

Houtonderzoek en beoordelingsmethodiek Bruine Vloot

TNO 2024 R10558A – 5 juli 2024

Houtonderzoek en beoordelingsmethodiek Bruine Vloot

Auteurs	J.D. de Jong G. Buitenhuis
Rubricering rapport	TNO Intern
Titel	TNO Intern
Rapporttekst	TNO Intern
Aantal pagina's	41 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	0
Aantal kopieën	Inspectie Leefomgeving en Transport - Scheepvaart
Aantal kopieën	Houtonderzoek en beoordelingsmethodiek Bruine Vloot
Aantal kopieën	060.56208

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Opdracht	5
3 Onderzoek naar de bezaan giek van de Poolster	7
3.1 Bepalen houtvochtgehalte	7
3.2 Visuele beoordeling in het laboratorium	8
3.3 Beantwoording vragen	11
4 Onderzoek naar de mast van de Eenhoorn	13
4.1 Houtvochtgehalte	14
4.2 Beoordeling mast in opslag Avenhorn	14
4.2.1 Visuele beoordeling zaagvlakken van de mast	15
4.2.2 Visuele beoordeling staalwerk boven in de mast	17
4.3 Visuele beoordeling in het laboratorium	18
4.4 Bepalen houtvochtgehalte schijven	21
4.5 Conclusies	21
5 Kader voor beoordelen van houten masten en gieken	22
5.1 Bestaande richtlijnen	22
5.1.1 ILT Instructie nummer 5	22
5.1.2 ES-TRIN	22
5.1.3 Branchenorm	23
5.2 Uitvoeringsrichtlijn voor beoordeling houten masten en rondhouten	23
5.2.1 Algemene aspecten	24
5.2.2 Taken van de verschillende partijen	25
5.2.3 Beoordelingscriteria	26
5.2.4 Beoordelingsmethoden per onderdeel	28
5.2.5 Inspectiechecklijst	36
5.3 Zijn onderstaande vragen betrokken in de uitvoeringsrichtlijn?	37
6 Aanbevelingen	40
7 Ondertekening	41

1 Inleiding

Naar aanleiding van een aantal recente gevallen van breuken en/of scheuren in masten/gieken van de Bruine Vloot (traditionele zeilschepen) is van het Ministerie van I&W - Inspectie Leefomgeving en Transport – Scheepvaart, de opdracht ontvangen om onderzoek te doen naar de houtkwaliteit van rondhouten en het opstellen van een beoordelingsmethodiek voor de Bruine Vloot.

De doelstellingen van dit project zijn:

- Te komen tot een helder normenkader met beoordelingscriteria ten behoeve van inspectie van masten en gieken die deel uitmaken van de Bruine Vloot.
- Daaraan gerelateerd: de huidige keuringsmethodiek (kloppen / prikken, etc.) te beoordelen en eventuele alternatieven voor te stellen.
- De sector te informeren hoe de veiligheid van masten en gieken kan worden gewaarborgd dan wel vergroot.

De werkzaamheden behelzen onderzoek aan aangeleverde houtmonsters, het bezoeken en beoordelen van enkele objecten, het beantwoorden van specifieke onderzoeksvragen en het verzorgen van voorlichting aan inspecteurs en aan de sector.

2 Opdracht

Het onderzoek is opgesplitst in vier onderdelen, die deels parallel zijn uitgevoerd:

A. Onderzoek brokstukken van de gebroken bezaan giek van de Poolster, aangeleverd op 3 november 2022, ter beantwoording van de volgende vragen:

1. Is het patroon van het breukvlak zoals verwacht kan worden in geval van breuk?
2. Wat is het soortelijk gewicht van het brokstuk van de giek van de Poolster? Deze vraag heeft als aanleiding dat de aangeleverde delen in gewicht lijken te verschillen.
3. Omdat de jaarringen breed zijn (snelgroeiend): was dit hout in de basis goed genoeg voor het betreffende doeleinde?
4. De kern van de boom lijkt niet overal gelijk door de giek te lopen. Is hier een onjuist deel van de boom gebruikt? Heeft dat invloed op de sterkte?
5. Zijn er oorzaken van de breuk die aan de conditie van het hout toegerekend kunnen worden? Zo ja, welke?

Dit onderdeel van het onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 3.

B. Bezoeken van drie objecten, steeds in overleg met de opdrachtgever. Daarbij beoordelen van masten/gieken en waar mogelijk oorzaak/oorzaken van de breuk bepalen:

- a. Giek met scheuren en beginnende rot aan boord van de Hollandia (deze is recent goedgekeurd).
- b. Nader te bepalen object: een breuk die zich op korte termijn voordoet, evt. een mast die bij mastenmaker ligt.
- c. Nader te bepalen object (nog aan te dragen).
Het oorspronkelijke plan was om de giek van de Hollandia te beoordelen en twee nader te bepalen objecten. Van de giek van de Hollandia is geen informatie en/of monstermateriaal ontvangen, waardoor die niet is onderzocht. Verder is slechts één ander object beschikbaar gesteld en onderzocht en dat is de mast van de Eenhoorn.

Dit onderdeel van het onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 4.

C. Opstellen van een kader voor het beoordelen van houten masten en gieken. Dit gebeurt op basis van de bevindingen van de bovengenoemde onderzoeken, rekening houdend met bestaande richtlijnen. Het kader wordt in conceptversie één of twee keer voorgelegd aan en besproken met personen die het toekomstige kader in de praktijk gaan hanteren (te benaderen via de opdrachtgever). Hierbij worden de volgende vragen betrokken:

1. Welke houtsoorten zijn geschikt voor masten en rondhouten? Zijn die voldoende vrij van knoesten en spint? Wat kan de technische levensduur zijn bij gangbaar goed onderhoud?
2. Welke belastingen zijn toelaatbaar voor de gangbare sterkte van de mast/giek?
3. Is het hout vóór verwerking tot mast / rondhout op de juiste manier gewaterd en gedroogd?
4. Waarmee is de mast/giek behandeld (blanke lak, olie of iets anders)?
5. Tot welke windkracht kan het schip met deze mast/giek zeilen?

6. Hoe is de vochtuithouding, oftewel: wat is het houtvochtgehalte op cruciale plaatsen en wat zijn de vochtbronnen die dat kunnen beïnvloeden? Dit in het bijzonder op plaatsen waar inwatering kan plaatsvinden.
7. In hoeverre kan aantasting van het hout zoals degradatie, houtrot of schimmel opgemerkt worden tijdens onderhoud of visuele inspectie?
8. Zijn er breuken of scheuren? Wat is daarvan de relatie met uitgevoerd regulier onderhoud en reparaties? In geval van reparatie, is die naar behoren uitgevoerd?
9. In geval van scheuren: wat is de reststerkte van het beschadigde hout? In welke mate is een windscheur nog acceptabel? Zo niet, is reparatie nodig of moet het element vervangen worden?
10. j. Wat zijn de belangrijkste aandachtspunten voor veilige toepassing van hout in de bruine vloot?

Dit onderdeel van het onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 5.

**D. Rapporteren van de bevindingen en het kader (activiteiten A, B en C).
Presenteren van de onderzoeksresultaten en het kader aan de ILT en de keuringsinstanties en aan de sector in brede zin.**

Op 7 december 2023 is de concept uitvoeringsrichtlijn houten masten en rondhouten d.d. 19 november 2023 besproken met de ILT en de keuringsinstanties. Het gesprek en de uitkomst van het gesprek is niet in dit rapport opgenomen.

3 Onderzoek naar de bezaan giek van de Poolster

De bezaan giek van de Poolster is gebroken tijdens een zeilrace. Delen van de giek, waaronder de delen waarin de breuk plaats heeft gevonden, zijn op 3 november 2022 afgeleverd bij TNO in Delft. Bij binnenkomst is van schijven, aan beide zijden van de breuk, het houtvochtgehalte bepaald en is de breuk visueel beoordeeld.

3.1 Bepalen houtvochtgehalte

Aan beide zijden van de breuk zijn schijven (schijf B en schijf E, zie figuur 3.1 en 3.2) uit de bezaan giek gezaagd. De schijven zijn, door de scheurvorming in de giek, in meerdere delen uiteen gevallen (deel 1 t/m deel 4). Van de delen van de schijven is in het laboratorium van TNO het houtvochtgehalte bepaald door middel van wegen en drogen. In tabel 3.1 zijn de berekende houtvochtgehalten weergegeven.



Figuur 3.1: Schijf B



Figuur 3.2: Schijf E

Tabel 3.1: Meetresultaten en berekening van het houtvochtgehalte

Positie schijf	Gewicht schijf direct na zagen	Gewicht schijf na drogen	Berekend houtvochtgehalte
Schijf B, deel 1	77,6 g	67,3 g	15,3 %
Schijf B, deel 2	94,0 g	82,4 g	14,1 %
Schijf B, deel 3	40,7 g	33,7 g	20,8 %
Schijf B, deel 4	65,5 g	56,8 g	15,3 %
Schijf E, deel 1	114,5 g	95,9 g	19,4 %
Schijf E, deel 2	165,7 g	140,4 g	18,0 %
Schijf E, deel 4	60,5 g	50,1 g	20,8 %
Schijf E, deel 4	61,5 g	50,9 g	20,8 %

3.2 Visuele beoordeling in het laboratorium

In het laboratorium zijn de twee delen van de breuk in elkaar gelegd en vervolgens stukje voor stukje weer uit elkaar gehaald. De breukvlakken zijn beoordeeld, Figuur 3.3 t/m 3.12.



Figuur 3.3: De giek is buiten het hart van de boom gezaagd.



Figuur 3.4: Rechterzijde van de breuk (D)



Figuur 3.5: Linkerzijde van de breuk (C)



Figuur 3.6: Breuk in de waarschijnlijke bovenzijde van de giek



Figuur 3.7: Breuk in de waarschijnlijke onderzijde van de giek



Figuur 3.8: Losse kwast aan de rechterzijde van de breuk (D)



Figuur 3.9: Losse kwast aan de linkerzijde van de breuk (C)



Figuur 3.10: Kwasten aan de onderzijde van de giek



Figuur 3.11: Afstand tussen de kwasten





Figuur 3.12: Doorsneden van de kwasten in de bezaan giek

Er is visueel geen houtaantasting waargenomen.

In het breukvlak bevinden zich twee losse kwasten, die doorgaan/doorsteken van de bovenzijde naar de onderzijde. Aan de onderzijde zijn de kwasten nog vergroeid met de rest van het omringende hout. De twee van boven naar onder doorlopende kwasten zijn een verzwakking in de bezaan giek, waardoor de giek niet in staat was om de belasting tijdens de zeilrace op te nemen.

3.3 Beantwoording vragen

Vraag 1: Is het patroon van het breukvlak zoals verwacht kan worden in geval van breuk?

Het breukvlak loopt langs de doorgaande kwasten. Omdat die een verzwakking vormen in de giek, is dit breukvlak voor de betreffende doorsnede zoals verwacht. Buiten de kwasten zijn er in de breuk geen onvolkomenheden aangetroffen.

Vraag 2: Wat is het soortelijk gewicht van het breukstuk van de giek van de Poolster?

Deze vraag heeft als aanleiding dat de aangeleverde delen in soortelijk gewicht lijken te verschillen. Echter, soortelijk gewicht is niet gemeten, omdat dat geen rol speelt, aangezien er geen aantasting is waargenomen in het breukvlak.

Vraag 3: Omdat de jaarringen breed zijn (snelgroeiend): was dit hout in de basis goed genoeg voor het betreffende doeleinde?

Aan de hartzijde van de bezaan giek zijn de groeiringen wat groter dan aan de bastzijde. De groeiringen van de brokstukken van de gebroken bezaan giek van de Poolster zijn gemeten. Er is een gemiddelde groeiringsbreedte gemeten van 4 mm (aan de hartzijde gemiddeld 5 mm, aan de bastzijde gemiddeld 3 mm). Gerelateerd aan kwaliteitseisen voor de houtsoort Oregon Pine (NEN 5470), is een gemiddelde groeiringsbreedte van 4 mm toelaatbaar in de hoogste kwaliteitsklasse (A).

Vraag 4: De kern van de boom lijkt niet overal gelijk door de giek te lopen. Is hier een onjuist deel van de boom gebruikt? Heeft dat invloed op de sterkte?

In de brokstukken van de gebroken bezaan giek van de Poolster is geen kern (hart) aangetroffen. De bezaan giek is buiten het hart gezaagd waardoor er doorgaande (grote) kwasten in het hout voorkomen.

Er is geen onjuist deel van de boom gebruikt. De ES-TRIN staat toe dat een deel buiten het hart gebruikt wordt. Het gaat niet om wel/niet gebruik van de kern, maar om sterkte. Het is het kwastenaandeel dat invloed gehad heeft op de sterkte.

Vraag 5: Zijn er oorzaken van de breuk die aan de conditie van het hout toegerekend kunnen worden? Zo ja, welke?

In de brokstukken van de gebroken bezaan giek van de Poolster is geen houtaantasting waargenomen. Zoals eerder omschreven bevinden zich in het breukvlak twee doorgaande kwasten. De aan de bovenzijde zichtbare kwasten zijn losgeraakt van het omringende hout van de bezaan giek. De aan de onderzijde zichtbare kwasten zitten het dichtst bij het hart van de stam en zijn vergroeid met het omringende hout. De twee kort op elkaar zittende kwasten verzwakken de bezaan giek.

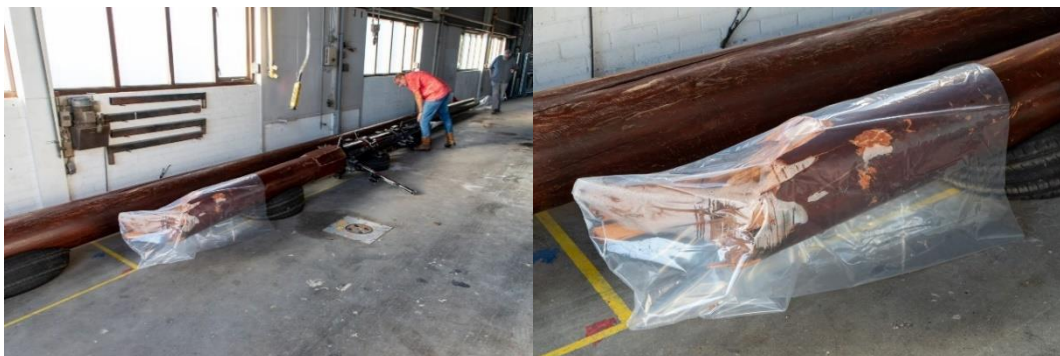
4 Onderzoek naar de mast van de Eenhoorn

Op 6 september 2023 hebben de heren De Jong en Buitenhuis van TNO de mast van de Eenhoorn beoordeeld. Deze mast is op donderdag 31 augustus 2023 op het IJsselmeer gebroken, in Enkhuizen geborgen en opgeslagen bij de firma Schoenmaker en Zn B.V. in Avenhorn. In de opslag in Avenhorn zijn beide delen van de breuk in plastic aangetroffen (Figuur 4.1). Aan de binnenzijde van het plastic was condens zichtbaar.

De breuk van de mast heeft plaatsgevonden op ca. 16,3 meter hoogte, gerekend vanaf de mastbout.

De breuk van de beide mastdelen is schoon. In het breukvlak is geen houtaantasting waargenomen (Figuur 4.2).

Het grootste gedeelte van de breuk is een korte breuk. Alleen aan een klein gedeelte van de omkant van de mast zijn uitstekende delen aangetroffen.



Figuur 4.1: In plastic verpakte mastdelen met breuken.



Figuur 4.2: De breuk van de beide mastdelen.

4.1 Houtvochtgehalte

De mast is opgemeten en iedere meter is het houtvochtgehalte van de mast gemeten (Tabel 4.1). Daarvoor is een elektrische houtvochtmeter met geïsoleerde meetpennen gebruikt, op een diepte van ca. 4 cm en ingesteld op de houtsoort Douglas.

Tabel 4.1: Gemeten houtvochtgehalten, één bepaling per meter mast. In rood de posities waartussen de breuk zich bevond.

Meetpunt (hoogte)	Vocht gehalte	Meetpunt (hoogte)	Vocht gehalte	Meetpunt (hoogte)	Vocht gehalte	Meetpunt (hoogte)	Vocht gehalte
1 m	20,2 %	7 m	21,5 %	13 m	21,0 %	19 m	22,4 %
2 m	22,5 %	8 m	21,5 %	14 m	20,8 %	20 m	23,7 %
3 m	21,9 %	9 m	21,8 %	15 m	21,8 %	21 m	21,5 %
4 m	21,7 %	10 m	20,9 %	16 m	21,5 %	22 m	18,5 %
5 m	21,3 %	11 m	21,6 %	17 m	21,4 %	23 m	18,7 %
6 m	21,3 %	12 m	21,1 %	18 m	21,1 %		

De metingen laten over de lengte van de mast geen grote schommelingen van het houtvochtgehalte zien.

4.2 Beoordeling mast in opslag Avenhorn

Op verzoek van TNO zijn, op de onderstaande plaatsen, schijven uit de mast gezaagd:

- Net onder de mastbout; de hoogte van het mastboutgat is gedefinieerd als 0 m hoogte (Figuur 4.3)
- Op 4 m hoogte
- Op 8 m hoogte (Figuur 4.4)
- Op 13,5 m hoogte (Figuur 4.5)
- Net onder de breuk op 15,8 m hoogte (Figuur 4.6)
- Door de breuk van het onderste gedeelte van de mast op 16,15 m hoogte (Figuur 4.7)
- Door de breuk van het bovenste gedeelte van de mast op 16,41 m hoogte (Figuur 4.8)
- Net boven de breuk op 16,60 m hoogte (Figuur 4.9)
- Door de hommer, op ca. 30 cm boven de onderzijde van de hommer op 18,9 m hoogte (Figuur 4.10)

De uit de mast gezaagde onderdelen zijn door TNO meegenomen voor een verdere visuele beoordeling in het TNO laboratorium in Delft.

4.2.1 Visuele beoordeling zaagvlakken van de mast



Figuur 4.3: Net onder het mastboutgat



Figuur 4.4: Op 8 meter hoogte



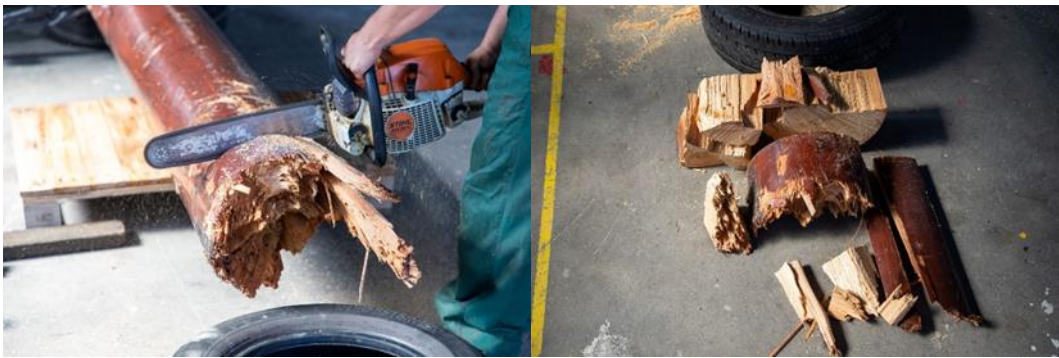
Figuur 4.5: Op 13,5 meter hoogte



Figuur 4.6: Net onder de breuk op 15,8 meter



Figuur 4.7: Door de breuk van het onderste gedeelte van de mast op 16,15 meter



Figuur 4.8: Door de breuk van het bovenste gedeelte van de mast op 16,41 meter



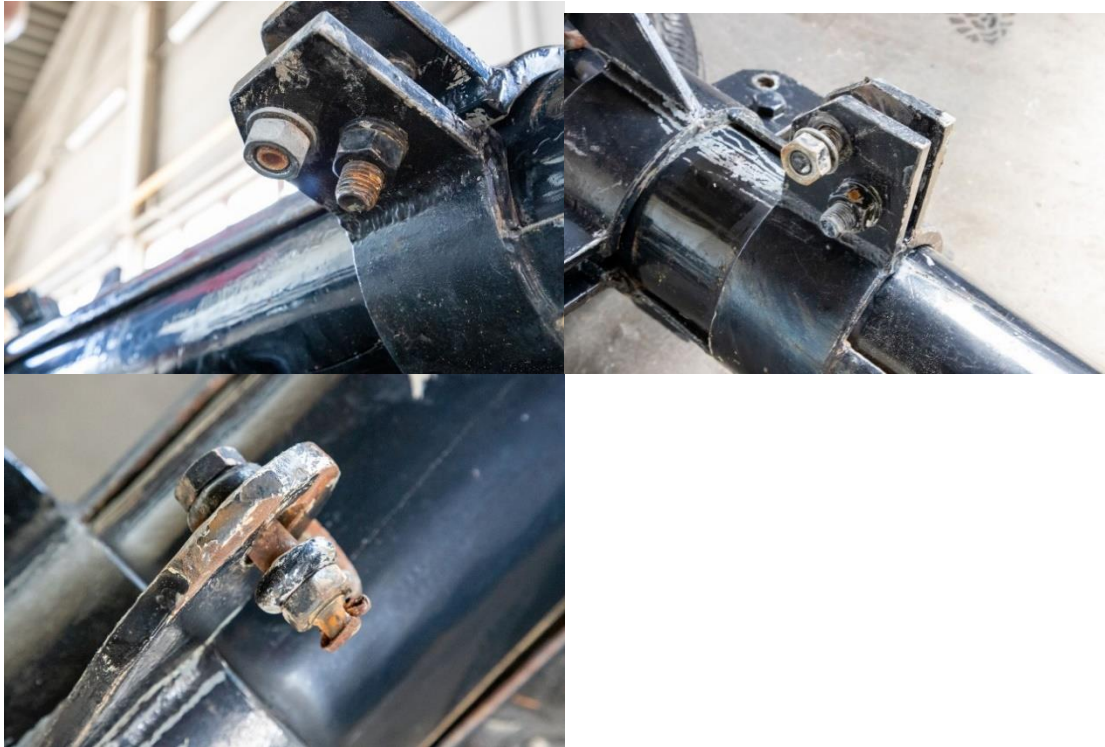
Figuur 4.9: Net boven de breuk op 16,60 meter



Figuur 4.10: Door de hommer, op ca. 30 cm boven de onderzijde van de hommer op 18,9 meter

4.2.2 Visuele beoordeling staalwerk boven in de mast

Bij de visuele beoordeling van het staalwerk is geconstateerd dat een groot deel van de bouten niet geborgd is (Figuur 4.11). Ook is gezien dat een deel van het staalwerk bovenin de mast is verbogen (Figuur 4.12).



Figuur 4.11: Niet-geborgde bouten (boven); op de onderste foto is de bout wel geborgd



Figuur 4.12: Verbogen staalwerk bovenin de mast

4.3 Visuele beoordeling in het laboratorium

In het laboratorium zijn de twee delen van de breuk in elkaar gelegd en vervolgens stukje voor stukje weer uit elkaar gehaald. De breukvlakken zijn beoordeeld, Figuur 4.13 t/m 4.16.



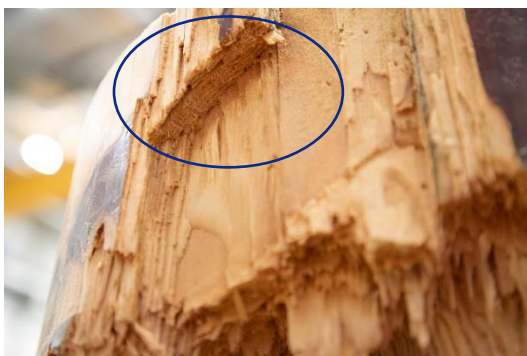
Figuur 4.13: Breuk mast in elkaar gelegd



Figuur 4.14: Breuk ontleed



Figuur 4.15: Onvolkomenheden in de breuk – kwast



Figuur 4.16: Onvolkomenheden in de breuk – fractuur loodrecht op de houtnerf

Er is bij de visuele beoordeling geen houtaantasting waargenomen. Aan de voorzijde van de mast bevindt zich een kwast met een diameter van 4 cm. De breuk komt vanuit de groei-verstoring onder de kwast. Net naast de kwast bevindt zich een fractuur loodrecht op de houtnerf, waarvan de oorzaak/herkomst niet te achterhalen is.

4.4 Bepalen houtvochtgehalte schijven

Van de schijven die uit de mast zijn gezaagd, is in het laboratorium het houtvochtgehalte bepaald door middel van wegen en drogen. Onderstaande tabel geeft de resultaten.

Tabel 4.2: In het laboratorium bepaald houtvochtgehalte door middel van wegen en drogen. In rood de posities waartussen de breuk zich bevond.

Positie schijf	Gewicht schijf direct na zagen	Gewicht schijf na drogen	Berekend houtvochtgehalte
Onder de mastbout	3505 g	2960 g	18,4 %
Op 4 m hoogte	2165 g	1819 g	19,0 %
Op 8 m hoogte	2748 g	2308 g	19,1 %
Op 13,5 m hoogte	2414 g	2022 g	19,4 %
Net onder de breuk op 15 m hoogte	1979 g	1621 g	22,1 %
Net boven de breuk op 16,6 m hoogte	2195 g	1832 g	19,8 %
Op 18,3 m hoogte (net onder de hommer)	2176g	1813 g	20,0 %
Op 18,9 m hoogte (onderzijde hommer)	1830 g	1555 g	17,7 %

De houtvochtgehalten op de verschillende plaatsen van de mast komen redelijk met elkaar overeen. Net onder de breuk is het houtvochtgehalte iets verhoogd, mogelijk veroorzaakt door de windscheuren in de mast boven de breuk. Dit past bij de klimatologische omstandigheden en kan niet beschouwd worden als medeoorzaak van de breuk.

4.5 Conclusies

Naar aanleiding van de beoordeling van de mast op locatie in Avenhorn en in het TNO laboratorium in Delft kan het onderstaande geconcludeerd worden:

- Voor een 33 jaar oude mast verkeert deze mast in een redelijk goede staat;
- Het korte breukvlak duidt op overbelasting in combinatie met een groot kwastenaandeel op een korte afstand.
- In het breukvlak en de rest van de mast is geen houtaantasting waargenomen;
- De mast heeft over de gehele lengte een redelijk constant houtvochtgehalte. Er zijn geen grote afwijkingen gemeten.
- Boven de breuk (Figuur 4.9) zijn windscheuren aangetroffen met een diepte van meer dan 30% van de mastdiameter. Het onderzoek heeft geen aanwijzingen opgeleverd dat de windscheuren invloed hebben gehad op de breuk van de mast;
- De windscheuren en het bijbehorende iets verhoogde houtvochtgehalte hebben niet bijgedragen aan het breken van de mast.
- Aan de voorzijde van de mast, net boven het breukvlak, bevindt zich een kwast met een diameter van 4 cm. De breuk komt vanuit de groeiverstoring net onder deze kwast.
- Gezien de korte breuk en het verwrongen staal zijn er duidelijk externe factoren van invloed geweest op het breken van de mast.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat de houtkwaliteit zeer waarschijnlijk voor slechts een heel klein deel heeft bijgedragen aan de oorzaak van de mastbreuk. Dit betekent dat de belasting op de mast voor een groot deel heeft bijgedragen aan de oorzaak van de mastbreuk. Omdat bij TNO geen informatie beschikbaar is over de omstandigheden ten tijde van het breken, kan niet worden aangegeven welke belasting maatgevend is geweest voor de breuk.

5 Kader voor beoordelen van houten masten en gieken

5.1 Bestaande richtlijnen

5.1.1 ILT Instructie nummer 5

Op de website van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) staat [Instructie nummer 5](#)⁷ “Uitvoeren van periodieke keuringen op de tuigage van zeilende passagiersschepen”. In deze instructie staat onder artikel 4 de inhoud van de periodieke keuring. In dit artikel is de onderstaande tekst opgenomen:

- *Indien er geen significante wijzigingen sinds de vorige keuring zijn aangebracht, mag er in het algemeen van uitgegaan worden dat aan de eisen van hoofdstuk 20.5 tot en met 20.18 van de ES-TRIN wordt voldaan. De keuring beperkt zich dan tot controle van de toestand van de verschillende onderdelen van de tuigage.*
- *De keuringsinstantie vraagt bij de scheepseigenaar na of er sinds de vorige keuring significante wijzigingen/vernieuwingen zijn aangebracht. Indien dit het geval is, moet de keuringsinstantie beoordelen of er wederom toetsing aan de artikelen 20.5 tot en met 20.18 van de ES-TRIN (waaronder ook berekeningen volgens artikel 20.05) nodig is.*
- *De vraag naar de significante wijzigingen/vernieuwingen en het antwoord van de scheepseigenaar worden vastgelegd in het scheepsdossier.*

5.1.2 ES-TRIN

In instructie nummer 5 wordt verwezen naar de Europese standaard tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen (ES-TRIN), editie 2021/1. In artikel 20.06 van de ES-TRIN “Masten en rondhouten algemeen” zijn eisen opgenomen waaraan houten masten en rondhouten moeten voldoen.

Voor houten masten en rondhouten zijn de onderstaande eisen opgenomen:

1. Het materiaal van alle rondhouten is van goede kwaliteit.
2. Hout voor masten moet voldoen aan de volgende vereisten:
 - a. vrij van concentraties van kwasten;
 - b. binnen de vereiste diktes spintvrij;
 - c. zoveel mogelijk rechtdradig;
 - d. zo min mogelijk gedraaid gegroeid.
3. Bij gebruik van de houtsoorten Pitchpine of Oregon pine (van de kwaliteit “clear and better”) geldt een reductie van 5% op de diameters in de tabellen van de artikelen 20.07 tot en met 20.12.
4. Indien masten en rondhouten zonder ronde diameter worden gebruikt, moeten deze van gelijkwaardige sterkte zijn.

⁷ [Instructie nummer 5 - Uitvoeren van periodieke keuringen op de tuigage van zeilende passagiersschepen | Publicatie | Inspectie Leefomgeving en Transport \(ILT\) \(ilent.nl\)](#)

Bovenstaande eisen hebben betrekking op nieuwe masten. Het beoordelen van de degradatie van houten masten en rondhouten is geen onderdeel van de technische voorschriften voor binnenschepen.

5.1.3 Branchenorm

Door het platform Veiligheid Chartervaart, bestaande uit BBZ, keurende instanties BSC, NBKB en RG, Enkhuizer Zeevaartschool, boekingskantoren en experts, is een branchenorm opgesteld. De branchenorm is bedoeld voor eigenaren en de bemanning en voor het gebruik aan boord van binnenvaart zeilschepen. De branchenorm geeft meer invulling aan het beoordelen van bestaande houten masten en rondhouten.

In juli 2017 heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid, naar aanleiding van een ongeval op het historisch zeilschip “Amicitia”, een rapport uitgebracht “*Mastbreuk Harlingen; Mast in zicht, maar niet in beeld*”. Naar aanleiding van de aanbevelingen in dat rapport aan de Vereniging voor Beroepschartervaart BBZ heeft het Platform Veiligheid Chartervaart in 2018 het volgende document opgesteld: “*Branchenorm voor inspectie en onderhoud van Rondhouten; mast, giek, fokkeboom, boegspriet, steng, kluiverboom, ra*” (document [019] in het dossier). In de introductie van deze branchenorm is aangegeven:

“De branchenorm is voor de eigenaar en de bemanning en voor het gebruik aan boord van binnenvaart zeilschepen.

Goed onderhoud aan rondhouten en regelmatige controle van de staat van het materiaal is van groot belang voor de veiligheid van alle opvarenden. De eigenaar en de schipper zijn daarvoor verantwoordelijk. De inspectie door keurende instanties is slechts een momentopname en moet gezien worden als een aanvulling op het werk van de bemanning.”

5.2 Uitvoeringsrichtlijn voor beoordeling houten masten en rondhouten

In grote lijnen bestaat de voorgestelde uitvoeringsrichtlijn uit het inspecteren van houten masten en rondhouten door goed naar de houten masten en rondhouten te kijken, onvolkomenheden vast te leggen en deze nader te onderzoeken door te prikken en te meten. Hierbij is het belangrijk dat voor alle houten masten en rondhouten de onvolkomenheden in detail worden vastgelegd en er zodoende een historie over de staat van houten masten en rondhouten opgebouwd kan worden. In de Branchenorm is het volgende opgenomen: “*Een vochtmeting kan aanvullende informatie opleveren. Betrouwbare apparatuur is kostbaar en de beoordeling van de meetgegevens is werk voor de expert.*” Mede om deze reden is in dit voorstel het meten van het houtvochthalte alleen opgenomen voor de keurende instantie en de expert.

Foto's in deze door TNO voorgestelde uitvoeringsrichtlijn zijn afkomstig uit TNO-onderzoek. Bij update van de richtlijn kan overwogen worden om sommige te vervangen door andere foto's die preciezer het betreffende aspect weergeven in een setting zoals die bij keuringen wordt gezien.

5.2.1 Algemene aspecten

Logboek

Het vastleggen van de staat van houten masten en rondhouten gebeurt in een logboek. Dit is de verantwoordelijkheid van de schipper/eigenaar. In het logboek zijn de houten masten en rondhouten in detail vastgelegd (tekeningen en beschrijvingen). De Inspectiechecklijst wordt ingevuld door de schipper/eigenaar of door de keurende instantie mede ondertekend door de schipper/eigenaar. Dit wordt opgenomen als onderdeel van het logboek. Verder worden in het logboek bijzonderheden bijgehouden zoals (bijna) aanvaringen, ongevallen en bijzondere zeilbewegingen waarbij het materiaal mogelijk overbelast is.

Beoordelen houten masten en rondhouten

Er is een overzicht met punten opgesteld waarop houten masten en rondhouten beoordeeld worden. Bij de beoordeling van deze punten zijn drie uitkomsten mogelijk: het ziet er goed uit, het is verdacht of het is zorgelijk. Voor elk van de punten is in dit concept vastgelegd (met tekst en foto's) hoe er beoordeeld en gemeten moet worden.

Inspectiechecklijst

Er is een inspectiechecklijst uitgewerkt waarin de punten zijn opgenomen, zie aan het eind van deze paragraaf 5.2.5.

Schippers/eigenaren en keurende instanties inspecteren en leggen de waarnemingen vast in de inspectiechecklijst. De inspectie van de keurende instantie gaat verder dan de inspectie uitgevoerd door de schipper/eigenaar. Zoals eerder aangegeven, zal de keurende instantie ook vocht meten als daartoe aanleiding is.

Bij elke nieuwe inspectie wordt eerst het logboek geraadpleegd. Aan de hand van het logboek worden eerst die zaken geïnspecteerd die eerder als "verdacht" zijn aangemerkt. Hierna wordt de houten mast of het rondhout als geheel beoordeeld. Door deze manier van werken wordt duidelijk hoe de houten mast of het rondhout zich in de tijd "gedraagt".

Als een keurende instantie de inspectie uitvoert, wordt de inspectiechecklijst zowel door de keurende instantie alsook door de schipper/eigenaar ondertekend. Hiermee wordt voorkomen dat er achteraf discussie kan ontstaan over de uitkomst van een inspectie.

Benodigde gereedschappen en meetmiddelen

Voor het inspecteren van houten masten en rondhouten zijn de onderstaande gereedschappen en/of meetmiddelen noodzakelijk:

- Schipper/eigenaar
 - o Priem
 - o Voelmaat
 - o Rolmaat
 - o Stalen meetlat
- Optioneel:
 - o Capacitieve houtvochtmeter en/of een houtvochtmeter met slagmeetelektroden
- Keurende instantie
 - o Priem

- o Voelmaat
- o Rolmaat
- o Stalen meetlat
- o Capacitieve houtvochtmeter en een houtvochtmeter met slagmeetelektroden

Expert

Wij bevelen aan om in het keuringsproces een derde partij te introduceren, de expert. Als één of meerdere van de punten als zorgelijk wordt aangemerkt, wordt een expert gevraagd om aan de hand van het inspectierapport de mast of het rondhout te beoordelen en een plan van aanpak op te stellen. Als de expert aan de hand van het inspectierapport geen plan van aanpak op kan stellen, kan het nodig zijn dat de expert de mast en/of het rondhout op locatie beoordeelt. In het plan van aanpak wordt vastgelegd welke (corrigerende) maatregelen moeten worden uitgevoerd.

Over wie de experts zijn, willen wij graag met u van gedachten wisselen. Ook willen wij voorstellen dat TNO in de eerste periode de door de experts opgestelde plannen beoordeelt.

Na een bepaalde periode moet het mogelijk zijn om het herstellen van veel voorkomende onvolkomenheden op te nemen in een andere uitvoeringsrichtlijn, gericht op het herstellen van houten masten en rondhouten.

Frequentie van inspecties

In de Branchenorm is voorgesteld dat zowel de schippers/eigenaren als ook de keurende instanties inspecties uitvoeren. Wij stellen de onderstaande frequentie voor:

- Schipper/eigenaar: elk half jaar houten masten en rondhouten, om en om met staande en liggende mast. Stalen onderdelen van houten masten en rondhouten hoeven niet gedemonteerd te worden.
- Keurende instantie: elke 2-2,5 jaar liggende houten masten en rondhouten, geheel ontdaan van staal.
- Keurende instantie: een herkeuring als een houten mast of rondhout is hersteld op basis van het plan van aanpak zoals opgesteld door de expert.

5.2.2 Taken van de verschillende partijen

Bij het inspecteren van houten masten en rondhouten zijn er drie partijen, de schipper/eigenaar, de keurende instantie en de expert. Naar onze mening geldt het onderstaande voor de verschillende partijen ([betrokkenheid van experts in blauwe letter](#)).

- Schipper/eigenaar
 - o Inspecteert elk half jaar alle houten masten en rondhouten, om en om met staande en liggende mast. Stalen onderdelen hoeven niet gedemonteerd te worden.
 - o Beoordeelt het logboek i.v.m. veranderingen en eerder uitgevoerde inspecties.
 - o Inspecteert alle houten masten en rondhouten aan de hand van de uitvoeringsrichtlijn.
 - o Legt zijn waarnemingen vast in de inspectiechecklijst.
 - o Houdt het logboek bij.
 - o Schakelt een expert in als door de keurende instantie één of meer van de punten op de inspectiechecklijst als “zorgelijk” zijn aangemerkt.
 - o [In geval van een het inschakelen van een expert:](#)
 - [Laat het door de expert opgestelde plan van aanpak uitvoeren](#)
 - [Vraagt herkeuring aan bij de keurende instantie.](#)

- Keurende instantie
 - o Inspecteert elke 2-2,5 jaar alle houten masten en rondhouten, met liggende mast. Stalen onderdelen moeten gedemonteerd zijn.
 - o Beoordeelt het logboek i.v.m. veranderingen en inspecties uitgevoerd door de schipper/eigenaar.
 - o Inspecteert alle houten masten en rondhouten aan de hand van de uitvoeringsrichtlijn.
 - o Legt zijn waarnemingen vast in de inspectiechecklijst en laat deze medeondertekenen door de schipper/eigenaar.
 - o Verzoekt de schipper/eigenaar een expert in te schakelen als één of meer van de punten als “zorgelijk” zijn aangemerkt.
 - o [Als een expert is ingeschakeld: voert een her-inspectie uit na het nemen van de voorgestelde maatregelen in het plan van aanpak van de expert.](#)
- Expert (in de eerste instantie aan de hand van het inspectierapport)
 - o Beoordeelt delen van houten masten en rondhouten die als “zorgelijk” zijn aangemerkt.
 - o Stelt een plan van aanpak op.

5.2.3 Beoordelingscriteria

Onderstaande criteria gelden voor alle houten masten en rondhouten op een schip. Waar in deze tabel ‘mast’ gebruikt is, moet ook ‘rondhout’ gebruikt worden.

1	Logboek	Goed	Logboek compleet en volledig ingevuld
		Verdacht**	Logboek de laatste 6 maanden niet bijgehouden
		Zorgelijk**	Logboek <u>niet</u> compleet en <u>niet</u> ingevuld
2	Houtrot (Verkleuringen)	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
3	Kwasten Staat van de kwast	Goed	Vast, vergroeid met het omringende hout
		Verdacht**	Aftekeningen van de kwast of onthecht van het omringende hout
		Zorgelijk**	Aftekeningen van de kwast of onthecht van het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
	Verkleuringen rondom kwasten	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
	Kwastaandeel (Alleen bij de eerste keuring van het hout)	Goed	Geen kwasten
		Verdacht**	< 0,1
		Zorgelijk**	> 0,1
4	Windscheuren Afmetingen	Goed	Geen
		Verdacht**	Breedte < 5% van de diameter van de mast Lengte < 20% van mastlengte
		Zorgelijk**	Breedte > 5% van de diameter van de mast Lengte > 20% van mastlengte

	Tegen over elkaar liggende windscheuren	Goed	Geen windscheuren
		Verdacht**	Diepte van de twee tegenoverliggende scheuren bij elkaar opgeteld < 30% van de diameter van de mast
		Zorgelijk**	Diepte van de twee tegenoverliggende scheuren bij elkaar opgeteld > 30% van de diameter van de mast
	Verkleuringen in en rondom scheuren	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* < 22 %
5	Breuken Fractuur loodrecht op de houtnerf	Goed	Geen
		Zorgelijk**	Breuk aanwezig
6	Deuken Veroorzaakt door druk van buitenaf	Goed	Geen
		Verdacht**	< 5% van de diameter
		Zorgelijk**	> 5% van de diameter
	Overige deuken	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een deuk en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een deuk en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
7	Contactvlakken van staal op hout Verkleuringen	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
8	Reparaties Staat van de reparatie	Goed	Geen
		Verdacht**	Aftekening of onthechting
		Zorgelijk**	Aftekening of onthechting <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
	Verkleuringen	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
9	Lijmnaden Delaminatie	Goed	Geen
		Verdacht**	Aftekening of openstaande naden
		Zorgelijk**	Aftekening of openstaande naden <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
	Verkleuringen	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
10	Afwerking Verkleuringen	Goed	Geen
		Verdacht**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout
		Zorgelijk**	Hout ter plaatse van een verkleuring en/of hout zachter dan het omringende hout <u>en</u> houtvochtgehalte* > 22 %
	Vochtinwerking	Goed	Geen
		Verdacht**	Plaatselijke vochtinwerking

	onder/onthechting van de lak	Zorgelijk**	Volledig loskomen van de laklaag
--	------------------------------	-------------	----------------------------------

* Vochtgehalte hoeft alleen gemeten te worden door keurende instanties en experts

** Van alles wat als “Verdacht” of als “Zorgelijk” wordt aangemerkt moeten foto’s gemaakt worden; deze worden aan de inspectiechecklijst toegevoegd. Indien een criterium aangemerkt wordt als “Zorgelijk”, dient een expert ingeschakeld te worden, tenzij direct voor vervanging gekozen wordt.

5.2.4 Beoordelingsmethoden per onderdeel

Houtvochtgehalte (algemeen)

Voor het meten van het houtvochtgehalte kan gebruik gemaakt worden van een capacitieve houtvochtmeter (figuur 5.1) en/of een houtvochtmeter met slagmeetelektroden (figuur 5.2).



Figuur 5.1: Capacitieve houtvochtmeter



Figuur 5.2: Houtvochtmeter met slagmeetelektroden

De capacitieve houtvochtmeter kan gebruikt worden voor:

- Houtrot
- Kwasten
- Inwateren windscheuren
- Deuken
- Reparaties*
- Lijmnaden*
- Afwerking*

De houtvochtmeter met slagmeetelektroden moet gebruikt worden voor:

- Windscheuren (in de scheuren)
- Contact-vlakken van staal op hout
- * In geval van twijfel over reparaties, lijmnaden en afwerking



Figuur 5.3: Meten van houtvocht nabij een windscheur

De houtvochtmeter moet ingesteld worden op de te meten houtsoort en de temperatuur van het te meten hout. Voor het gebruiken van de houtvochtmeter, zie de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

1. Logboek

Het vastleggen van de staat van houten masten en rondhouten gebeurt in een logboek. Dit logboek bevat de inspectiechecklijsten van zowel de schipper/eigenaar als van de keurende instanties. In het logboek worden ook bijzonderheden bijgehouden zoals (bijna) aanvaringen, ongevallen en bijzondere zeilbewegingen waarbij het materiaal mogelijk overbelast wordt.

2. Houtrot

Houtrot is het verweren, vermolmen van hout onder invloed van water en lucht. Houtrot wordt in de regel het eerst zichtbaar door verkleuringen in het houtoppervlak. Met een priem kan beoordeeld worden of het hout ter plaatse van een verkleuring al of niet zachter is dan het omringende hout. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.



Figuur 5.4: Met een priem beoordelen of het hout al of niet zachter is dan het omringende hout

3. Kwasten



Figuur 5.5: Kwast in een giek.

Staat van de kwasten

Er wordt onderscheid gemaakt tussen vaste en losse kwasten.

- Vaste kwasten zijn volledig vergroeid met het omringende hout;
- Losse kwasten zijn losgekomen van het omliggende hout. Bij losse kwasten wordt bij de criteria en in het inspectierapport onderscheid gemaakt tussen:
 - o Kwasten die zich “aftekenen” (oppervlak van de kwast ligt een fractie hoger/lager dan het omringende hout). Tussen kwast en hout kan geen voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.
 - o Kwasten die geheel loskomen van het omliggende hout. Tussen kwast en hout kan een voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.



Figuur 5.6: Een losse kwast die geheel losgekomen is van het omringende hout



Figuur 5.7: Kwast die zich “aftekt”. Oppervlak van de kwast ligt een fractie hoger/lager dan het omringende hout

Verkleuringen rondom kwasten

Een verkleuring rondom een kwast kan een eerste vorm van aantasting zijn en kan aangeven dat een kwast inwatern is. Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van een verkleuring al of niet zachter is dan het omringende hout. Zie ook punt 2. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

Kwastaandeel

Het kwastaandeel moet als volgt beoordeeld worden:

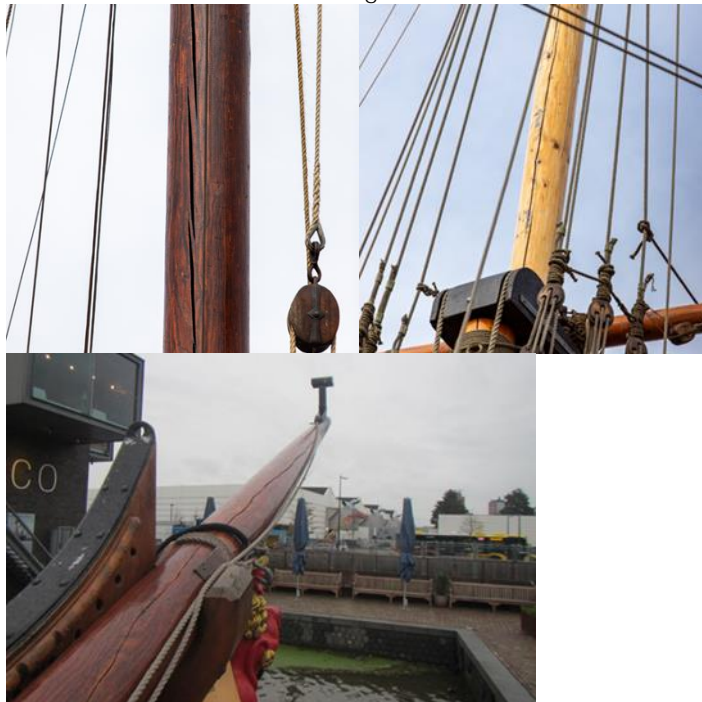
- Meet de som van de kwastmiddellijnen, over een lengte/hoogte van 150 mm
- Deel dit getal door de omtrek van de houten mast of rondhout.



Figuur 5.8: Kwastmiddellijn

4. Windscheuren

Windscheuren zijn scheuren in de langsrichting van masten en rondhouten. Aan de sterkte hoeven windscheuren geen afbreuk te doen.



Figuur 5.9: Voorbeelden van windscheuren

Afmetingen

De grootste breedte van een windscheur en de lengte moeten gemeten worden met een rolmaat of een flexibele smalle (stalen) meetlat (i.v.m. het kunnen buigen van de meetlat).

Tegenover elkaar liggende windscheuren

De diepte van tegenover elkaar liggende windscheuren moet gemeten worden door een flexibele smalle (stalen) meetlat in de windscheur te steken. De diameter van de mast of rondhout is de diameter ter plaatse van de windscheur.



Figuur 5.10: Meten van de diepte van tegenover elkaar liggende windscheuren

Verkleuringen in of rondom scheuren

Een verkleuring in of nabij een windscheur kan een eerste vorm van aantasting zijn en kan aangeven dat een windscheur inwater is. Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van een verkleuring al of niet zachter is dan het omringende hout. Zie ook punt 2. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

Het houtvochtgehalte in de scheur kan alleen gemeten worden met een houtvochtmeter met slagmeetelektroden. De meetelektroden moeten zo diep mogelijk in de windscheur in het hout geslagen worden.



Figuur 5.11: Verkleuringen nabij een windscheur

5. Breuk

Een breuk is een fractuur loodrecht op de houtnerf. Een breuk in een mast of rondhout moet altijd aangemerkt worden als “zorgelijk”.



Figuur 5.12: Breuk loodrecht op de houtnerf

6. Deuken

Bij deuken wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Deuken veroorzaakt door druk van buitenaf
- Deuken niet veroorzaakt door druk van buitenaf

Deuken veroorzaakt door druk van buitenaf

Deuken door druk van buitenaf worden veroorzaakt door onderdelen die een of meerdere keren tegen een houten mast of rondhout aan komen. Hier geldt de diepte van de deuk ten opzichte van de diameter van de mast of het rondhout ter plaatse van de deuk. De diepte van de deuk moet gemeten worden door een stalen meetlat tegen de mast of rondhout te drukken en de diepte van de deuk te meten.



Figuur 5.13: Deuk veroorzaakt door druk van buitenaf

Overige deuken

Deuken niet veroorzaakt door druk van buitenaf kunnen een eerste aanduiding zijn voor een onvolkomenheid in het hout, eventueel in combinatie met een verkleuring. Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van de deuk al of niet zachter is dan het omringende hout. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

7. Contactvlakken van staal op hout

In of naast contactvlakken van staal op hout kunnen beschadigingen (indrinkingen) en/of capillaire naden ontstaan. Deze worden in de regel voor het eerst zichtbaar door verkleuringen in het houtoppervlak.

Verkleuringen

Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van contactvlakken van staal op hout al of niet zachter is dan het omringende hout. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.



Figuur 5.14: Verkleuringen ter plaatse van de contactvlakken van staal op hout

8. Reparaties

Ter plaatse van reparaties zijn eerder gevonden onvolkomenheden in een houten mast of rondhout hersteld.

Staat van de reparatie

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Reparaties die naadloos aansluiten met het omringende hout;
- Reparaties die los zijn gekomen van het omliggende hout. Hierbij wordt in de inspectiechecklijst onderscheid gemaakt tussen:
 - o Reparaties die zich “aftekenen” (oppervlak van de reparatie ligt een fractie hoger/lager dan het omringende hout). Tussen reparatie en hout kan geen voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.
 - o Reparaties die geheel loskomen van het omliggende hout. Tussen reparatie en hout kan een voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.
 - o Als reparaties zich aftekenen of reparaties loskomen van het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de reparaties gemeten worden door de keurende instantie.



Figuur 5.15: Reparatie die losgekomen is van het omliggende hout

Verkleuringen

Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van reparaties al of niet zachter is dan het omringende hout.

Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

9. Lijmnaden

Lijmnaden komen voor daar waar masten en rondhouten samengesteld zijn uit meerdere houten delen en daar waar grote onvolkomenheden zijn verwijderd en vervangen zijn door nieuwe houten delen door middel van een schuine las.



Figuur 5.16: Voorbeelden van lijmnaden in houten masten en/of rondhouten

Staat van de lijmnaden

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Lijmnaden die naadloos aansluiten met het omringende hout;
- Lijmnaden die los zijn gekomen van het omliggende hout. Hierbij wordt in de inspectiechecklijst onderscheid gemaakt tussen:
 - o Lijmnaden die zich “aftekenen” (de lijmnaad ligt een fractie hoger/lager dan het omringende hout). Tussen lijmnaad en hout kan geen voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.
 - o Lijmnaden die geheel loskomen van het omliggende hout. Tussen lijmnaad en hout kan een voelmaat van 0,1 mm gestoken worden.
 - o Als lijmnaden zich aftekenen of als de voelmaat tussen lijmnaad en hout gestoken kan worden, moet het vochtgehalte ter plaatse gemeten worden door de keurende instantie.

Verkleuringen

Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van reparaties al of niet zachter is dan het omringende hout. Als het hout ter plaatse van een verkleuring zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

10. Afwerking van houten masten en rondhouten

Houten masten en rondhouten worden in de regel afgewerkt met een transparante coating. Op de masttop, daar waar veel staal is aangebracht, wordt vaak een dekkende coating aangebracht. Bij een dekkende coating kan de staat van de mast niet goed beoordeeld worden.

Verkleuringen

Beschadigingen in de coating worden het eerst zichtbaar door verkleuring in het oppervlak. Met een priem moet beoordeeld worden of het hout ter plaatse van deze verkleuringen al of niet zachter is dan het omringende hout. Als het hout ter plaatse van een verkleuring even zacht of zachter is dan het omringende hout, moet het vochtgehalte ter plaatse van de verkleuring gemeten worden door de keurende instantie.

Vochtinwerking onder en onthechting van de coating

Vochtinwerking onder de transparante coating en onthechting van de coating kan herkend worden aan melkachtige vlekken.



Figuur 5.17: Voorbeelden van vochtinwerking onder en/of onthechting van de coating

5.2.5 Inspectiechecklijst

Aan de hand van de beoordelingscriteria is de onderstaande inspectiechecklijst opgesteld.

Onderdeel	Omschrijving	Goed	Zorgelijk	Verdacht	Toel.*
1	Logboek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Houtrot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Kwasten	Verkleuringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Staat van de kwasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Verkleuringen rondom kwasten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Windscheuren	Kwastaandeel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Afmetingen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tegen over elkaar liggende	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Breuken	Verkleuringen rondom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Aanwezigheid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Deuken	Door druk van buitenaf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Overige deuken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Contactenvlakken staal op hout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Reparaties	Verkleuringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Staat van de reparatie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Lijmnaden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Onderdeel	Omschrijving	Goed	Zorgelijk	Verdacht	Toel.*
		Verkleuringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Gebreken in de coating	Verkleuringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Vochtinwerking onder/onthechting van de lak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>* Indien aangemerkt als "Zorgelijk" of "Verdacht", altijd een toelichting (laatste kolom) aanklikken en hieronder een toelichting toevoegen, inclusief foto's.</p> <p>Toelichting:</p>					
Handtekening keurende instantie			Handtekening schipper/eigenaar		
Naam:			Naam:		
Datum:			Datum:		

5.3 Zijn onderstaande vragen betrokken in de uitvoeringsrichtlijn?

In paragraaf 5.2 is het kader voor het beoordelen van houten masten en gieken uitgewerkt. Dit gebeurt op basis van de bevindingen van de bezaan giek van de Poolster en de mast van de Eenhoorn en andere eerder uitgevoerde onderzoeken. Bij het opstellen van het kader voor het beoordelen van houten masten en gieken zijn de volgende tien vragen betrokken.

- Welke houtsoorten zijn geschikt voor masten en rondhouten? Zijn die voldoende vrij van knoesten en spint? Wat kan de technische levensduur zijn bij gangbaar goed onderhoud?**

Deze vraag is niet opgenomen in het kader van het beoordelen van masten en gieken. Het kader voor het beoordelen van masten en gieken geldt voor *bestaande* masten. De vraag welke houtsoorten geschikt zijn voor masten en rondhouten en of die voldoende vrij zijn van knoesten en spint heeft betrekking op nieuwe masten.

Op basis van de resultaten van de onderzochte masten en gieken is de technische levensduur enkele tientallen jaren, mits masten en gieken regelmatig worden geïnspecteerd, degradatie in een zo vroeg mogelijk stadium wordt hersteld, er verantwoord omgegaan wordt met het schip en het schip gebruikt wordt waarvoor het bedoeld is; zeilend passagiersschip en geen raceboot.

Het verkorten van de technische levensduur door externe oorzaken zoals onverwachte zeilbewegingen en/of het begeven van andere onderdelen (verstaging) zijn niet uit te sluiten.

2. Welke belastingen zijn toelaatbaar voor de gangbare sterkte van de mast/giek?

In de ES-TRIN wordt voor de sterkte van houten masten en rondhouten een relatie gelegd tussen de houtsoort, de houtkwaliteit en de diameter van masten en rondhouten. Onderbouwing hiervan is niet te achterhalen.

3. Is het hout vóór verwerking tot mast / rondhout op de juiste manier gewaterd en gedroogd?

Deze vraag is niet opgenomen in het kader voor het beoordelen van masten en gieken. Het kader voor het beoordelen van masten en gieken geldt voor *bestaande* masten. De vraag of het hout vóór verwerking tot mast / rondhout op de juiste manier gewaterd en gedroogd heeft betrekking op nieuwe masten.

4. Waarmee is de mast/giek behandeld (blanke lak, olie of iets anders)?

In de regel zijn houten masten en gieken voorzien van een transparant laksysteem. De toppen van masten zijn nog wel eens voorzien van een dekkend verfsysteem. Om een mast en/of giek goed te kunnen inspecteren is een transparante afwerking of het kaal maken van de mast of giek noodzakelijk.

5. Tot welke windkracht kan het schip met deze mast/giek zeilen?

In de uitvoeringsrichtlijn wordt hieraan geen aandacht besteed. De uitvoeringsrichtlijn gaat over het in stand houden door regelmatig inspecteren.

6. Hoe is de vochthuishouding, oftewel: wat is het houtvochtgehalte op cruciale plaatsen en wat zijn de vochtbronnen die dat kunnen beïnvloeden? Dit in het bijzonder op plaatsen waar inwatering kan plaatsvinden.

In de uitvoeringsrichtlijn wordt uitgebreid stilgestaan bij cruciale plaatsen waar degradatie van hout kan optreden. Door eventuele onvolkomenheden in masten regelmatig te inspecteren en de mate van degradatie te herkennen en monitoren wordt voorkomen dat vocht en inwateren een risico wordt voor masten en gieken.

7. In hoeverre kan aantasting van het hout zoals degradatie, houtrot of schimmel opgemerkt worden tijdens onderhoud of visuele inspectie?

Als de masten en gieken elk half jaar door de schipper/eigenaar en elke 2-2,5 jaar door de keurende instantie worden geïnspecteerd, kan eventuele degradatie in een vroeg stadium herkend en gemonitord worden. Inspectiefrequentie voor schipper/eigenaar en keurende instantie is opgenomen in de uitvoeringsrichtlijn.

8. Zijn er breuken of scheuren? Wat is daarvan de relatie met uitgevoerd regulier onderhoud en reparaties? In geval van reparatie, is die naar behoren uitgevoerd?

Scheuren hebben geen relatie met uitgevoerd regulier onderhoud en reparaties. Breuken hebben vaak verschillende oorzaken.

Bij eerder onderzochte schepen is achterstallig onderhoud en het niet nemen van verantwoordelijkheden een belangrijke oorzaak van de breuk van mast of giek. Breuken ontstaan door degradatie van de mast of giek. Als de uitvoeringsrichtlijn geïmplementeerd wordt, zal degradatie van houten masten en rondhouten in een zo vroeg mogelijk stadium herkend worden, kunnen onderdelen die degraderen gemonitord worden en kunnen tijdig corrigerende maatregelen genomen worden.

9. In geval van scheuren: wat is de reststerkte van het beschadigde hout? In welke mate is een windscheur nog acceptabel? Zo niet, is reparatie nodig of moet het element vervangen worden?

Windscheuren aan één zijde van de mast heeft volgens de deskundigen (nagenoeg) geen invloed op de reststerkte van de mast. Die blijft (nagenoeg) gelijk. Aan de diepte van eenzijdige windscheuren hoeven geen eisen gesteld te worden. Tegenover elkaar liggende windscheuren hebben wel invloed op de sterkte. In de uitvoeringsrichtlijn zijn de eisen voor tegenover elkaar liggende windscheuren uit de branchenorm overgenomen.

De vraag of ontoelaatbare windscheuren gerepareerd of de masten of giek met ontoelaatbare windscheuren vervangen moeten worden, kan niet algemeen beantwoord worden. In de uitvoeringsrichtlijn is een derde partij geïntroduceerd, de expert, die hierop een antwoord of advies kan geven.

10. Wat zijn de belangrijkste aandachtspunten voor veilige toepassing van hout in de bruine vloot?

Het belangrijkste aandachtspunt voor veilige toepassing van hout in de bruine vloot is:

1. Degradatie van houten masten en rondhouten in een zo vroeg mogelijk stadium te herkennen, eerste tekenen van degradatie te monitoren en tijdig corrigerende maatregelen te kunnen nemen om verdere degradatie van houten masten en rondhouten te voorkomen zodat de schepen wat dit betreft veilig varend gehouden kunnen worden.
2. Verantwoord omgaan met het schip en het schip gebruiken waarvoor het bedoeld is; zeilend passagiersschip. Een zeilend passagiersschip is geen raceboot.

6 Aanbevelingen

Opstellen en invoeren van een uitvoeringsrichtlijn

TNO heeft de nodige houten masten en rondhouten beoordeeld, die al dan niet betrokken waren bij ongevallen. Op basis van de opgedane kennis, de aanwezige houtkennis en ervaring met inspecties beveelt TNO aan een uitvoeringsrichtlijn op te stellen en te implementeren.

Een uitvoeringsrichtlijn legt vast op welke punten geïnspecteerd wordt en welke criteria hiervoor gelden. De uitvoeringsrichtlijn moet ook vastleggen hoe een situatie beoordeeld wordt en wat degene die de keuring of inspectie uitvoert kan aantreffen (onderbouwd met foto's). De uitvoeringsrichtlijn is van toepassing op zowel de schipper/eigenaar alsook op de keurende instantie.

Doelen van de uitvoeringsrichtlijn zijn:

- degradatie van houten masten en rondhouten in een zo vroeg mogelijk stadium te herkennen,
- degradatie te monitoren, en
- tijdig corrigerende maatregelen te kunnen nemen om verdere degradatie van houten masten en rondhouten te voorkomen,

zodat de schepen wat dit betreft veilig varend gehouden kunnen worden.

TNO beveelt aan om de uitvoeringsrichtlijn te implementeren, zodat het risico op degradatie van houten masten en rondhouten tot een minimum wordt beperkt. Risico's door externe oorzaken zoals onverantwoord omgaan met zeilende passagiersschepen (racen), onverwachte zeilbewegingen en/of het begeven van andere onderdelen (verstaging) worden niet beperkt door het volgen van deze uitvoeringsrichtlijn.

Gebruiken, evalueren en aanpassen van de uitvoeringsrichtlijn

TNO beveelt sterk aan om, nadat de uitvoeringsrichtlijn gereed is voor de eerste keuringen, de volgende activiteiten te ondernemen:

1. Informeren van de branche en waar nodig ook breder;
2. Inspecteurs voorlichten over toepassing van de richtlijn (kennisoverdracht);
3. Begeleiden en toetsen van de uitvoering tijdens keuringen;
4. Beoordelen van (herstel)plannen van aanpak van experts;
5. Bijstellen uitvoeringsrichtlijn o.b.v. bevindingen bij de eerste keuringen;
6. Aanzet maken tot een uitvoeringsrichtlijn voor *reparaties* van houten masten en rondhouten.

7 Ondertekening

Delft, juli 2024

J.D. de Jong
Auteur

Drs R.A. Bezemer
Projectleider

Ir.Ing. M. Steins
Research Manager
Building Materials & Structures

Mobility & Built Environment

Molengraaffsingel 8
2629 JD Delft
www.tno.nl

TNO innovation
for life