie”, werden door heel Nederland pamfletten verspreid. Teksten als “*Godts dreigend Oordeel over Nederlandt*”, waarmee de paalwormplaag wordt aangeduid, zouden de inwoners moeten doen realiseren dat er een eind moet komen aan de zonde praktijken die toen gaande waren.²⁶

Dat de zogenaamde *zondaars* geen schuld hebben aan de paalwormplaag, en ander rampspoed, mag duidelijk zijn. Dat er in die jaren zoveel last was van de paalworm heeft te maken gehad met het zoutgehalte van het water, de waterstand, neerslag en de temperatuur. Dit is onderzocht door Dhr. Von Baumhauer, naar aanleiding van de paalwormplaag in de jaren 1858 en 1859. Deze factoren bij elkaar spelen allemaal mee bij de explosief groeiende populatie paalwormen. Bij warme, droge zomers, waarbij dus weinig neerslag is, zullen de rivieren minder water aanvoeren en is er een hogere verdamping van het water. Wat dus inhoudt dat het zoutpercentage in zee stijgt, en dit is nou precies wat de paalworm fijn vind. Deze hogere zoutpercentages waren dus, waarschijnlijk, de aanleiding voor de enorme getallen paalwormen in de jaren 1730, 1770, 1827, 1858 en 1859.²⁷

Over de plaag in de jaren 1730 is vrij veel geschreven en er is nog altijd veel informatie over te vinden. De andere jaren waarin men last had van de paalworm werden duidelijk minder goed gedocumenteerd, wat misschien ook wel aangeeft dat die van 1730 het meest leefde bij de bevolking. De problemen die de paalworm veroorzaakte in 1858 en 1859 zijn ook goed gedocumenteerd in het: *Verslag over den Paalworm* (Vrolijk, 1860). Vele plekken die beschadigingen hebben opgelopen door de paalworm, zijn beschreven, en ook de proeven die gedaan zijn om het hout te beschermen zijn goed beschreven in dit boek. Een echt goed beeld van de impact die het heeft op de bevolking krijg je niet echt in dit *Verslag*. Wel is duidelijk te lezen dat vooral de sluizen veel last hebben gehad van de paalworm, en dat dit toch wel een probleem was.

²⁴ Palm, 1980; p. 266

²⁵ Korver, 2009; p. 33-34

²⁶ Palm, 1980; p. 268

²⁷ Vrolijk, 1860; p. 84-94

Net zulke grote problemen met dijken als in 1730-33, waren niet aan de orde. Dit door een oplossing die in 1733 is bedacht door twee Friezen. Hier zal later dieper op in worden gegaan.

Ook de schepen hadden, uiteraard, veel last van de paalwormen in die tijd, maar ook daarvoor al. In de warme tropische en subtropische wateren was de paalworm al zeer actief en zorgen voor veel schade aan het houtwerk. Christopher Columbus had in 1502, tijdens zijn vierde reis, erg veel problemen met de paalworm. Zo zou hij in de buurt van Panama de schepen de Gallega en de Vizcaína verloren zijn door de beschadigingen, veroorzaakt door de paalworm.²⁸ Ook de Nederlandsche admiraal Witte de With had, in 1649, last van de paalworm en moest de huiden van de schepen laten vervangen. Hij kreeg last van de paalwormen toen hij met zijn vloot door de Braziliaanse wateren voer.²⁹

Er wordt in vele bronnen nog gemeld dat de paalworm mee gekomen zou zijn met de VOC schepen in de 17^e en 18^e eeuw. Dit kan eigenlijk vrij gemakkelijk weerlegt worden, omdat er fossielen zijn gevonden die dateren uit het Eoceen. Zo zijn er fossielen gevonden in onder andere Belfast, Londen en Brussel.³⁰ Dat er vrij weinig last is geweest van de paalworm voor de jaren 1730, is waarschijnlijk door ongunstige omstandigheden in het water.

De methoden en middelen om het houtwerk tegen de paalworm te beschermen

In de loop der eeuwen, zijn er vele methoden en middelen bedacht en geprobeerd die de paalworm zouden moeten uitschakelen of hinderen, en de schepen en kaden dus zouden moeten beschermen. Over enkele ideeën wordt positief gesproken door verschillende schrijvers, en andere ideeën worden minder lovend ontvangen.

Verschillende schrijvers hebben in de 18^e en 19^e eeuw methoden en middelen beschreven die toen zijn gebruikt om de kaden en dijken te versterken/beschermen. Wat opvalt, is dat meeste boeken geschreven zijn net na een paalwormplaag. Zo hebben schrijvers als Rousset, Massuet en Sellius boeken over de paalworm geschreven in 1733, aan het eind van de paalwormplaag in de jaren 1730 dus. En in 1771 heeft David Meese een boek geschreven net na een paalwormplaag. Ook later, in 1860, is er een zeer bruikbaar boek geschreven over de paalworm, uitgegeven door: *De Natuurkundige afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen*.

Rousset geeft enkele voorbeelden van middelen tegen de paalworm in zijn boek, *Aanmerkingen over den...Zee-wormen...doorboren*. Eén daar van is het maken van een wierdijk. Hij schrijft hier het volgende over:

“t maken van eene Wierdyk, tusschen den Ouden Dyk en de Zee; en tusschen die Nieuwen Dyk en den Ouden zou men dwarsbalken vast hechten, van 40 of 50 voeten lang, en van dikte naar mate; het welk (onderstelt zynde, dat men Wier genoeg zou kunnen vinden, waar aan echter zeer hard te twyffelen is) 621 guldens en 8 stuivers de Roede zou komen te kosten.”³¹

Volgens de berekeningen van Rousset zou dit gehele project ruim zes miljoen gulden gaan kosten. Het zou wel gaan om een investering, omdat het houtwerk niet zo vaak vervangen hoeft te worden als voorheen. Zo zouden de kosten, relatief gezien, dus wat lager komen te liggen.

²⁸ http://www.geographical.co.uk/Magazine/Columbus_-_Nov_08.html

²⁹ Palm, 1980; p. 267

³⁰ Vrolijk, 1860; p. 83

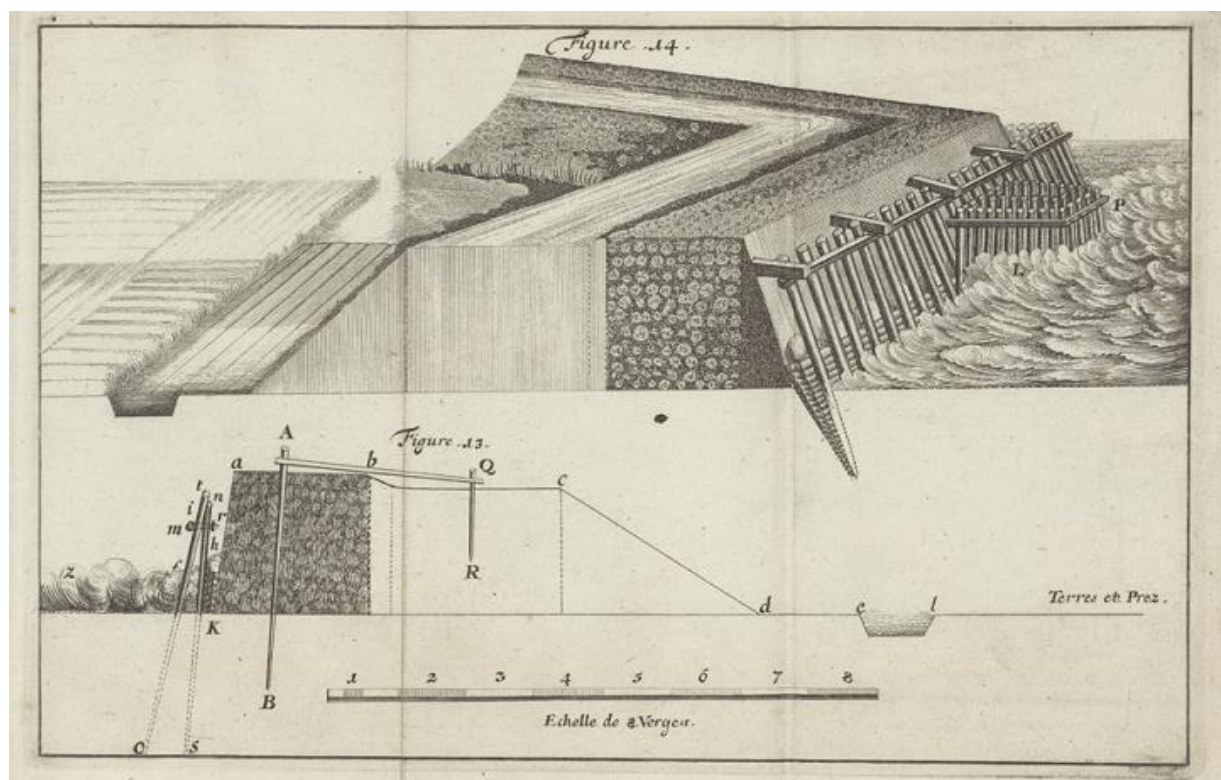
³¹ Rousset, 1733; p. 39-40

Ook schrijft Rousset over een ontwerp van Secretaris Lakenman. Lakenman zou een nieuwe dijk, van aarde, willen maken die net achter de oude dijk ligt. En daarnaast zou dan weer een lagere dijk moeten komen, een *slaper* genoemd. Dit zou binnen 7 maanden af moeten zijn, als 18000 werklieden eraan zouden werken. Hoe dit echter zou werken wordt door Rousset niet vermeld, hij schrijft wel niet zo veel in dit ontwerp te zien.

Wel is Rousset zeer te spreken over een middel om de wierdijk te versterken. Deze methode zou gebruikt zijn in Medemblik.

“Op verscheide plaatsen heeft men een middel uitgevonden, ’t welk zeer goedgekeurt word, om dat het den Wierdyk ongemeen versterkt. Het zelve bestaat in ’t uithollen van dien Dyk tot eenigen afstand van de kruin van des zelfs ruimte, en vervolgens daar Palen in de heyen die naar mate der hoogte van den Dyk zyn, en meer dan 12 voeten langer dan des Dyks oppervlakte dicht bij malkandere staan; zynde voort aan een gehecht door middel van dwarsbalken, ’t welk een soort van Paalmuur maakt, die den Wierdyk ondersteunt, en ’t effens versterkt, daarby ook niet voor den aanval der Wormen bloot staat.”³²

Het nadeel van deze methode zou alleen wel zijn dat de kribben dan misschien vernield zouden kunnen worden. Als dit zou gebeuren zouden wel stukken van de dijk weggespoeld worden. De dijk zal echter niet doorbreken doordat er dus een versterking is gemaakt midden in de dijk zelf.



Figuur 4: Wierdijk zoals beschreven door Rousset³³

Verder wordt er in het boek gesproken van een methode waarbij men in het midden van een paal een gat boord en hier dan een onbekend vergif in giet. Dit zou de paalworm moeten

³² Rousset, 1733; p. 42-43

³³ Bron: Universiteitsbibliotheek Amsterdam (UvA) Bijzondere collecties, OT O 63- 1265, Rousset, 1733

vergiftigen en dus doden, of weerhouden om de paal binnen te dringen. Ook zouden palen met teer besmeerd worden die vermengd was met een soort gif.

Beide methoden blijken echter niet te werken. Het vergif dat men in een paal giet zou er vrij snel weer uitsijpelen en het teer dat men op de palen smeert zou binnen twee maanden van de palen zijn afgeslagen.

Zelf heeft Rousset ook een methode ontwikkeld, maar deze methode uitleggen doet hij niet. Hij zegt dat hij de palen, die nog in het water staan, wil besmeren met teer dat niet door de zee weggespoeld zal worden. Alle paalwormen zou hij kunnen doden voordat de paalwormlarve ter wereld komen, zodat er geen nieuwe generatie komt die de palen zou kunnen vernietigen. De manier waarop hij zijn ontwerp ten uitvoering wil brengen vermeld hij dus niet. Ik citeer: "*Zie hier myn gantsch Ontwerp. De wyze hoedanig het uit te voeren, en die ook zeer gemakkelyk valt, behoude ik maar alleen voor my. Indien iemand beter weer; goed. Want ik zoek in dit alles niet dan 't voordeel, dat is, de minste kosten voor de provincie.*"³⁴

Een andere schrijver die heeft geschreven over de paalwormen is Massuet; *Wetenswaardig onderzoek...Kokerwurmen...doorboren, 1733*. Zo schrijft hij onder andere dat het bestrijken van "*Tonneboyen*"³⁵ met loodkalk, de wormen weg houdt, terwijl de niet bestreken boeien wel worden aangetast. Een andere methode, volgens Massuet echter niet geschikt, is het inmengen van arsenicum (of rattenkruid). Dit is extreem giftig en zeer schadelijk voor het spijsverteringskanaal. Vooral gevaarlijk is het bij verhitting. De vaste stof gaat dan in één keer over naar gas, en dit kan dan ingeademd worden.³⁶

Ook het aanbrengen van vloeibare stoffen als pek, hars, harpuit (mengsel van hars, zwavel en lijnolie) enz., dat door inmenging tot een vaste stof zou worden gemaakt, op palen en ander houtwerk, was volgens Massuet niet mogelijk. Het zou zeer moeilijk zijn om de palen hiermee te bestrijken.³⁷

In 1771 heeft David Meese een boek geschreven getiteld: *Verhandeling over den Paalwormen, zynde een antwoord op de vrage, door dit genootschap, om voor 1 may 1770 te beantwoorden, opgegeven*. In dit informatieve boek staan veel gebruikte methoden uitgelegd, waarvan enkele, volgens Meese, ook nuttig waren.

Hij schrijft over een nogal rigoureuze methode, die onder andere door de koning van Frankrijk, is geprobeerd.

*"...indien besmet water voor den worm doodelyk is, dat men dan het zeewater trachte te vergiftigen, en diensvolgens stelde zulks in het werk door zodanige stoffen, welke men bevonden hadt voor den worm doodelyk te zyn, in het water te werpen, doch de uitkomst beantwoordde geenszins aan hunne verwachting, want zo dra waren deze stoffen niet in het water geworpen of wierden weggespoelt; dus verhaalt de beroemde natuurkenner Hans Sloane, dat de Koning van Vrankrijk in de haven van Toulon, alwaar het gewormte sterk woedde, eene groote hoeveelheit eikenzaagsel, met een zeker vergiftigt, en den worm doodelyk vogt doorweekt, ter verdryving van dit ongedierte, hadt doen werpen, doch met den zelfden uitslag als gezegt is...Zy maakten zamenstelzels van vergiftigde stoffen, en vulden daar mede de kistingen en de tusschenruimtens der paalen, doch deze waren ook tegens den slag van het water niet bestand, en door het geduurig aanspoelen hunne kracht verloren hebbenede, waren zy vervolgens van geen nut..."*³⁸

Hoewel deze methode gezien kan worden als één van de vele mislukte pogingen om de paalworm tegen te gaan, laat het wel zeer goed zien hoe graag men de beestjes weg wilde hebben. Deze methode had als neveneffect zeer waarschijnlijk ook het einde betekend van

³⁴ Rousset, 1733; p. 44-45

³⁵ Tonneboyen: boeien (in zee)

³⁶ Wikipedia, lemma: Arseen

³⁷ Massuet, 1733; p. 156-157

³⁸ Meese, 1771; p. 38-39

andere planten en/of dieren. Maar aan het einde van de 18^{de} eeuw had men het risico hierop waarschijnlijk wel willen nemen.

Dat de paalworm niet tegen besmet/vervuilt water kan is later ook ondervonden. Zo hadden het houtwerk in Monnickendam en Edam, rond 1860, vrij weinig last van de paalworm, terwijl in andere dorpen wel veel schade was. Dit door het verwerken van vooral haring en ansjovis, wat resulteerde in rottend visafval dat in het water terecht kwam.³⁹

Net als Rousset en Massuet schrijft ook Meese over het aanbrengen van substanties op de palen die in het zeewater staan. Zo werd er een mix gemaakt van teer, pek, fijn gestampt glas of kalk, en dit werd op het houtwerk gesmeerd. Hier konden ook andere stoffen doorheen worden gemengd, zoals rattenkruid en Spaans groen (Een oude koperoxide kleurstof). Deze, ondertussen opgedroogde, substantie zou echter bij het heien van de palen afbladeren en weer ruimte geven voor de paalwormlarve. Mocht het bij het heien op de paal blijven zitten, dan werd het wel door de golven er af geslagen.⁴⁰

En ook het aanbrengen van een mengsel van lijnzaadolie, hars, terpentijn en andere soortgelijke middelen bleek niet te werken. Als dit blootstond aan warmte, bijvoorbeeld door de zon, dan smolt het van het houtwerk af.⁴¹

Meese heeft een zeer goed beeld gegeven van de middelen en stoffen die men gebruikt heeft om het houtwerk te beschermen. Zijn opsomming gaat als volgt:

“Behalven de bovengemelde smeerzels heeft men nog veele soortgelyke en andere in het werk gesteld, bestaande uit Pik, Teer, Zwavel, Hars, Lyn-oly, Boter van Spiesglas enz. waaronder men verscheide zaaken mengde, als Rottekruid, Subliment, Antimanie, Gaslarsche, Hongarische en Cyprische groene of blauwe Vitriaal, gemalen Kryt, loodwit, gemalen Steen, Zand, gemalen en ongemalen Glas, Kalk, en veele andere stoffen; Doch alle dezen hebben even min als de andere aan het voorgesteld oogmerk beantwoord, en zyn daarom ook met reden in onbruik geraakt...”⁴²

Niet alleen Meese en Rousset schreven over het aanbrengen van substanties op palen, kaden, sluizen en schepen.⁴³ Deze vele verschillende, meestal niet (lang) werkende, stoffen werden niet alleen gebruikt om op de palen aan te brengen. In sommige palen boorde men gaten en goot men de stoffen in de paal, zoals ook behandeld is door Rousset. Rousset melde al dat dit niet werkte, en dat de palen de stoffen niet konden vasthouden. Meese vermeld hierbij dat de palen waarbij dit werd geprobeerd zelfs nog erger werden toegetakeld dan andere. Dit zal waarschijnlijk komen door de, door de mens gemaakte, gaten die er al inzitten als de paal het water in gaat. Zo kunnen de paalwormen zich beter vestigen op/in de paal, en zal deze dus ook eerder en sneller worden toegetakeld.⁴⁴

Een andere, door Meese beschreven, manier om de palen te beschermen was het maken van een houten constructie om de paal heen, een *rok* genoemd. De paal en de binnenkant van de rok werden met een substantie besmeerd, en de ruimte tussen de paal en de rok werd gevuld met bijvoorbeeld koeienhaar. Een hele handige methode was dit echter ook niet, aangezien de rok nog steeds onbeschermd in het zeewater stond, en dus een geschikte woonplaats voor de vele paalwormen was. Na enige tijd was de rok niet meer geschikt om de paal te beschermen en verdween de rok, samen met het koeienhaar en het smeersel, de

³⁹ Vrolijk, 1860; p. 15

⁴⁰ Meese, 1771; p. 40

⁴¹ Meese, 1771; p. 41

⁴² Meese, 1771; p. 42

⁴³ Venema, 1865

Redeke, 1912

Baumhauer, 1866

Des Landes, 1737

⁴⁴ Meese, 1771; p. 42

zee in. Het gebruik van koeienhaar werd ook gebruikt voor het beschermen van schepen. Zo werd er tussen de huiden van een schip koeienhaar en teer gedaan, wat overigens niet volkomen afdoende was.⁴⁵

Een andere manier van het afdekken van de houten palen was het gebruik van ijzer. Zo werden er ijzeren spijkers en ijzeren platen gebruikt om het hout te beschermen. De ijzeren spijkers zouden in het zoute water gaan roesten en zo zou er een ondoordringbare laag roest op het hout worden gevormd. Zo zijn er in 2003, in Zeeland, twee zware naaldhouten balken aangetroffen, die vol zaten met spijkergaten en afdrukken van brede spijkerkoppen.⁴⁶ Het zou wel zo zijn dat de verroeste spijkers door de slag van het water af zouden brokkelen, en dit zou zorgen voor openingen in het hout. De ijzeren platen zouden ook geen uitkomst zijn, omdat deze platen tijdens het heien al los zouden raken. Ook het bevestigen van linnen zou niet helpen omdat dit door de golven eraf zou worden geslagen.⁴⁷

Een andere schrijver vermeldt echter niks van het afbrokkelen van de verroeste spijkers. Men zou de met wormnagels beslagen palen in september te water moeten laten, dit omdat de larven zich dan al in andere stukken hout bevinden of reeds zijn gestorven.⁴⁸

De uiteindelijk oplossing voor het afbreken van de dijken en kaden was vrij simpel, maar zeer duur. Pieter Straat en Pieter van der Deure kwamen met het idee om de houten dijken te vervangen/versterken met stenen glooiingen. De stenen die hiervoor gebruikt werden kwamen uit Nederland zelf, Duitsland, Denemarken en Noorwegen.⁴⁹

De methoden en middelen om de schepen tegen de paalworm te beschermen

Behalve voor het beschermen van dijken, kaden, palen en beschoeiingen is er ook geschreven over beschermingsmaatregelen voor schepen tegen de paalworm. Wel is hier minder over geschreven dan over het beschermen van andere houtwerken.

De verschillende methoden zouden verdeeld kunnen worden in drie categorieën.

1. Het bestrijken of afdekken van het schip met een bepaalde substantie die de paalworm tegenhoudt.
2. Het zo behandelen van de schepen dat de paalwormen zullen sterven.
3. Het vervangen en repareren van schepen die al te erg zijn aangetast door de aanwezigheid van de paalworm.⁵⁰

1. Het afdekken van de schepen was een veel gebruikte methoden in het verleden. Eén van deze methoden was het gebruiken van een dubbeling, een extra huidlaag. Deze dubbeling, vaak van grenen- of vurenhout, werd als opofferingslaag gebruikt om de schepen te beschermen. De paalworm vestigt zich in de dubbeling en zodra deze zodanig beschadigd is zal de dubbeling worden vervangen.⁵¹

Onder deze dubbeling zat vaak al een dubbele huidlaag, die was bevestigd om het schip ook tegen andere incidenten te beschermen. We moeten hierbij denk aan bescherming tegen

⁴⁵ Hoving, 1994; p. 219

⁴⁶ Akker, v.d., 2009; p. 97

⁴⁷ Meese, 1771; p. 43-44

⁴⁸ Venema, 1865; p. 24-25

⁴⁹ Heijden, v.d., 2004

⁵⁰ Redeke, 1912; p. 33

⁵¹ Parthesius, 1991; p. 25-26

ijsgang, vijandelijk vuur, maar ook extra stevigheid en stabiliteit.⁵² Onder andere archeologisch onderzochte scheepswrakken als de Mauritius (1609), de Batavia (1629), de Avondster (1659), de Utrecht (1658), hadden een extra grenen- of vuren huid. Ook had de Mauritius een loden bekleding tussen de eerste huidlaag en een tweede volwaardige huidlaag.⁵³

Een ook veel gebruikte methode was het vullen van de ruimte tussen de verschillende huidlagen met een laag teer en koeienhaar.⁵⁴

Een tweede volwaardige huidlaag – naast een derde dunne opofferingslaag (de dubbeling) – is naast de Mauritius ook aangetroffen op de andere hierboven vermelde wrakken. Mogelijk was het aanbrengen van twee volle huidlagen meer regel dan uitzondering voor schepen die geruime tijd in tropische wateren moesten opereren. Op zich is dat niet zo verwonderlijk. Een (grenen) dubbeling was een opofferingslaag die na iedere reis moest worden vervangen. Schepen die maanden en soms zelfs jaren van huis waren, hadden niet die mogelijkheid. Om te voorkomen dat de schepen lek raakten en dus de eerste huid aangetast raakte is er waarschijnlijk voor gekozen om twee dikke lagen aan te brengen.⁵⁵

Het gebruik van loden platen was ook rond 1520 al bekend in Nederland. Zo schrijft Nicolaes Witsen in zijn boek *Aeloude en hedendaegsche Scheeps-Bouw en Bestier* het volgende over de Friese scheepsbouw in die tijd:

“Ook wierd om het geheele schip een huiit gehaelt, vier of vijf vingeren dik. Berkhouten, gelijk men heden doet, wierden aen de schepen niet gelegd. De reten vulde men met werk, in heete pek gedompeld, en het gehele schip bestreek men met een pap van gesmolten pek en gal, onder een geslagen. Loden plaetkens dekten de buitenwaerste scheeps-voegen, om alle ineetinge voor te komen.”⁵⁶

Uit een artikel, uitgegeven door *The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge*, blijkt dat het beslaan van schepen met loden platen, in Engeland, een nieuwe methode is om schepen te beschermen tegen ineetingen.⁵⁷ De methode werd daar voor het eerst toegepast door Sir Phil. Howard en Major Watson, rond 1670. De loden platen zouden zorgen voor betere vaarprestaties, en waren goedkoper dan beplanking of het gebruik van teer, hars enz.

Tussen 1779 en 1781 werd er door de Engelse Royal Navy zeer veel gebruik gemaakt van koperen beplating. Ook hierdoor werden ineetingen voorkomen en ook kwam het wederom ten goede aan de prestaties van het schip. Dit omdat de beplating, lood en koper, er voor zorgt dat algen, schelpen en waterplanten zich minder goed kunnen hechten aan het de romp van het schip.⁵⁸ Dit betekent minder weerstand in het water, dus is een hogere snelheid haalbaar.

Het besmeren van de huid van een schip was ook een veel gebruikte methode.⁵⁹ Zo zijn er huidverven, gifverven en is bijvoorbeeld koolteer gebruikt om de schepen mee te beschermen. Lang beschermt dit helaas niet, aangezien toch vrij snel, misschien wel meteen, haarscheurtjes beginnen te vormen in de verf. Deze scheurtjes zijn dan al groot genoeg voor een larve om het hout binnen te treden.⁶⁰ Het bestrijken van het schip met zwavel zou wel hebben gewerkt, hoewel dit, net als andere mengsels, na enige tijd losliet.⁶¹

⁵² Manders, 2007; p. 55

⁵³ Parthesius, 1991; p. 25

⁵⁴ Hoving, 1994; p. 219

⁵⁵ Manders xxxx

⁵⁶ Witsen, 1671; p. 50

⁵⁷ Bulteel, 1673; p. 6192-6194

⁵⁸ Hill, 1995; 130-132

⁵⁹ Des Landes, 1737; p 233-234

Redeke, 1912; p. 33-34

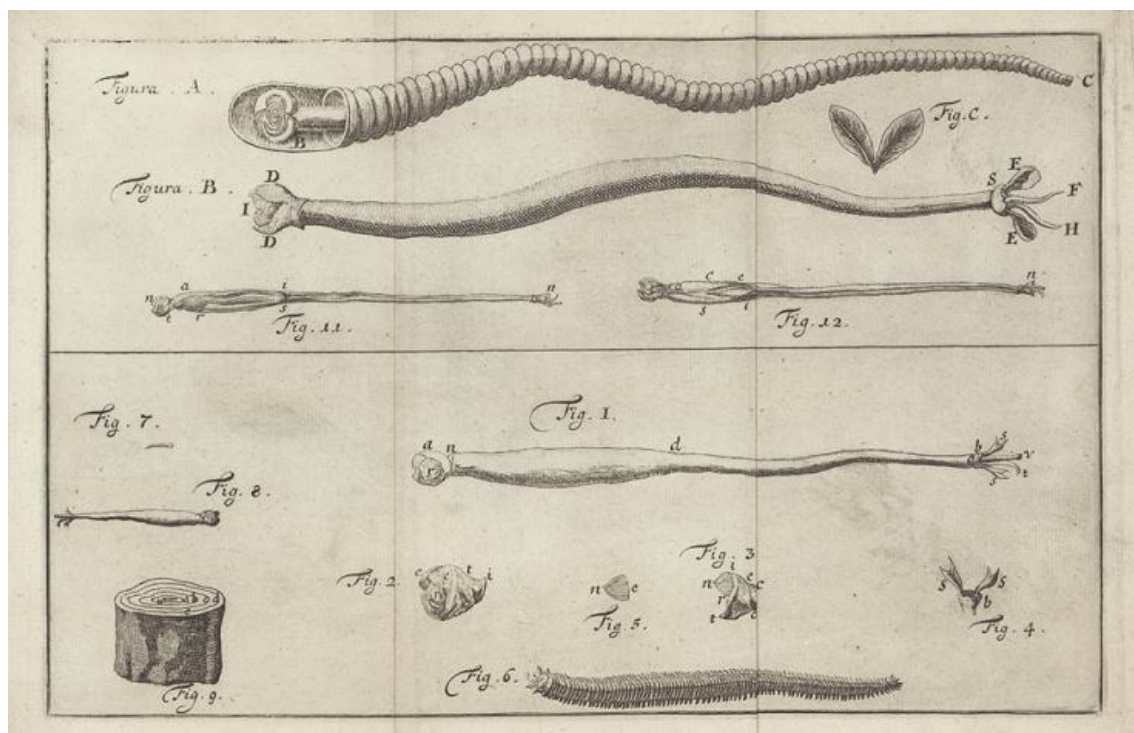
⁶⁰ Redeke, 1912; p. 34

⁶¹ Des Landes, 1737; p. 232-233

De Spanjaarden en Portugezen gebruikten kalk om hun schepen te beschermen in de Amerikaanse wateren.⁶² Het hout zou hier echter erg snel van gaan rotten. Ook loden beplating werd gebruikt door de Spanjaarden, maar dit brokkelde al vrij snel af, of het rolde zich door de stroming op. Na 4 tot 6 weken was dan nog maar de helft van alle loden beplating over, wat vrij spel gaf voor de paalwormen. Of de Engelse Royal Navy hier ook last van had is niet duidelijk.

2. Het behandelen van schepen zodat de paalwormen die zich reeds hebben gevestigd in het hout sterven, werd vroeger ook gedaan, en daar zijn meerdere mogelijkheden voor.⁶³ Zo worden sinds oudsher de schepen op het droge gebracht, waar men met behulp van bossen riet of stro de romp van de boot voorzichtig verbrandde. Zo werd de huid gecontroleerd "geroosterd", en stierven hierdoor de wormen. De boot blijft natuurlijk wel beschadigt door de al aanwezige paalwormen, maar de schade blijft beperkt. Ook kon het schip naar zoet water geleid worden, en aangezien de paalworm enkel in zout water leeft, zal deze hier dus sterven. Ook werden schepen tijdens de winter op het droge gehaald, en hiermee zou ook bereikt worden dat het schip vrij is van paalwormen.

3. Het repareren en/of vervangen van bepaalde delen van het schip spreekt eigenlijk wel voor zich. Als het schip nog niet zo erg is aangetast door de paalworm is het de moeite waard om het te repareren. Zal de reparatie financieel niet de beste oplossing zijn, dan zal dit ook niet gebeuren.⁶⁴ Wel kunnen we hieronder ook het dubbelen van de huid scharen. Immers, deze opofferingslaag werd iedere keer weer vervangen.



Figuur 5 Schets van paalwormen⁶⁵

⁶² Des Landes, 1737; p. 233-234

⁶³ Redeke, 1912; p. 35

⁶⁴ Redeke, 1912; p. 36

⁶⁵ Bron: Universiteitsbibliotheek Amsterdam (UvA) Bijzondere collecties, OT O 63- 1265, Rousset, 1733

Conclusie

De paalworm, *Teredo navalis*, is een tweekleppig weekdier dat leeft in zout water over vrijwel de gehele wereld. Hier dier is berucht voor het vernietigen van houtwerk, zoals schepen, kaden en sluizen. Doormiddel van een boorschelp boort de paalworm zich in het hout waar hij zijn leven niet meer uitkomt. Doen vele paalwormen dit tegelijkertijd, dan kan het hout binnen enkele maanden worden vernietigt.

Tijdens het boorproces fabricceert de paalworm een klakachtig laagje om het lijf heen om het te beschermen tegen het hout. Het houtafval wordt via sifons naar buiten getransporteerd, en deze sifons kunnen weer worden afgesloten met paletten. Op deze manier is het voor andere dieren onmogelijk om in contact te komen met de paalworm, en zit deze dus veilig in zijn boorgang.

Men heeft in het verleden veel last gehad van de paalwormen, en ook nu zijn we er nog niet voor veilig. Tegenwoordig hebben de Duitse kusten met de paalworm te maken, vroeger schreven grote denkers als Aristoteles, Ovidius en Plinius over de paalworm.

Ook Nederland is de dans niet ontsprongen als het gaat over paalwormen. In de jaren 1730 heeft Nederland bijzonder veel last gehad van het dier, en hiervoor werden verschillende oorzaken bedacht. Een algemeen beeld, gegeven door de kerk, was dat de paalwormen een straf van God waren. De bevolking zou teveel zondigen, en o.a. homoseksuelen werden de zondebok van deze epidemie. Er is veel geschreven over de paalworm in die perioden, in zowel binnen als buitenland. Zo zouden hele dorpen worden geëvacueerd en zou Amsterdam op het puntje van haar afgrond staan.

Om Nederland te redden van deze grote plaag werden vele biologen, en andere hoogstaande heren, aan het werk gezet om voor een oplossing te zorgen. Er werden vele oplossingen geopperd, maar deze bleken vrijwel allemaal niet te werken. Om de epidemie tegen te gaan werd er veel geëxperimenteerd met chemische goedjes, nieuwe dijken en beslaan van hout met spijkers.

De oplossing om het verval van de dijken tegen te gaan kwam uiteindelijk van twee West-Friese onderwijzers. Pieter Straat en Pieter van de Deure kwamen met het idee om het hout uit de kaden en duiken weg te halen en deze te vervangen met steen. Dit zorgde voor een hele nieuwe tak van handel en kostte de Nederlandse bevolking erg veel geld, maar de duiken en kaden waren weer veilig voor de paalwormen. Voor de sluisdeuren en palen die zich in het water bevinden is in die tijd geen oplossing gevonden. Met probeerde het hout met spijkers en ijzeren of loden platen te beslaan, maar deze lieten lof of de paalworm kreeg het voor elkaar om zich toch in het hout te bevestigen. Ook het gebruik van de verschillende stoffen werkten niet zoals vele hadden gehoopt. Het smeren van teer, pek en hars op het hout had niet het gewenste effect, en het hout was snel weer kwetsbaar voor de paalworm. Ook op de schepen gebruikte men verschillende methoden. Zo werden er opofferingslagen gebruikt op de schepen. Dit hield in dat men een extra laag hout over de bestaand romp heen legde, en deze extra laag er weer afhaalde als deze was geïnfecteerd door de paalworm.

Ook het gebruik van beplating en het besmeren van de schepen met giftige goedjes was niet vreemd. Maar net als op de kaden en sluisdeuren werkte deze methoden ook niet op de houten schepen. De beplating rolde op, en de chemische verven lieten los. De grote problemen met de schepen verdwenen pas bij het verschijnen van de eerste stalen schepen.

Literatuurlijst

- **Akker**, j., van den; Manders, M.; Wens, W., van der; Zandstra, A., *Bundel maritieme vindplaatsen*, nummer 1, Amersfoort 2007.
- **Baumhauer**, E.H., von, *Over de middelen om het tot zeewerken gebruikte hout tegen de vernieling door den paalworm te vrijwaren*, uit: Tijdschrift der Nederlandsche Maatschappij tot bevordering van nijverheid, deel 7, nr. 5, 1866.
- Baumhauer, E.H., *Over de middelen om het hout tegen de vernieling door den paalworm te beschutten*, uit: Tijdschrift der Nederlandsche Maatschappij tot bevordering van nijverheid, deel 10, nr. 7, 1869
- Bruyn, A., de, *Den zeeworm beschouwd in zyn eigen aard en natuur, waar door zy de schadelyke, vreeslyke, en verdervende woede aanrigt in 's lands paalen en houtwerken: nevens een onderzoek na deszelfs afkomst en oorsprong, mitsgaders een overweging hoe, en wat voor middelen ... tegens dit bederf, en den zeeworm konden gebruikt worden*, Rotterdam 1735.
- Belkmeer, C., *Natuurkundige verhandeling, of Waarneming betreffende den hout-uytraspande en doorborende zeeworm ... ; Waar by gevoegt is een korte beschrijving van deszelfs vyand zynde een ander schepzel*, Amsterdam 1733
- **Bulsteel**, J., *A Letter Written to the Publisher Concerning a New Way, by an English Manufacture to preserve the Hulls of Ships from the Worm, &c; Better for Sailing and More Cheap and Durable than Any Sheathing or Graving Hitherto Used*, in: Philosophical transactions, vol. 8, p. 6192-6194, Londen 1673
- Cerisier, A.M., *Algemeene geschiedenis der Vereenigde nederlandsche Provinciën: behelzende eene naauwkeurige en uitvoerige beschrijving van dezelve opkomst, grondvestiging, bloei en lotgevallen*, Amsterdam 1793
- Cobb, K., *Return of a castaway*, the gripping story of a boring clam, in: Science news, vol. 162, nr. 4, 2002.
- Coe, W.R., *Sexual Rhythm in the Pelecypod Mollusk Teredo*, in: Science, new series, vol. 80, nr. 2069, 1934.
- Culliney, J.L., *Comparative Larval development of the Shipworms benkia Gouldi and Teredo navalis*, in, marine Biology, nr. 29, 1975.
- D'escury, H.C. Baron, *Hollands roem in kunsten en wetenschappen, met aantekeningen en bijdragen*, Den Haag en Amsterdam 1824.
- **Des Landes**, A.F., *Verzameling van verscheide natuurkundeige verhandelingen en natuurlyke historien: bekwaam ter volmaking dezer wetenschappen; / in 't Fransche beschreven door den Hr. Des Landes ; en nu in 't Nederduits gebragt onder het topzicht van een' voornaam liefhebber*, Amsterdam 1737.
- **Didžiulis**, V. (2007): *NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – Teredo navalis*. – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species - NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 11/12/2009.

- Erven, D., de, *Boekzaal der geleerde wereld, en Tijdschrift voor de Protestantsche Kerken in het Koninkrijk der Nederlanden, voor Januarij 1820*, Amsterdam 1820.
- Gollash, S., *Teredo navalis*, gepubliceerd onder: Daisie: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe, laatst herzien: 30 oktober 2006
- **Graafland**, M.A., *Mariene boorders in Nederland*, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft 1998.
- Harting, P., *Een kleine, doch magtige vyand van ons vaderland*, Amsterdam 1861.
- **Heijden**, C., van der, *Rampen en plagen in Nederland 1400 – 1940*, Zaltbommel 2004.
- **Hill**, J.R., *The Oxford illustrated history of the Royal navy*, Oxford 1995.
- **Hoppe**, K.N., *Teredo navalis – The cryptogenic shipworm*, in: Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impact and management, Dordrecht, 2002.
- **Hoving**, A.J., *Nicolaes Witsens Scheeps-Bouw-Konst Open Gesteld*, Franeker 1994.
- Johnson, L., Gonzales, J., Alvares, C., Takada, M., Himes, A., *Managing hull-borne invasive species and coastal water quality for California and Baja California boats kept in saltwater*, California sea grant college program report, number T-061, 2007.
- Kohlhasse, S., Dede, C., *Engineering Approach to Protect Wooden Constructions against Attack of Teredo navalis – Considerations and results of a Field Experiment in the Baltic Sea, 2006*.
- **Korver**, A. Pieter E., *De grote paalwormplaaq van de 18^e eeuw en de verandering van de Nederlandse dijken*, laatst herzien: september 2009.
- L'epie, Z., *Onderzoek over de oude en tegenwoordige natuurlyke gesteldhejd van Holland, dog voornamentlyk West-Vriesland, ten opzigte van deszelfs rivieren en landen : aanwas, ophooping, zakking, laagte en dijkage : mitsgaders eene Verhandeling over de ... Zee- of Kokerwormen : alsmede de middelen tot verbetering en versterking der zee-weeringen ...*, Amsterdam 1734.
- Loosjes, A., *Algemeene konst- en letter-bode, voor het jaar 1828*, Haarlem 1828.
- **Massuet**, M.D., *Wetenswaardig onderzoek over den oorsprongk, de voortteling, de ontzwachteling, het maaksel, de gedaante, de gesteltheit, den arbeit, en de verbazende menigte der verscheidene soorten van Kokerwurmen, die de dykpalen en schepen van enige der Vereenigde Nederlandsche Provintsien doorboren*. Amsterdam 1733.
- **Meese**, D., *Verhandeling over de paalwormen zynde een antwoord op de vrage ... Hoedanig is de natuur, aart en voortteeling der wormen? ... Welk is het best, gemaklykst en minst kostbaar middel om het hout-werk op den duur daar voor te beveiligen? / Door ...David Meese, hortulanus ... aan wie de præmie van 30 goude ducaten op den 1 july 1770. is toegewezen*, Amsterdam 1771.
- Moelker, H.P., *De Diemerdijk. De gevolgen van paalwormvraat in de 18^{de} eeuw*, in: Tijdschrift voor Waterstaatsgeschiedenis, jaargang 6, nummer 2, Hilversum 1997.

- **Palm**, L.C., *De paalwormepidemie van 1730*, in: Spiegel Historiae, jaargang 15, nummer 5, Haarlem 1980.
- **Parthesius**, R., *De dubbele huid van Oostindiëvaarders aan het begin van de 17^e eeuw*, in: Batavia Cahier, *Herbouw van een Oostindiëvaarder*, nummer 3, Almere 1991.
- **Redeke**, H.C., *Raport over onderzoekingen betreffende het voorkomen van den scheepsworm (Teredo megotara Hanl.) in Nederlandsche zeevisschersvaartuigen*, Den Haag 1912.
- **Rousset de Missy**, Jean, *Aanmerkingen over den oorsprong, gesteltheit, en aard der zee-wormen die de schepen en paal-werken doorboren*, Leiden 1733.
- Sellius, G., *Natuurkundige histori van den zeehoutworm, ofte houtvreeter, zijnde koker- en meerschelpigh : inzonderheit van den Nederlantschen*, Utrecht 1733.
- Speeleveldt, T., *Brieven over het eiland Walcheren, tiende brief*, Den Haag 1808.
- Spruit, R.; **Manders**, M., *De zoektocht naar de hoorn*, De wonderbaarlijke reis van Schouten en Le Marie, Amsterdam 2007.
- Stearns, R.E.C., *The Teredo, or Shipworm*, in: The American naturalis, vol. 20, nr. 2, Chigaco 1886.
- Steffy, J.R., *The Kyrenia ship, An interem report in it's hull construction*, in: American Journal of Archaeology, Vol. 89, nr. 1, 1985.
- **Steinmayer**, A.G., MacIntosh Turfa, V., *Effects of Shipworm on the performance of ancient Mediterranean warships*, in: The International journal of nautical archaeology, 1991.
- **Venema**, G.A., *Over den paalworm (Teredo navalis) langs de kusten van de provincie Groning*, ca. 1865.
- **VLIZ Alien Species Consortium*** (2009). *Scheepswormen - Teredo navalis en Psiloteredo megotara*. Nietinheemse soorten van het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria. *VLIZ Information Sheets*, 20. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende, Belgium. 7 pp.
- **Vrolik**, W.; Harting, P.; Storm Buysing, D.J.; Oordt, J.W.L., van; Baumhauer, E.H., von; *Verslag over den paalworm*, Natuurkundige afdeling der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen, Amsterdam 1860.
- **Waal**, D., *Beschouwing over de Zuiderdijk bij De Weed en Oosterleek*, 2008.
- Wagenaar, J., *Vaderlandsche historie, vervattende de geschiedenissen der vereenigde Nederlanden, inzonderheid die van Holland, van de vroegste tyden af*, 19^e deel, Amsterdam 1770.
- **Witsen**, N., *Aeloude en Hedendaegsche Scheeps-Bouw en Bestier*, Amsterdam 1671.
- Yk, C., van, *De Nederlandsche Scheeps-Bouw-Konst Open gestelt*, Delft 1697.