



**studies**

**in textiel**

Zijde

# Zijde uit zee aan de zuurstof

## Onderzoek naar de conservering van textiel uit het Texelse scheepswrak

*Marijke de Bruijne*

### Inleiding

In de zomer van 2014 werd door duikers van de *Duikclub Texel* een zeer bijzondere vondst gedaan. In een scheepswrak bij Texel vonden zij een grote hoeveelheid textiel. Het wrak, de *BZN17*, was waarschijnlijk een middelgroot handelsschip uit de jaren veertig van de zeventiende eeuw.<sup>1</sup> De collectie is eigendom van de Provincie Noord-Holland en werd in mei 2016 overgebracht naar het archeologisch depot van de Provincie.<sup>2</sup>

De textielcollectie bestaat uit circa 150 textielfragmenten die in 36 objectgroepen werden onderverdeeld.<sup>3</sup> De fragmenten binnen elke groep komen qua materiaal en techniek overeen en vormden zeer waarschijnlijk één object of een ensemble. Bijna de helft van de fragmenten bestaat uit kostuums of kostuumonderdelen. Daaronder bevinden zich onder meer een complete jurk, een lijfje, een jak, een paar kousen en losse mouwen en kragen. Er werd alleen bovenkleding gevonden.<sup>4</sup> Veel van de kostuums zijn als dameskostuum te identificeren, maar dit is niet zeker voor alle kostuums. In de overige gevallen lijkt het veelal om interieurtextiel te gaan, zoals gordijnen, kussenslopen en beddengoed. De collectie toont een grote rijkdom en gevarieerdheid in weefsels en technieken, veel objecten bevatten borduursels en edelmetalen.<sup>5</sup> Opvallend is dat meer dan de helft van de fragmenten rood van kleur is, terwijl alle overige fragmenten geen duidelijke kleur meer hebben. Bovendien zijn vrijwel alle fragmenten van zijde.<sup>6</sup>

Niet eerder werd zo'n grote hoeveelheid textiel uit een scheepswrak omhooggehaald.<sup>7</sup> De bekendmaking in april 2016 kreeg dan ook internationale aandacht. Vooral 'de jurk' die in Museum Kaap Skil op Texel werd gepresenteerd verwierf grote bekendheid.<sup>8</sup> Bovendien is textiel uit de zeventiende eeuw vrij zeldzaam. Textiel was in die tijd zo kostbaar dat het werd vermaakt en hergebruikt tot het versleten was. In het wrak werden tevens persoonlijke verzorgingsartikelen gevonden; daardoor rees het vermoeden dat het wellicht de persoonlijke garderobe was van een welgestelde dame.<sup>9</sup> Om al deze redenen is de vondst bijzonder en van belang voor onze kennis over zeventiende-eeuwse textiel en kostuums.

## Het onderzoek

Het textiel uit de *BZN17* heeft bijna 400 jaar op de bodem van de Waddenzee gelegen. Het is onbekend hoe het zich gaat gedragen nu het naar boven is gehaald. De langdurig opgezwollen staat van de vezels kan de structuur veranderen waardoor de textiel onverwacht kan reageren.<sup>10</sup> Er zijn geen voorbeelden bekend van textiel uit maritieme context waarvan de conditie over langere termijn kritisch wordt gevolgd. Evenmin is bekend hoe textiel uit maritieme context het beste kan worden opgeslagen en gepresenteerd.

Een belangrijk uitgangspunt bij het veiligstellen van deze unieke collectie is om zo weinig mogelijk te interveniëren in de objecten en deze in zo origineel mogelijke staat te houden. De focus zal daarom moeten liggen op preventieve conservering. Tegelijkertijd bestaat de wens om de collectie te presenteren aan het publiek. Hoe kan de collectie optimaal bewaard worden voor de toekomst en toch gepresenteerd worden? Om dit zinvol te kunnen onderzoeken is het nodig dat het onderzoeksgebied beperkt blijft. Het spitst zich toe op één object uit de collectie en op één factor die van belang kan zijn voor de degradatie van textiel, namelijk zuurstof.

Het geselecteerde object wordt aangeduid als 'rode cape'. Het is een bijzonder en opvallend object en een belangrijke kandidaat om te presenteren. De cape is groot, moeilijk te hanteren en kwetsbaar. Dat maakt presentatie tot een uitdaging. Het object bestaat geheel uit zijde. Omdat vrijwel alle textiel van de *BZN17* uit zijde bestaat, zullen de uitkomsten ook voor de andere objecten relevant zijn.

De collectie is opgeslagen in zuurvrije kartonnen dozen in het depot van de provincie Noord-Holland. Daarmee is deze ondergebracht in een stabiel klimaat en beschermd tegen stof, licht en schommelingen in temperatuur en luchtvochtigheid.<sup>11</sup> De belangrijkste factoren die kunnen bijdragen aan de degradatie van textiel zijn daarmee weggenomen, behalve zuurstof. De rol van zuurstof bij de degradatie van zijde is bovendien de enige factor die nog nauwelijks is onderzocht. Daarom wordt in dit onderzoek gekeken of het nuttig, mogelijk en wenselijk is om de cape op te slaan en te presenteren in een zuurstofvrije omgeving en is het doel te komen tot aanbevelingen voor opslag en presentatie.

## Het object

Het object bestaat uit zeven fragmenten van rood zijden fluweel met een lange pool. Vijf fragmenten vormen samen een cirkel met een diameter van ongeveer twee meter, met in het midden een ronde uitsparing (afb. 1). De grote fragmenten zijn gemaakt uit de totale stofbreedte van 53,5 cm. Het object heeft nog enkele intacte naden waar patroondelen met stiksteekjes aan elkaar vastzitten (afb. 2). Daarnaast zijn veel sporen van naden en resten van rode garens aangetroffen die aannemelijk maken dat het object in elkaar zat (afb. 4). De uitsparing in het midden vertoont resten van een donkergekleurd garen (afb. 3).

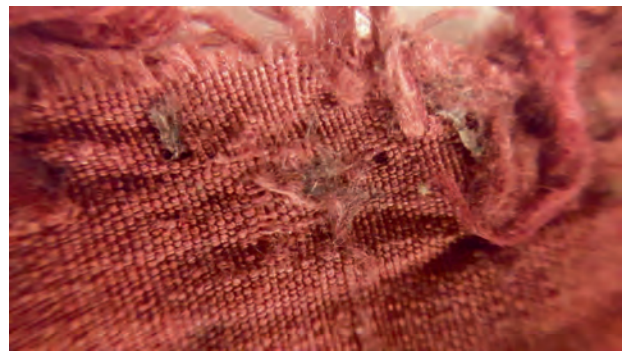
Het weefsel bestaat uit een zijden kettlingfluweel met een gesneden pool van ruim één cm hoog.<sup>12</sup> Het grondweefsel wordt volledig bedekt door de pool. Kleurstofanalyse wees



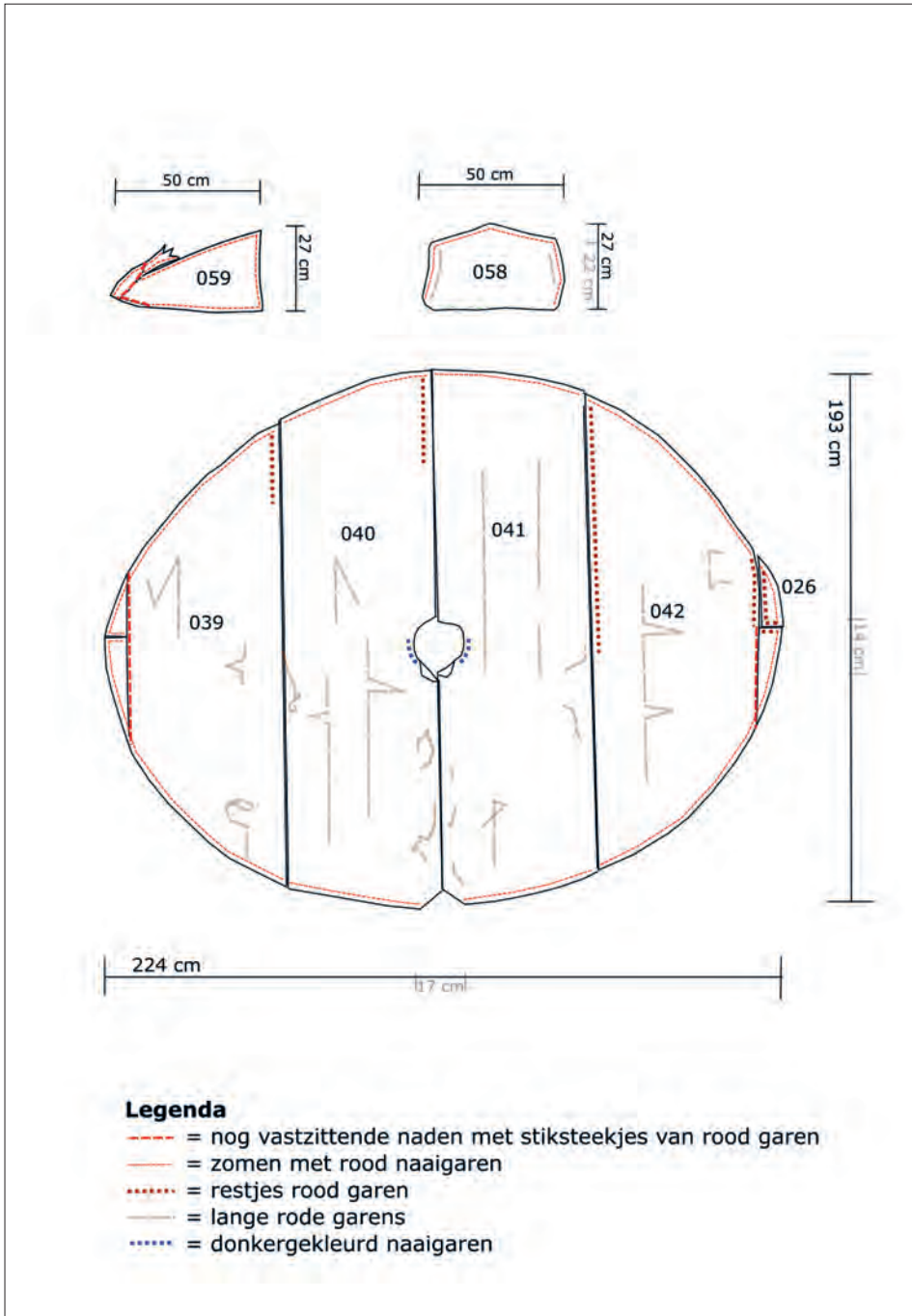
1 Overzicht van de fragmenten van de rode cape van de *BZN17* (voorzijde), inv.nrs. 059, 039, 040, 041, 042, 026, 058. Archeologisch depot Provincie Noord-Holland, Huis van Hilde, Castricum. Foto: compilatie, Provincie Noord-Holland, studio John Meijer/auteur.



2 Naad met stiksteekjes, BZN17-059.  
Foto: auteur.



3 Detail donkergekleurd naaigaren, BZN17-041.  
Foto: P. Coopmans.



4 Tekening object, met sporen van garens. Tekening: auteur.

uit dat pool en inslag geveerd zijn met Amerikaanse cochenille, de ketting met cochenille en meekrap en het naaigaren met kermes en meekrap.<sup>13</sup> Daarnaast werden aluminium en tannine aangetroffen.<sup>14</sup>

### *Vergelijkbare objecten en weefsels*

Vermoedelijk was het object een cape; vergelijkbare kostuums zijn aanwezig in diverse collecties, zoals het Germanisches Nationalmuseum Neurenberg.<sup>15</sup> Het afwijkend gekleurde naaigaren langs de uitsparing in het midden kan een aanwijzing zijn dat hier een andere stof bevestigd was, wellicht een kraag. Mogelijk maakten de twee kleine fragmenten hier deel vanuit.<sup>16</sup> Capes van mannen en vrouwen verschilden niet wezenlijk van vorm, daarom is niet vast te stellen of het een heren- of dameskostuum was.<sup>17</sup>

Zijde was een luxeproduct dat veelal op bestelling werd geweven.<sup>18</sup> Hoe meer materiaal er gebruikt werd, hoe duurder het was. Aangenomen kan worden dat fluweel met zo'n lange pool een zeer kostbaar product was. De dichte pool en de gebruikte kleurstoffen getuigen eveneens van een hoge kwaliteit.<sup>19</sup> Het weefsel biedt geen aanknopingspunten voor de herkomst. Zijde werd in de zeventiende eeuw geproduceerd in verschillende landen, waaronder Nederland.<sup>20</sup> Achttiende-eeuwse stofstaaltjes in de collectie van de Bibliothèque Nationale de France in Parijs tonen vergelijkbare weefsels van diverse herkomst.<sup>21</sup>

Langpolig zijden fluweel werd wel gebruikt als voering voor luxueuze kleding, zo blijkt uit twee voorbeelden uit het begin van de zeventiende eeuw. In Claydon House in het graafschap Buckinghamshire, in het Zuidoosten van Engeland, bevindt zich een paarse



5 Detail lange naaigarens aan de achterzijde, BZN17-042. Foto: auteur.

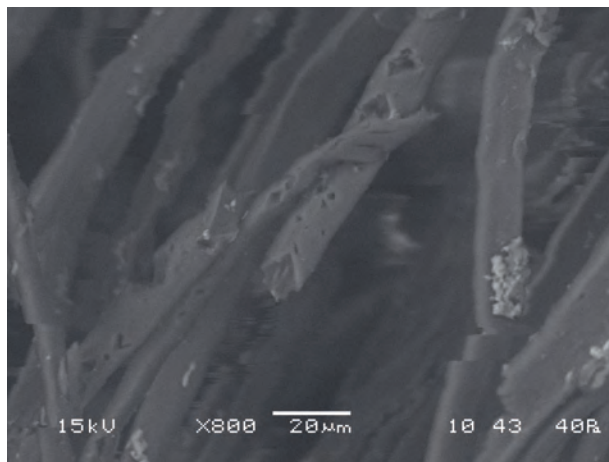
herenhuisjas die gevoerd is met een grijze langpolige zijden fluweel.<sup>22</sup> Het Victoria & Albert Museum in Londen bezit een geborduurd jasje dat gevoerd is met een naturelkleurige langpolige zijden fluweel.<sup>23</sup> In het Rijksmuseum Amsterdam bevindt zich een achttiende-eeuws geborduurd heren vest, een zogenaamde 'kamizool', gevoerd met een écru-kleurige langpolige zijden fluweel.<sup>24</sup> Mogelijk vormde het object niet de buitenzijde, maar de *voering* van een cape. Aan de achterzijde van het object zijn resten van dik rood garen aangetroffen dat met enkele grote steken is aangebracht (afb. 4 en 5). Met dergelijke steken werd voering vaak vastgezet op de buitenstof, om ervoor te zorgen dat de voering goed op zijn plaats bleef en niet ging zakken. In de *BZN17* zijn geen objecten aangetroffen die de buitenzijde van een cape gevormd kunnen hebben.<sup>25</sup>

### Conditie

In aanmerking nemende dat het object bijna 400 jaar onder water lag, is de conditie opmerkelijk goed. De lange pool staat nog overeind, de kleur is sprankelend rood. Het object vertoont vouwen en kreukels, het bevat zand en heeft zwarte vlekken en strepen.<sup>26</sup> Verschillende fragmenten zijn gescheurd. Het meest zorgelijk is het grote vezelverlies, dat nog altijd doorgaat (afb. 6).<sup>27</sup> Uit onderzoek met de elektronenmicroscop (SEM-EDX) bleek dat de vezels ernstige microbiologische aantasting vertonen (afb. 7).<sup>28</sup> Dit kan leiden tot breuken in de vezels en verklaart waarschijnlijk het vezelverlies. Daarnaast is pyriet (ijzersulfide, FeS) aangetroffen.<sup>29</sup> Pyriet kan omgezet worden in zwavelzuur en vormt daarom een risico voor het object.



6 Vezelverlies, BZN17-039. Foto: auteur.



7 Microbiologische aantasting BZN17-058, opname met de elektronenmicroscop, vergroting 800x. Foto: I. Joosten, RCE.

## Zuurstofvrije opslag en presentatie

Het wegnemen van zuurstof heeft de volgende voordelen:

- Het voorkomt en stopt (micro)biologische aantasting
- Bij een zeer laag zuurstofgehalte (<1%) en een lage relatieve luchtvochtigheid (<50%) stopt zelfs de groei van anaerobe organismen (organismen die zonder zuurstof kunnen leven)<sup>30</sup>
- Het voorkomt verschieten en verbleken van kleuren onder invloed van licht<sup>31</sup>
- Het voorkomt corrosie van metaal<sup>32</sup>

Bijkomende voordelen van zuurstofvrije opslag zijn dat het object wordt beschermd tegen stof en hantering. Maar het is kostbaar en vereist onderhoud. Bovendien wordt de toegankelijkheid van het object beperkt. Er zijn ook risico's: bekend is dat het pigment Pruisisch Blauw ernstig verkleurt in een zuurstofloze omgeving.<sup>33</sup>

Zuurstofvrije opslag en presentatie worden pas sinds de jaren negentig mondjesmaat toegepast, op uiterst kwetsbare topstukken als Egyptische mummies en wereldberoemde documenten als de Amerikaanse *Declaration of Independence*.<sup>34</sup> Voorbeelden zijn recent en de techniek is volop in ontwikkeling.<sup>35</sup> Eén van de weinige voorbeelden van zuurstofvrije presentatie van textiel is beschreven door Nilsson en Nestor.<sup>36</sup> Dit betreft archeologische, zijden textielfragmenten van de kleding waarin Koningin Christina van Zweden in 1689 werd begraven in de Sint Pieter in Rome. Het belang van de collectie en de fragiele staat van de fragmenten leidde tot het besluit om deze op te slaan in zuurstofvrije vitrines waarin ze permanent verblijven. Het probleem van de beperkte toegankelijkheid werd ondervangen door de fragmenten op glas te plaatsen met daaronder spiegels, zodat ze van alle kanten te bestuderen zijn.

### *Methoden*

Er zijn verschillende manieren om objecten zuurstofvrij te presenteren:

*Actief:* de vitrine wordt continu doorgespoeld met stikstof

*Semi-actief:* de vitrine wordt eenmalig doorgespoeld met stikstof, vervolgens worden zuurstofabsorbers toegevoegd

*Passief:* er worden alleen zuurstofabsorbers in de vitrine gelegd

De eerste methode is de meest kostbare en vereist technisch onderhoud. De laatste methode is eenvoudig en goedkoop en kan door iedereen zelf uitgevoerd worden. Voor grotere volumes is dit echter niet haalbaar.<sup>37</sup> De semi-actieve methode is relatief goedkoop en eenvoudig. Van belang is dat de vitrine zo weinig mogelijk zuurstof doorlaat. Als aan die voorwaarde is voldaan is de vitrine jarenlang onderhoudsvrij.<sup>38</sup>

Om een afweging te kunnen maken of investering in zuurstofvrije opslag en presentatie voor de cape van de BZN17 zinvol is, moet nader bekeken worden welke voordelen dit oplevert. Draagt zuurstofvrije opslag ook bij aan het behoud van zijde?



## Degradatiefactoren van zijde

Zijde bestaat uit het eiwit fibroïne, een dierlijke proteïne vezel geproduceerd door de zijderups. Fibroïne is opgebouwd uit aminozuren en bestaat voor 60 procent uit kristallijne gebieden.<sup>39</sup>

Van oudsher wordt licht vaak aangewezen als de grote boosdoener bij de degradatie van zijde.<sup>40</sup> Uit onderzoek van de afgelopen tien jaar blijkt echter steeds meer dat, naast ultraviolette straling (UV) uit licht, relatieve luchtvochtigheid (RV) een bepalende rol speelt bij de degradatie van zijde.<sup>41</sup> Een RV boven de 50 procent heeft zeer negatieve effecten.<sup>42</sup> Luxford noemt bovendien de aanwezigheid van zouten als risicofactor.<sup>43</sup>

Er is weinig bekend over de invloed van maritieme condities op de degradatie van textiel in het algemeen en zijde in het bijzonder. Zowel Florian als Srinivasan en Jakes constateren dat er nauwelijks gepubliceerde data bestaan over zijde uit maritieme context.<sup>44</sup> De specifieke omstandigheden worden mede bepaald door geografie, klimaat, diepte van de zee en de eventuele nabijheid van een kust.<sup>45</sup> De *BZN17* lag waarschijnlijk enkele meters onder het zand.<sup>46</sup> De Waddenzee is een dynamisch getijdengebied met sterke stromingen. Aangenomen kan worden dat het schip snel werd begraven onder het sediment, anders was de textiel nooit zo goed bewaard gebleven.<sup>47</sup>

In tabel 1 zijn de degradatiefactoren voor zijde uiteengezet, gerelateerd aan de maritieme condities van de *BZN17*. Een lage temperatuur, een stabiel klimaat en de afwezig-

Tabel 1 Externe degradatiefactoren voor zijde en maritieme condities BZN17 in het sediment

<i>Degradatiefactoren</i>	<i>Rol bij degradatie van zijde</i> <sup>*48</sup>	<i>Maritieme condities BZN17</i> <sup>**49</sup>
UV	Foto-oxidatie. Ketenbreuk, cross-linking <b><i>ZEER SCHADELIJK</i></b>	Afwezig
(Zichtbaar) licht	Verschieten en verbleken van kleuren	Afwezig
Temperatuur	Versnelling chemische degradatiereacties	10°C
Vocht	<b><i>ZEER SCHADELIJK</i></b>	<b><i>0.3 l per liter sediment</i></b>
Klimaatschommelingen	Oxidatiereacties, mechanische stress	Stabiel
Zuurstof	Oxidatieprocessen	0 µM
Hanteren	Mechanische stress	Afwezig
(Micro)biologische aantasting	Aantasting structuur vezel	Alleen anaerobe bacteriën
Verontreiniging	Mechanische schade, katalysator	<b><i>Zand, zout, metalen</i></b>

*Cursief rood* = ongunstig

\* Gebaseerd op Pawcenis et.al. 2016.

\*\* Informatie Eric Epping, NIOZ, e-mail 22 december 2016.

heid van UV zullen een gunstige invloed op het behoud van de zijde hebben gehad. Daar tegenover staan negatieve factoren als het hoge vochtgehalte en verontreinigingen zoals zout. In het sediment ontbreekt zuurstof. Daardoor kregen alleen anaerobe bacteriën een kans en konden kleurstoffen behouden blijven.<sup>50</sup> Heeft het ontbreken van zuurstof nog een extra positieve bijdrage geleverd aan het behoud van de zijde?

### *De rol van zuurstof*

Over de rol van zuurstof bij de degradatie van zijde is de conserveringsliteratuur niet eenduidig. De afgelopen jaren is veel onderzoek gedaan naar de rol van zuurstof bij de verkleuring van kleurstoffen en pigmenten.<sup>51</sup> Daaruit bleek dat het wegnemen van zuurstof het proces van foto-oxidatie grotendeels stopt. Om die reden worden zeer lichtgevoelige kleurstoffen en pigmenten tegenwoordig soms gepresenteerd in zuurstofvrije vitrines.

Voor de cape van de *BZN17* is kleurverlies niet de grootste zorg, de gebruikte kleurstoffen zijn zeer stabiel. Interessanter is de vraag of het wegnemen van zuurstof ook een gunstig effect kan hebben op de conditie van de vezel. Zijn er nog andere oxidatieprocessen die gestopt worden door het wegnemen van zuurstof? Hier is binnen de conserveringsliteratuur nauwelijks onderzoek naar gedaan. Uit een publicatie van Kim, Zhang en Wyeth in 2008 bleek de zuurgraad van zijde, een kenmerk van verouderde zijde, te verwijfoudigen onder invloed van zuurstof.<sup>52</sup> Maar zij zien dit effect niet terug in een verlies aan sterkte van de vezel. Hansen en Sobel menen dat het wegnemen van zuurstof nuttig kan zijn om de degradatie van zijde te vertragen, maar baseren zich op oud onderzoek uit 1948.<sup>53</sup> De keuze van Nilsson en Nestor om de zijden fragmenten van Koningin Christina zuurstofvrij te bewaren is niet gebaseerd op onderzoek maar op de aanname dat licht en zuurstof de grootste vijanden van textiel zijn.<sup>54</sup> Thomas constateert dat er geen gedetailleerde studies zijn gedaan naar het effect van zuurstof op culturele objecten en dat er meestal *a priori* vanuit gegaan wordt dat zuurstofvrij veilig is.<sup>55</sup>

Het lijkt zinvol om nader onderzoek te doen naar de invloed van zuurstof op de degradatie van zijde. Daarom is een eerste oriënterende test uitgevoerd.

### Uitvoering test

Er werd een test opgezet waarbij nieuwe zijde kunstmatig werd verouderd met en zonder zuurstof. De test was niet bedoeld om natuurlijke degradatieprocessen na te bootsen. Doel was om meer inzicht te krijgen in de rol van zuurstof als mogelijke factor bij de degradatie van zijde.<sup>56</sup> Omdat er weinig onderzoek is gedaan naar de rol van zuurstof moest onderzocht worden hoe een dergelijke test opgezet kan worden. Een tweede doel was daarom om te onderzoeken welke testopzet het beste werkt. Het experiment kan dienen als startpunt voor eventueel verder onderzoek.

Kunstmatige veroudering kan worden gedaan met licht, met relatieve luchtvochtigheid en met temperatuur. Omdat hier geen onderzoek naar het effect van licht en luchtvochtigheid werd nagestreefd is gekozen voor temperatuurveroudering. De aanname

daarbij was dat degradatieprocessen die optreden als gevolg van chemische reacties versnellen door de verhoogde temperatuur. Vilaplana deed onderzoek naar verschillende methodes om zijde versneld te verouderen en kwam tot de conclusie dat thermo-oxidatie bij hoge temperaturen de beste resultaten oplevert die het meest lijken op natuurlijk verouderde zijde uit het begin van de zeventiende eeuw.<sup>57</sup> Hoewel het doel hier niet was om natuurlijk gedegradeerde zijde na te bootsen, onderschrijft dit de waarde van deze methode.

Binnen de beperkte tijd en middelen die beschikbaar waren, werd gekozen voor een zo eenvoudig mogelijke testopzet. Luxford en Thickett beschreven een eenvoudige testopzet voor de kunstmatige veroudering van zijde.<sup>58</sup> Daarnaast is gekeken naar een testopzet van Kim, Zhang en Wyeth.<sup>59</sup> Dit is het enige onderzoek waar een temperatuurverouderingstest werd uitgevoerd waarbij zuurstof werd vervangen door stikstof.

### Testopzet

Als monstermateriaal is nieuwe *Habotai* zijde van Whaleys gebruikt; deze wordt meestal gebruikt als testmateriaal in onderzoek naar zijde.<sup>60</sup> Er zijn monsters geknipt van 5 x 5 cm. De helft van het testmateriaal bleef ongeverfd, de andere helft werd geverfd met Amerikaanse cochenille, de belangrijkste kleurstof die werd aangetroffen in de cape.<sup>61</sup>

De versnelde veroudering is uitgevoerd op 80° C gedurende 24 dagen in een Memmert droogoven (afb. 8).<sup>62</sup> Luxford en Thickett berekenden dat bij een temperatuur van 80° C de degradatie van zijde toeneemt met een factor 33 ten opzichte van kamertem-



8 De test in de oven.  
Foto: auteur.



9 Overzicht van de drie testopzetten. Foto: auteur.

peratuur.<sup>63</sup> In de literatuur worden temperaturen tussen de 60° C en 125° C genoemd, meestal over periodes van enkele weken.<sup>64</sup>

Om te onderzoeken hoe een dergelijk experiment het beste opgezet kan worden werden drie testopzetten gemaakt (afb. 9, tabel 2). De resultaten hiervan zijn onderling niet vergelijkbaar.

Binnen dit onderzoek was niet de beschikking over betrouwbare meetapparatuur voor de RV. Daarom werd de test uitgevoerd met 0% RV en 100% RV omdat dit de enige waarden zijn die gecontroleerd kunnen worden zonder metingen te doen. De derde opzet was bedoeld als extra experiment. Hier werd silicagel gebruikt om een meer gewenste RV te bereiken, bij voorkeur onder de 50 procent.<sup>65</sup> Met analoge hygrometers werd gepoogd de RV te meten.<sup>66</sup>

Twee zuurstofniveaus werden nagestreefd: 21 procent (gewone lucht) en zo laag mogelijk, onder 0,1 procent. Om zuurstof weg te nemen werden twee methodes gehanteerd.

Voor testopzet 1 en 3 werd gebruik gemaakt van de zuurstofabsorbeerder ATCO FT100. Dit bevat ijzerpoeder dat reageert met zuurstof uit de lucht en oxideert tot ijzeroxide.<sup>67</sup> Zuurstofabsorbeerdere geven water af, daarom werd bij testopzet 2 doorgespoeld met pure stikstof, dat geen vocht bevat.<sup>68</sup> De andere zakjes in opzet 2 werden doorgespoeld met droge lucht.<sup>69</sup> In alle containers met een laag zuurstofniveau werd een Ageless Eye Oxygen Indicator geplaatst. Bij een zuurstofniveau onder 0,1 procent kleurt de indicator roze, boven 0,5 procent kleurt deze blauw.

Tabel 2 Testopzet

TESTOPZET 1 weckpot 100% rv		TESTOPZET 2 Zakjes: 0% RV (geseald)		TESTOPZET 3 Zakjes met silicagel: ?% RV (gesloten met clips)	
21% zuurstof	0,1% zuurstof	21% zuurstof	0,1% zuurstof	21% zuurstof	0,1% zuurstof
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
- water	- water - ATCO FT100, 2x - Ageless Eye Indicator	- droge lucht	- stikstof - Ageless Eye Indicator	- silicagel 15% - hygrometer [kapot]	- silicagel 15% - ATCO FT100 1x - Ageless Eye Indicator - hygrometer
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
- water	- water - ATCO FT100, 2x - Ageless Eye Indicator	- droge lucht	- stikstof - Ageless Eye Indicator	- silicagel 15%	- silicagel 15% - ATCO FT100 1x - Ageless Eye Indicator

= ongeverfd monster     = geverfd monster

Er zijn twee soorten containers uitgetest. Voor de testopzet met 100% RV werden glazen weckpotten met rubberen afsluitrand gebruikt waarin potjes met gedemineraliseerd water werden geplaatst. Voor de andere twee testopzetten is gebruik gemaakt van zakjes van barrièrefolie.<sup>70</sup> Daarbij werden twee manieren getest om de zakjes te sluiten: sealen met een Audion Elektro, type TPS-2 (opzet 2) en Azurro clips (opzet 3).<sup>71</sup>

In testopzet 3 werd voor alle zakjes 0,5 gram PROSorb silicagel afgewogen, bij kamertemperatuur gepreconditioneerd op 15% RV.<sup>72</sup> Bij een poging de hygrometers te kalibreren ging één van beide kapot, dus alleen bij monster 10 werd uiteindelijk een hygrometer geplaatst.

De monsters in de glazen potten werden vrij opgehangen met polyester garen. In de zakjes werden de monsters op polypropyleendoek gelegd. Alle monsters werden vooraf gewogen en opgemeten.

### *Evaluatiemethode*

Alle monsters werden bekeken en beoordeeld met het blote oog, met een stereomicroscoop met opvallend licht (Carl Zeiss OPMI 9-FC, vergroting 20x), met een stereomicroscoop met doorvallend licht (Leica DME, vergroting 100 en 200x) en met een scannende elektronenmicroscoop met Energie Dispersieve Analyse van Röntgenstraling (SEM-EDX) op verschillende vergrotingen.<sup>73</sup>

### Testresultaten en discussie

Na plaatsing in de oven kleurden de zuurstofindicatoren in de zakjes binnen een half uur roze. Voor de indicatoren in de weckpotten duurde dit iets langer. De zuurstofindicatoren in testopzet 3 bleven gedurende de hele testperiode roze, in opzet 2 kleurden ze al na een week paarsig. Blijkbaar sluiten de zakjes niet geheel af tegen binnendringende zuurstof. In testopzet 3 bleef het zuurstofniveau onder de 0,1 procent doordat de zuurstofabsorberders de binnendringende zuurstof actief blijven wegvangen. De clips sluiten blijkbaar voldoende af.

De zuurstofindicatoren in de potten waren al binnen enkele dagen aangetast door het overmatige vocht en niet meer goed afleesbaar. Daardoor is niet vast te stellen of het gewenste lage zuurstofgehalte in deze testopzet is bereikt. In de pot met monster 2 liep de indicator heel donker uit, de indicator bij monster 4 bleef lichter van kleur.<sup>74</sup> Door de condens in de potten ontstond een laagje water op de bodem, waar de zuurstofabsorberders waren geplaatst. Het is niet zeker of dit de werkzaamheid van de zuurstofabsorberders heeft beïnvloed.

De hygrometer in het zakje met monster 10 gaf gedurende de hele periode 60% RV aan. Deze waarde moet met de nodige reserve worden bekeken. Na afronding van de test bleek de hygrometer nog wel te werken, maar de aangegeven waarden bleken onbetrouwbaar.

Het plaatsen van de monsters op polypropyleendoek bleek nuttig. Het pp-doek zat enigszins vastgeplakt aan de barrièrefolie, de monsters lagen los op het doek. De monsters in de potten zijn door het hangen enigszins vervormd.

### Evaluatie monsters

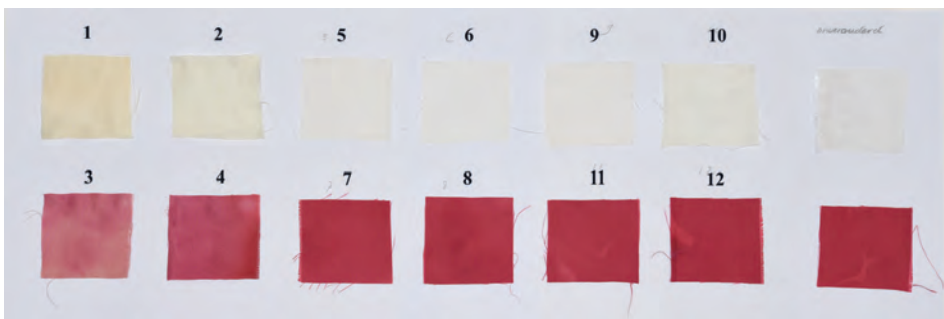
In tabel 3 staan de resultaten van de verouderingstest op de monsters.

De monsters uit testopzet 1 met 100% RV vertonen de meeste verandering ten opzichte van de onverouderde monsters (afb. 10). Dit lijkt overeen te komen met de gegevens uit de literatuur waaruit bleek dat vocht een belangrijke degradatiefactor is voor zijde. Tevens is dit de enige testopzet waarin het verschil tussen monsters die wel en niet aan zuurstof werden blootgesteld significant is. Het ongeverfde monster blootgesteld aan normale lucht is beduidend ernstiger vergeeld dan het monster in een laag zuurstofniveau. De geverfde monsters vertonen ernstig kleurverlies maar bij het monster in normale lucht trad dit al binnen een week op terwijl het monster dat aan een laag zuurstofniveau werd blootgesteld pas na bijna drie weken ging bloeden. Het geverfde monster behield daardoor meer kleur in zuurstofarme condities. De monsters uit deze testopzet zijn ook de enige die vervormingen vertoonden, maar minder bij een laag zuurstofniveau.<sup>75</sup>

Het is opmerkelijk dat de geverfde monsters zijn gaan bloeden, want van cochennille is bekend dat het zeer waterbestendig is. Het is samen met meekrap de enige kleur die volop is aangetroffen in de textiel van de *BZN17*, die toch onder vochtige omstandigheden bewaard is gebleven. Het bloeden van de kleurstof in testopzet 1 is dan ook niet goed te verklaren.

In de overige testopzetten zijn nauwelijks verschillen aangetoond tussen monsters verouderd met en zonder zuurstof. Van de ongeverfde monsters lijkt monster 10 een fractie gelter dan monsters 5, 6 en 9. Van monster 10 is zeker dat het zuurstofniveau onder de 0,1 procent bleef, dus dit is onverklaarbaar. Van de geverfde monsters lijkt monster 11, blootgesteld aan gewone lucht, het meest verkleurd; een fractie meer dan monsters 7, 8 en 12. Hoewel deze verschillen minimaal zijn, werden ze door verschillende collega's onderschreven.<sup>76</sup>

Op vezelniveau werden met de stereomicroscopen geen verschillen geconstateerd tussen onverouderde en verouderde monsters. Met de elektronenmicroscop leken som-



10 Overzicht van de verouderde monsters na 24 dagen. Rechts de onverouderde monsters.

Foto: auteur.

mige vezels enigszins afgeplat, alsof ze zijn 'ingeklapt'. Hierin waren echter geen trends te zien, het werd aangetroffen bij monsters in gewone lucht en onder zuurstofarme condities, in geverfde en ongeverfde monsters.

Op basis van deze test lijkt een laag zuurstofniveau een positief effect te hebben bij hoge luchtvochtigheid: het beperkt kleurverlies en vergeling. Op grond van visuele evaluatiemethoden kan echter geen effect van zuurstof aangetoond worden op de conditie van de vezels.

Tabel 3 Resultaten verouderingstest

Mon- ster	Verouderings- condities		Kleur	Ge- wicht	Dimen- sies	Vervor- ming	Vezels	
	% RV	% O <sub>2</sub>					Uiterlijk vezels	EDX
1	100	21	Ernstig ver- geeld	+1 g	-1 mm (in bei- de rich- tingen)	Garens lopen niet meer recht	Glad, geen zichtbare scha- de. In enkele vezels wat on- regelmatighe- den (afschil- fering?). Wat vervuiling	N, O, C, Al <sup>77*</sup> , Na, Cl, Si, Cu
2	100	<0,1?	Ver- geeld, veel min- der dan nr 1	+1 g	-1 mm (in bei- de rich- tingen)	Garens lopen niet meer recht, minder dan nr 1	Glad, schoon, geen zichtbare schade	N, O, C, Al, Na, Si
3	100	21	Veel kleur- verlies	+1 g	-0,5 mm (in de breed- te)	Garens lopen niet meer recht	Glad, geen zichtbare scha- de. Delen zijn wat vuiler	N, O, C, Al, Na, Si, S
4	100	<0,1?	Kleur- verlies, veel min- der dan nr 3	+1 g	n.v.	Garens lopen niet meer recht, minder dan nr 3	Glad, geen zichtbare scha- de. Sommige vezels lijken enigszins afge- plat, ingeklapt. Enkele vuil- deeltjes	N, O, C, Al, Na, Cl, S
5	0	21	Gelig	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, schoon, geen zichtbare schade. Som- mige vezels lij- ken ingeklapt	N, O, C, Al, Na, Si, S



Monster	Verouderingscondities		Kleur	Gewicht	Dimensies	Vervorming	Vezels	
6	0	>0,5	Gelig, iets minder dan nr 5	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, geen zichtbare schade. Sommige vezels lijken ingeklapt. Enkele vuildeeltjes	N, O, C, Al, Na
7	0	21	lets grauw	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, schoon, geen zichtbare schade	N, O, C, Al, Cl
8	0	>0,5	lets grauw	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, schoon, geen zichtbare schade. Enkele vezels lijken ingeklapt	N, O, C, Al
9	60?	21	Gelig	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, geen zichtbare schade. Enkele vuildeeltjes	N, O, C, Al, Na, Cl, S, Cu
10	60?	<0,1	Gelig, iets geler dan nr 9	n.v.	n.v.	n.v.	Glad, geen zichtbare schade. Vuildeeltjes	N, O, C, Al, Na, Cl, Si, S
11	60?	21	lets grauw	-1 g	n.v.	n.v.	Glad, schoon, geen zichtbare schade. Enkele vezels lijken ingeklapt	N, O, C, Al
12	60?	<0,1	lets grauw, minder dan nr 11	n.v.	n.v.	n.v.	Glad, schoon, geen zichtbare schade. Enkele vezels lijken ingeklapt	N, O, C, Al

= geverfde monsters, n.v.= niet veranderd t.o.v. onverouderde monsters.

\* De verouderde monsters werden vergeleken met onverouderde monsters. Geëvalueerd met het blote oog, met een stereomicroscop met opvallend licht (Carl Zeiss OPMI 9-FC, vergroting 20x), een stereomicroscop met doorvallend licht (Leica DME, vergroting 100 en 200x) en een scannende elektronenmicroscop met Energie Dispersieve Analyse van Röntgenstraling (SEM-EDX, vergrotingen 350-1400x).

\*\* Aluminium kan afkomstig zijn van de beits en/of van de aluminium *stuf* van het SEM-apparaat.

## Samenvatting en conclusie

Over de rol van zuurstof bij de degradatie van zijde geeft dit onderzoek geen uitsluitend. Er kon alleen een effect van zuurstof worden geconstateerd op monsters die werden verouderd bij 100% RV: een zuurstofarme omgeving lijkt de negatieve effecten van vocht op kleurveranderingen te beperken. De monsters werden alleen visueel geëvalueerd. Bij vervolgonderzoek zal gekeken moeten worden naar alternatieve evaluatiemethodes, waarbij de conditie van de vezel beoordeeld kan worden door chemische analyse.<sup>78</sup> Daarvoor is specialistische kennis, apparatuur en referentiemateriaal nodig.

De testopzet met 100% RV veroorzaakte een aantal problemen waardoor onduidelijk is of het gewenste lage zuurstofgehalte is bereikt. De testopzet met 0% RV leek niet het zuurstofgehalte onder de 0,1 procent te behouden. Zakjes van barriërefolie bleken zuurstof door te laten en kunnen daarom alleen gebruikt worden in combinatie met zuurstofabsorbeerters, die de doordringende zuurstof blijven wegvangen. De testopzet met gestabiliseerde RV lijkt de meest veelbelovende opzet. Hier werd gedurende de hele testperiode het zuurstofniveau onder de 0,1 procent gehandhaafd. Effecten van de luchtvochtigheid op het verloop van de test en op de monsters worden hierbij uitgesloten waardoor de rol van zuurstof beter onderzocht kan worden. Bij het opzetten van vervolgtesten zou deze opzet de voorkeur hebben. Betrouwbare meetinstrumenten zijn hiervoor onontbeerlijk.<sup>79</sup> Het stabiliseren van de RV op een gewenst niveau is mogelijk door silicagel bij de gewenste temperatuur te preconditioneren, met behulp van verzadigde zoutoplossingen.<sup>80</sup>

Een hogere temperatuur toepassen is niet mogelijk omdat de benodigde materialen voor de test hiertegen niet bestand zijn. Wel kan het nuttig zijn de duur van de test te verlengen.

## Aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek is nog geen uitspraak te doen over de vraag of het zin heeft om de rode cape zuurstofvrij te presenteren en op te slaan. De vraag welk effect dit heeft op de conditie van zijde kon nog niet beantwoord worden. Wel zijn een aantal aanbevelingen te doen omtrent behandeling en presentatie van het object. Het object verkeert in een unieke originele staat met veel oorspronkelijke garens. Daarom is elke handeling die ingrijpt op het object zelf onwenselijk.

Voor het in vorm brengen en wegnemen van vouwen is het toedienen van vocht noodzakelijk. Dat is op dit moment uitgesloten, omdat onbekend is wat het effect hiervan is op de vezels. Er kan bekeken worden of het mogelijk is om los vuil (met name zand) te verwijderen zonder hierbij vezels mee te nemen. Gezien de fragiele staat van het object is het uitgesloten het object driedimensionaal als kostuum te presenteren. Om spanningen op het object te voorkomen zal het object vlak liggend gepresenteerd moeten worden, dit geeft de meeste ondersteuning.

Vocht is een zeer belangrijke degradatiefactor voor zijde en de RV moet daarom onder 50 procent gehouden worden. Om uitdroging van het object te voorkomen wordt meestal 30% RV als minimum aangehouden.<sup>81</sup> Daarnaast geldt: hoe lager de temperatuur, hoe langzamer chemische reacties verlopen. Een temperatuur van 10° C tot 15° C is ideaal.<sup>82</sup> Klimaatschommelingen moeten worden voorkomen en het object moet stofvrij gehouden worden. UV moet volledig worden uitgesloten en lichtniveaus moeten worden beperkt.

Het allerbelangrijkste voor de cape is waarschijnlijk om hantering te minimaliseren omdat hierbij nog altijd vezelverlies optreedt. Daarom zou de cape bij voorkeur in een vitrine moeten worden geplaatst die tegelijkertijd ook als opslag dient zodat het object niet meer gehanteerd hoeft te worden. Samen met vitrinebouwers zou bekeken kunnen worden of het mogelijk is om een vitrine te ontwerpen waarin de cape permanent opgeslagen wordt.<sup>83</sup> Mocht er in de toekomst gekozen worden voor zuurstofvrije opslag en presentatie dan moet onderzocht worden of de 'semi-actieve methode', die goedkoper is en nauwelijks tot geen onderhoud vergt, haalbaar is voor een groot object als de cape.

Bij elke keuze die uiteindelijk gemaakt wordt, zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de waarde van het object en de eventuele voor- en nadelen. Om een werkelijk gefundeerde afweging te maken is aanvullend onderzoek nodig naar de rol van zuurstof bij de degradatie van zijde.<sup>84</sup> Dit onderzoek is hiervoor een eerste aanzet.

## Verantwoording

Dit artikel is een bewerking van het afstudeerartikel dat Marijke de Bruijne in 2017 schreef in het kader van de Post-Master Conservering en Restauratie van Cultureel Erfgoed, specialisatie Textiel, aan de Universiteit van Amsterdam. Begeleiders: Emmy de Groot en Prof. dr. ing. Maarten van Bommel. Daarnaast worden de volgende mensen van harte bedankt voor hun medewerking: dr. Ana Serrano (onafhankelijk onderzoeker); dr. Ineke Joosten (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed); Henk van Keulen (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed); drs. Arent Vos (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed); dr. E.H.G. Epping (Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Texel); Melanie Braun en Jenny Tiramani (School of Historical Dress, Londen); Martin Veen (Provinciaal Archeologiedepot, Provincie Noord-Holland); Paulien Coopmans en Hanneke Kramer (Universiteit van Amsterdam), Sjoukje Telleman (Universiteit van Amsterdam); dr. ing. Iris Broersma (onafhankelijk adviseur), Christoph Waller (Long Life for Art), Jaap van der Burg (Helicon Conservation Support).

## Noten

- 1 *BZN17* verwijst naar de vindplaats: Burgzand Noord. Datering gebaseerd op de vondst van een Jacobsstaf met jaartal 1636 en dendrochronologisch onderzoek van het scheepshout. Voor meer informatie over scheepswrakken bij Texel en de *BZN17* zie: J. Opdebeeck en T. Coenen, *Verkennd onderzoek Burgzand Noord 17. Beschrijving van de werkzaamheden en de voorlopige resultaten van het onderzoek naar een scheepswrak in de Waddenzee* (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort 2015); A.D. Vos, 'Onderwaterarcheologie op de Rede van Texel. Waardstellende onderzoeken in de westelijke Waddenzee (Burgzand)', *Nederlandse Archeologische Rapporten* 041 (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Lelystad 2012); *De Archeologische Kroniek van Noord-Holland 2016*, 136-195. Te downloaden op <http://collectie.huisvanhilde.nl/pdf/kroniek2016.pdf> (bezocht 11 april 2018).
- 2 Huis van Hilde, Castricum.
- 3 De gehele textielcollectie werd bekeken en gedocumenteerd door Sjoukje Telleman en de auteur.
- 4 Onderkleding werd meestal gemaakt van cellulose, zoals katoen of linnen. Mogelijk was het milieu waarin de textiel zich bevond niet gunstig voor cellulose en zijn deze kledingstukken daardoor verloren gegaan.
- 5 Bijna de helft van alle objectgroepen bevatten metaalraad: ingeweven, geborduurd of in de vorm van aangenaade knopen, sluithaakjes of ringen. Tijdens het SEM onderzoek uitgevoerd op 4 april 2016 door Ineke Joosten van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), samen met Sjoukje Telleman en de auteur, werd in bijna alle onderzochte monsters zilver aangetroffen en in enkele gevallen goud.
- 6 Slechts enkele fragmentjes konden als wol worden geïdentificeerd.
- 7 Een literatuurverkenning naar textiel uit maritieme context werd eerder uitgevoerd door Marijke de Bruijne in 2016 [niet gepubliceerd]. Het aantal artikelen over uit zee opgedoken textiel is op één hand te tellen, simpelweg omdat er maar zelden textiel in scheepswrakken is gevonden. Meestal werden alleen kleine fragmentjes gevonden. De belangrijkste textielvondsten uit maritieme context zijn: de zeilen van de *Vasa*, gezonken in 1628 bij Stockholm; textielfragmenten van de Amerikaanse kaper *Defence*, gezonken in 1779; textielfragmenten van het Engelse oorlogsschip de *Mary Rose*, gezonken in 1545 bij Portsmouth; textiel gevonden op de *SS Central America*, gezonken in 1857 voor de kust van de Carolina's in Amerika en textiel gevonden in scheepswrakken bij Finland. Zie voor deze vondsten: Sven Bengtsson, 'Preservation of the *Wasa* Sails (1975)', in: Mary M. Brooks en Dinah D. Eastop (eds.), *Changing Views of Textile Conservation* (Getty Conservation Institute, Los Angeles 2011) 163-167 [oorspronkelijke uitgave artikel 1975]; R. Chen en K. Jakes, 'Cellulolytic Biodegradation of Cotton Fibers from a Deep-Ocean Environment', *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 40 no. 2 (2001) 91-103; E. Ehanti e.a. (eds.), *Lost at Sea, Rediscovered* (The Maritime Museum of Finland, Kotka 2012); Kenneth Morris en Betty L. Seifert, 'Conservation of leather and textiles from the *Defence*', *Journal of American Institute for Conservation*, vol. 18 no. 1 (1978) 33-43; M.L. Ryder, 'Wools from Textiles in the *Mary Rose*, a Sixteenth-Century English Warship', *Journal of Archaeological Science* 11 (1984) 337-343; R. Srinivasan en K.A. Jakes, 'Examination of Silk Fibers from a Deep Ocean Site: SEM, EDS, & DSC', *Material Research Society Proceedings* vol. 462 (Cambridge University Press 1996) 375-38; Krista Vajanto, 'Finnish shipwreck textiles from the 13th-18th centuries AD', *Monograph of the Archaeological Society of Finland (MASF)* 3 (2014).116-131.
- 8 Voor meer informatie over de gehele textielcollectie zie: Marijke de Bruijne en Sjoukje Telleman, 'Textielschat uit zee', *Jaarboek Kostuumvereniging 2016* [Overdruk in: *De Archeologische Kroniek van Noord-Holland 2016*, 167-176], Marijke de Bruijne en Sjoukje Telleman, 'Textielschat uit Zee', *Modemuze* (2016), [www.modemuze.nl](http://www.modemuze.nl) (bezocht 11 april 2018).
- 9 In de pers verschenen onmiddellijk speculaties over de eigenaresse van de kleding, maar deze conclusies bleken al snel voorbarig. Op het moment van schrijven is hier nog lang geen zekerheid over. Het onderzoek naar de herkomst van het schip is nog volop gaande.
- 10 M.-L.E. Florian, 'Deterioration of organic materials other than wood', in: Colin Pearson (ed.), *Conservation of marine archaeological objects* (New York 1987) 21-54, 22; Chen, a.w., 101.

- 11 Temperatuur circa 15° C, relatieve luchtvochtigheid 55 tot 60 procent. Informatie Martin Veen, depotbeheerder, e-mail 7 december 2016.
- 12 Johanna M. Diehl, A.J. de Graaf en Daniël de Jonghe, *Textiellexicon. Verklarend weeftechnisch woordenboek* (Textielcommissie Musea, Amsterdam 1991) 23.
- 13 Kleuronderzoek Ana Serrano, uitgevoerd bij de RCE, september 2016.
- 14 Aluminium (aluin) werd veel gebruikt als beits, tannine (ellaginezuur) om zijde te verzwaren.
- 15 Bijvoorbeeld inv.nr. T1592, een korte cirkelvormige rode cape van zijde fluweel uit 1560-1580 en inv.nr. T1725, een langere rode cape van wol uit 1650-1700, zie <http://objektkatalog.gnm.de> (bezoekt 8 oktober 2016).
- 16 Inv.nrs. BZN17-058 en BZN17-059.
- 17 Jutta Zander-Seidel (ed.), *In Mode: Kleider und Bilder aus Renaissance und Frühbarock. Tent.cat. Germanisches Nationalmuseum Nürnberg* (Nürnberg 2015) 15-16.
- 18 Sjoukje Colenbrander, *Zolang de weefkunst bloeit: zijdeverrijen in Amsterdam en Haarlem, 1585-1750*, Proefschrift. Instituut voor Cultuur en Geschiedenis (Universiteit van Amsterdam, Amsterdam 2010) 13.
- 19 Colenbrander, a.w., 136.
- 20 Colenbrander, a.w., 213.
- 21 Hier bevinden zich achttiende-eeuwse staaltjes van langpolig fluweel afkomstig uit Italië (Genua), Frankrijk en Nederland, zie <http://gallica.bnf.fr> (bezoekt 8 oktober 2016).
- 22 De jas in Claydon House was eigendom van Sir Francis Verney en wordt gedateerd tussen 1605 en 1615, inv.nr. NT1446623. Zie <http://www.nationaltrustcollections.org.uk> (bezoekt 20 oktober 2016).
- 23 Het jasje in het V&A wordt gedateerd tussen 1600 en 1625, inv.nr. 173-1869. Zie <http://collections.vam.ac.uk> (bezoekt 20 oktober 2016). Met dank aan Jenny Tiramani en Melanie Braun, School of Historical Dress, die me op het spoor brachten van deze twee kostuums.
- 24 Gedateerd ca. 1750, inv.nr. BK-NM-4463. Met dank aan Suzan Meijer, hoofd Restauratieatelier Textiel van het Rijksmuseum, die me hierop attendeerde.
- 25 Mogelijk bestond de buitenzijde uit plantaardige vezels en is deze vergaan; er zijn geen plantaardige vezels aangetroffen in de *BZN17*.
- 26 De zwarte afzettingen bevatten pyriet, silicium en zilversulfide. SEM-onderzoek Ana Serrano, september 2016.
- 27 Dit bleek tijdens bestudering van het object in november 2016.
- 28 Onderzoek Ineke Joosten, 4 april 2016.
- 29 Onderzoek Ana Serrano, september 2016.
- 30 Nieves Valentin, 'Preservation of Historic Materials by Using Inert Gases for Biodeterioration Control', in: Shin Maekawa (ed.), *Oxygen-Free Museum Cases* (Getty Conservation Institute, Los Angeles 1998) 17-29, 21.
- 31 Vincent L. Beltran, James Druzik en Shin Maekawa, 'Large-scale Assessment of Light-induced Color Change in Air and Anoxic Environments', *Studies in Conservation*, vol. 57 no. 1 (2012) 42-57; Andrew Lerwill e.a., 'Photochemical colour change for traditional watercolour pigments in low oxygen levels', *Studies in Conservation*, vol. 60 no. 1 (2015) 15-32; Sophie Rowe, 'The Effect of Insect Fumigation by Anoxia on Textiles Dyed with Prussian Blue', *Studies in Conservation*, vol. 49 no. 4 (2004) 259-270; Jacob Thomas e.a., 'Evaluation of Anoxic Environments for the Display and Storage of Works of Art on Paper', *9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem, 25-30 May 2008*, (2008).
- 32 Voor de cape niet relevant, maar veel textiel van de *BZN17* bevat metaal.
- 33 Beltran, a.w.; Lerwill, a.w.; Rowe, a.w.; Thomas, aangehaald werk.
- 34 Maekawa, a.w.; [http://www.archives.gov/exhibits/charters/charters\\_preservation\\_04.html](http://www.archives.gov/exhibits/charters/charters_preservation_04.html) (bezoekt 24 oktober 2016).
- 35 Jerry Shiner, 'Trends in Microclimate control of Museum Display Cases', in: T. Padfield en K. Borchersen (eds.), *Museum Microclimates* (National Museum of Denmark 2007) 267-275, 274.
- 36 Johanna Nilsson en Sofia Nestor, 'Fragments of Queen Kristina's Burial Costume, Preservation and Documentation of Materials, Textile Techniques and Dyestuffs', *Preprint NATCC North American Textile Conservation Conference, 'Facing Impermanence, Exploring Preventive Conservation for Textiles'* (Washington 2007).
- 37 Anouk Verbeek, 'Lang leve latex. Onderzoek naar de mogelijkheden voor het zuurstofvrij verpakken van latex kunstwerken van groot formaat binnen de moderne en hedendaagse kunst'. (Universiteit van Amsterdam, Amsterdam 2015) 11 [niet gepubliceerd].
- 38 Het Getty Institute ontwierp vitrines waarin het zuurstofniveau na tien jaar nog minder dan twee procent was. Maekawa, a.w., 32; Rowe, a.w., 259.

- 39 Dominika Pawcenis e.a., 'Evaluating the impact of different exogenous factors on silk textiles deterioration with use of size exclusion chromatography', *Applied Physics A* 122-576 (2016) 1-11, 2.
- 40 Dit wordt vaak aangenomen omdat kleuren verbleken onder invloed van licht. Kleurverandering is echter geen goede indicator voor de conditie van de vezel. Kathryn Hallett en David Howell, 'Size exclusion chromatography of silk: inferring the tensile strength and assessing the condition of historic tapestries', *ICOM Committee for Conservation, 14th Triennial Meeting, The Hague: Preprints*, vol. II (London 2005) 911-919, 914-915. Uit onderzoek van Naomi Luxford in 2009 bleek zichtbaar licht de vezels niet wezenlijk aan te tasten. Zie: Naomi Luxford, *Reducing the Risk of Open Display: Optimising the Preventive Conservation of Historic Silks*, PhD University of Southampton, (Southampton 2009). Gedownload op 26 april 2016 van <http://eprints.soton.ac.uk/162153/>; ook beschikbaar op: <http://www.english-heritage.org.uk/content/learn/conservation/2543455/2543024/luxford-thesis.pdf>. UV straling is wel zeer schadelijk.
- 41 De volgende onderzoeken wijzen RV aan als belangrijkste degradatiefactor voor zijde: Jeongjin Kim, Xiaomei Zhang en Paul Wyeth, 'The inherent Acidic characteristic of aged silk', *E-PreservationScience*, vol. 5 (Morana RTD 2008) 41-46; Luxford, Reducing the Risk; Naomi Luxford, D. Thickett en P. Wyeth, 'Preserving silk: Reassessing deterioration factors for historic silk artefacts', in: C.A. Wilson, R.M. Laing (eds.), *Natural fibres in Australasia: Proceedings of the combined (NZ and AUS) conference of The Textile Institute, Dunedin 15-17 April 2009* (Dunedin New Zealand 2009) 151-156; Marianne Odlyha e.a., 'Monitoring of damage to historic tapestries: the application of dynamic mechanical thermal analysis to model and historic tapestries', in: Rob Janaway en Paul Wyeth (eds.), *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation, Postprints, First Annual Conference AHRC 2004* (Research Centre for Textile Conservation and Textile Studies, London 2005) 126-134; Pawcenis, aangehaald werk.
- 42 Hansen en Sobel geven als waarde 'onder 50 procent'. E.F. Hansen en H. Sobel, 'The deterioration and preservation of silk', *The Textile Specialty Group Postprints, American Institute for Conservation, 20th Annual Meeting, Buffalo* (New York 1992) 14-30; Luxford, Reducing the Risk: tussen 30 en 40 procent, Maekawa, a.w.: 45 procent.
- 43 Luxford, Reducing the Risk, 262.
- 44 Florian, Deterioration of organic materials, 47; Srinivasan, a.w., 375.
- 45 M-L.E. Florian, 'The underwater environment', in: Colin Pearson (ed.), *Conservation of Marine Archaeological Objects* (New York 1987) 1-20.
- 46 Het wrak werd gevonden op 2-4 meter diepte; waarschijnlijk lag het nooit dieper dan 5-7 meter. Informatie Arent Vos, RCE.
- 47 Eric Epping, microbioloog/geochemicus, Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), e-mail 22 december 2016.
- 48 Gebaseerd op Pawcenis, aangehaald werk.
- 49 Informatie Eric Epping, NIOZ, e-mail 22 december 2016.
- 50 Voor de afbraak van kleurstoffen met ringstructuren, zoals meekrap en cochenille, is een bacterieel di-oxygenase enzym nodig dat zuurstof behoefte. Eric Epping, NIOZ, e-mail 22 december 2016.
- 51 Beltran, a.w.; Lerwill, a.w.; Rowe, a.w.; Thomas, aangehaald werk.
- 52 Kim, a.w., 45.
- 53 Hansen, aangehaald werk.
- 54 Nilsson, aangehaald werk.
- 55 Thomas, a.w., 1.
- 56 Naomi Luxford en David Thickett, 'Designing accelerated ageing experiments to study silk deterioration in historic houses', *Journal of the Institute of Conservation*, vol. 34 no. 1 (2011) 115-127, 115. Zie ook: Francisco Vilaplana e.a., 'Analytical markers for silk degradation: comparing historic silk and silk artificially aged in different environments', *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 407 (2015) 1433-1449. Hierin wordt het belang onderschreven van verouderingstesten om meer inzicht te krijgen in degradatiemechanismes.
- 57 Vilaplana, a.w., 1433.
- 58 Luxford, Designing accelerated ageing experiments, 126.
- 59 Kim, aangehaald werk.
- 60 <http://www.whaleys-bradford.ltd.uk> (bezoekt 9 november 2016).
- 61 Het verven werd uitgevoerd door Ana Serrano, het verfrepte is exp. 44 uit haar PhD thesis, Serrano 2016.
- 62 Memmert Oven, Type ULE 500, opleiding C&R UvA (keramiek).
- 63 Een zijden monster dat drie weken wordt verouderd op 80° C komt overeen met drie jaar bij

- 20° C. Luxford, Designing accelerated ageing experiments, 120.
- 64 Kim a.w.: 100° C gedurende twintig dagen. Pawcenis, a.w.: 90° C tot 35 dagen. Vilaplana, a.w.: 60° C en 125° C tot 56 dagen. Hansen en Ginell deden in 1989 testen bij 90° C graden gedurende 17 dagen, zie Hansen, aangehaald werk.
- 65 Zie noot 42.
- 66 Hygrometers van <http://humidorigigant.nl> (bezocht 9 november 2016).
- 67 Shin Maekawa en Kerstin Elert, *The Use of Oxygen-free Environments in the Control of Museum Insect Pests* (Getty Conservation Institute, Los Angeles 2003) 43. Het getal 100 betekent dat per zakje 100 ml. zuurstof aan de lucht wordt onttrokken. Circa twintig procent van de lucht bestaat uit zuurstof, dus één zakje voldoet voor 500 milliliter. Zie ook de brochure van Mitsubishi Gas Chemical Company, *Oxygen Absorber Ageless* (2011): [ageless.mgc-a.com/AGELESS%20brochure.pdf](http://ageless.mgc-a.com/AGELESS%20brochure.pdf) (bezocht 3 november 2016).
- 68 De reactie is exotherm, hierbij komen warmte (42° C) en water vrij. ATCO zorgt bij kamertemperatuur voor 68% RV.
- 69 Met dank aan Henk van Keulen (RCE).
- 70 Aluminiumfolie A30T en transparante Escalfolie, 20x14 cm. De werkzaamheid van deze zakjes wordt gegarandeerd tot 80° C. Zakjes, clips, zuurstofabsorbers, zuurstofindicatoren en silicagel van Long Life for Art, <http://www.cwallier.de> (bezocht 3 november 2016).
- 71 Sealapparaat van de RCE. Voordeel van clips is dat geen kostbaar sealapparaat nodig is en dat de zakjes zijn te heropenen en -sluiten.
- 72 Door de leverancier.
- 73 SEM-onderzoek Ana Serrano, uitgevoerd bij de RCE.
- 74 Kim, Zhang en Wyeth (a.w.) werken in hun test met 0% zuurstof en 100% RV ook met Ageless Eye. Zij maken geen melding van een dergelijke aantasting.
- 75 De garenstelsels liepen niet meer recht.
- 76 Sjoukje Telleman, Nikè Haverkamp en Michelle Vergeer, restauratoren in opleiding van de UvA van resp. textiel, glas & keramiek en schilderijen, wezen onafhankelijk van elkaar monsters 10 en 11 aan als meest verkleurd (na monsters 1 t/m 4).
- 77 Aluminium kan afkomstig zijn van de beits en/of van de aluminium *stub* van het SEM-apparaat.
- 78 Bijvoorbeeld aminozuuranalyse. De monsters uit de test worden nog geëvalueerd met Multi Spectrale Imaging.
- 79 Met dataloggers zonder display (Christoph Waller, Long Life for Art, e-mail 28 oktober 2016) , USB stick loggers (Jaap van der Burg, Helicon Conservation Support, e-mail 16 november 2016) of met ibutton DS1923 (Tjerk Hacquebord, [www.ibuttonshop.nl](http://www.ibuttonshop.nl), e-mail 14 november 2016).
- 80 David W. Grattan, 'Degradation Rates for Some Historic Polymers and the Potential of Various Conservation Measures for Minimizing Oxidative Degradation', in: David W. Grattan (ed.), *Saving the Twentieth Century. The Conservation of Modern Material. Proceedings of a Conference Symposium, 15 to 20 September 1991, Ottawa, Canada* (Canadian Conservation Institute, Ottawa 1993) 351-361, 354. Van de meeste zoutoplossingen zijn geen data beschikbaar op hogere temperatuur. Mogelijk geschikt: kaliumcarbonaat  $K_2CO_3$ ; magnesiumnitraat  $Mg(NO_3)_2$ . Lewis Greenspan 'Humidity Fixed Points of Binary Saturated Aqueous Solutions', *Journal of Research of the National Bureau of Standards - A. Physics and Chemistry* vol. 81A no. 1 (1977) 89-96.
- 81 Luxford, Reducing the Risk; Maekawa, a.w., 265.
- 82 Pawcenis, a.w., 2; Maekawa, a.w., 3.
- 83 Bijvoorbeeld Keepsafe Microclimate Systems, <http://keepsafe.ca> (bezocht 8 december 2016). In Nederland kan Helicon Conservation Support adviseren: [www.helicon-cs.com](http://www.helicon-cs.com) (bezocht 16 november 2016).
- 84 Ana Serrano heeft het onderzoek naar de rol van zuurstof bij de degradatie van zijde voortgezet. De resultaten daarvan moeten nog gepubliceerd worden.



## studies in textiel

*Zijde.* Zijde wordt al eeuwen in Europa gemaakt en verhandeld, maar de oorsprong ligt in China en Japan. *Canton Mud Silk* is een goed voorbeeld van een traditionele, niet-Westerse techniek voor het vervaardigen van zijde. Bij het maken en verhandelen van zijde gaan enorme bedragen om wat van oudsher leidt tot gesjoemel en bedrog. Biodiversiteit, de zorg voor ecosystemen en het opzetten van nijverheid in ontwikkelingslanden krijgen veel belangstelling. Recent komt ook meer aandacht voor de negatieve aspecten van de zijdeproductie op maatschappij en milieu. Kunstzijde was het eerste alternatief voor echte zijde. Wordt spinnenzijde het tweede?

