Sachverständigenbüro für Bauwesen

Birkenweg 4
D-23968 Gägelow

**Dr.-Ing. Gesa Haroske**
**Sachverständige für Holzschutz (EIPOS Dresden)**

**e-mail:** dr.g.haroske@web.de
**mobil:** + 49 (0) 173 - 6024865

# Holzschutztechnischer Untersuchungsbericht

**Nr. U 21 2806 – Ha – (8.9.2021)**

# Holzpfahlgründung der KFK-Brücke in Möltenort

Ansicht der KFK-Brücke im Fischerhafen Möltenort

| | |
|---|---|
| **Auftrag:** | Holzschutztechnische Begutachtung ausgewählter Pfähle an den Stegen (insbesondere KFK-Brücke) des Fischerhafens Möltenort und Berichterstellung |
| **Auftraggeber:** | Gemeindewerke Heikendorf<br>Herr Lüdemann<br>Wasserwage 1<br>24226 Heikendorf |
| **Auftragsdatum:** | 28.6.2021 |
| **Bearbeitungszeitraum:** | April bis August 2021 |
| **Umfang des Berichtes:** | 53 Seiten, inkl. 3 Anlagen mit 39 Seiten |

Veröffentlichungen von Untersuchungsberichten, auch auszugsweise, und Hinweise auf Prüfungen zu Werbezwecken bedürfen in jedem Einzelfall der schriftlichen Einwilligung. Das Versuchsmaterial ist aufgebraucht.

# Inhaltsangaben

1. Allgemeine Angaben Seite 3

2. Untersuchungen und Schadensanalytik Seite 6

2.1 Untersuchungsverfahren Seite 6

2.2 Dichte- und mikroskopische Holzartenbestimmung Seite 6

2.3 Schadensanalytik Seite 7

3. Schadenszusammenfassung Seite 11

4. Literatur Seite 14

5. Anlagen Seite 15

Anlage 1: Fotodokumentation und Bohrwiderstandsmessdiagramme, 27 Seiten

Anlage 2: IHD Dresden, Untersuchungsbericht Auftrags-Nr. 1221178 – Holzartenbestimmung an einem Bohrkern (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort), 9.6.2021, 6 Seiten

Anlage 3: IHD Dresden, Untersuchungsbericht Auftrags-Nr. 1221209 – Pilzbestimmung an einer geschädigten Holzprobe (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort), 28.7.2021, 6 Seiten

## 1. Allgemeine Angaben

Die beiden Fischereistege KFK-Brücke und Tankerbrücke in Heikendorf/Möltenort (s. Abb. 1 [A]) wurden Anfang der 60er Jahre des letzten Jahrtausends errichtet.

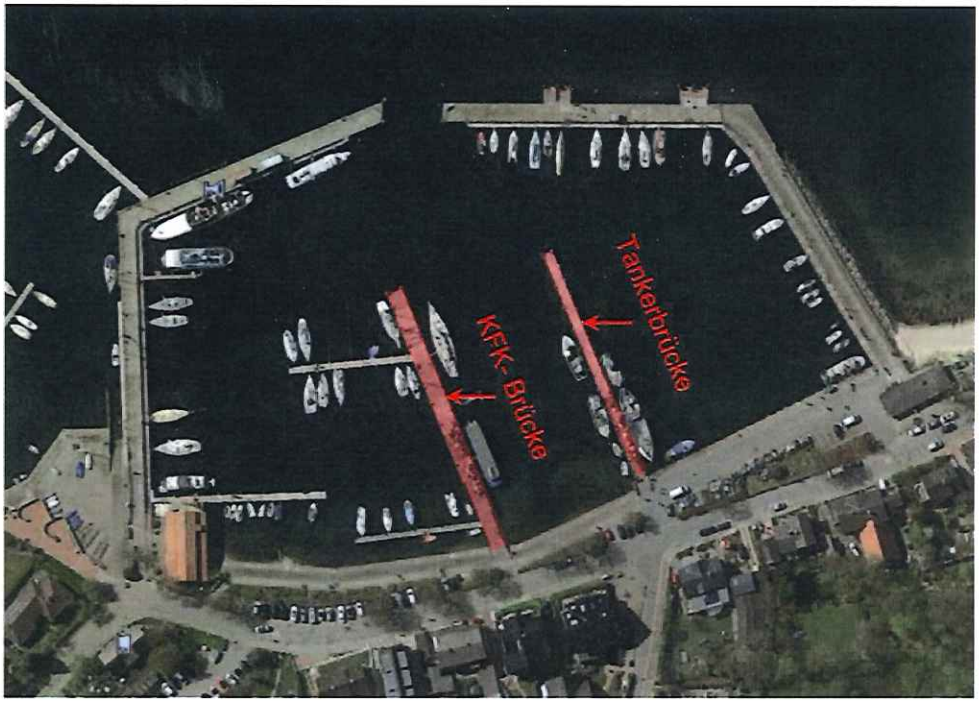



Abb. 1: Lageplan [A] der Anlegerstege in Möltenort

Am 26.3.2021 erfolgte eine Prüfung der Gründungspfähle beider Brücken im Unterwasserbereich durch das Tauchunternehmen (UNTERWASSERKRAUSE – MUTZECK GMBH, Am Wiesengrund 17, 24211 Schellhorn). Die Ergebnisse der Taucheruntersuchungen sind im Bericht vom 26.4.2021 [A] festgehalten. Der Unterzeichnenden wurden in diesem Zusammenhang aus den Pfählen entnommene Materialproben (Bohrkerne und vom Pfahlaußenbereich abgebeilte biotisch geschädigte Probenteile) zur Holzartenbestimmung und zur makroskopischen Begutachtung zugesendet.

Der makroskopische sowie mikroskopische Befund der Proben und der Taucherbericht führten zur Beauftragung der Unterzeichnenden zur Durchführung einer Schadensbegutachtung vor Ort. Die Ortsbesichtigung zur Begutachtung ausgewählter Gründungspfahlbereiche der KFK-Brücke (s. Abb. 1) erfolgte im Beisein des Tauchunternehmens Unterwasserkrause am 28.6.2021. Zeitweise war ein Vertreter des AG anwesend. Das stichprobenartige Abschrauben der Streben/Diagonalen zur Begutachtung der Knotenpunkte Strebe/Gründungspfahl erfolgte vorab durch das Tauchunternehmen. Die zu untersuchenden Positionen wurden durch das Tauchunternehmen ausgewählt.

Der Oberbau aus Lärchenholz ist erheblich fäulnisgeschädigt und wird seitens des Auftraggebers bereits als abgängig betrachtet. Er ist aus diesem Grund nicht Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

Auch die sichtbaren und der Witterung ausgesetzten Anlegedalbenköpfe, s. nachfolgende Abb. 2 bis 5 sind nicht Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen. Sie zeigen teilweise jedoch nach 60 Jahren Nutzung nicht nur aufgrund nicht abgedeckter Hirnholzbereiche sondern mitunter auch in Pfahlmitte erhebliche Fäulnisschäden, die die Tragfähigkeit mindern.

Abb. 2, 3, 4 und 5: Der Witterung ausgesetzte Dalbenköpfe erheblich querschnittsgeschwächt durch Fäulnis (Braun- und Weißfäule)

Die Achsenbezeichnung für die Untersuchung ausgewählter Gründungspfähle am Tag der Ortsbesichtigung wurde vom Bericht des Tauchunternehmens übernommen [A]. Im Fokus der Untersuchungen an den Gründungspfählen (s. Abb. 6 und 7) durch die Unterzeichnende standen:

- Bestimmung der Holzart, aus der die Gründungspfähle errichtet wurden
- Schädigung der Pfahlköpfe.
- Schädigung der Pfahlbereiche im Wasserwechselbereich inkl. der Knotenpunkte Pfahl/Streben
- Befall durch die Schiffsbohrmuschel *Teredo navalis* im Unterwasserbereich.

Abb. 6: Unteransicht der KFK-Brücke, Pfähle aus Angélique (Basralocus), Längs- und Querverstrebungen (Diagonalen) aus Nadelholz

Abb. 7: Unteransicht der KFK-Brücke, Achse 23, verbolzte Knotenpunkte der Diagonalen/Pfähle im Wasserwechselbereich mit erheblicher Korrosion

## 2. Untersuchungen und Schadensanalytik

### 2.1 Untersuchungsverfahren

An den ausgewählten Gründungspfählen der KFK-Brücke in Möltenort erfolgten seitens der Unterzeichnenden folgende Untersuchungen:

- Probebebeilen ausgewählter Pfähle (Achsen 4, 5, 20, 21, 22), Entnahme von Holzproben zur mikroskopischen Schadensanalytik und Holzartenbestimmung, Begutachtung der Hölzer, augenscheinliche Untersuchungen auf vorhandene Schadensmerkmale:
  - Holzverfärbungen (Verwitterungen, Mazeration, Fäulen, Beschichtung)
  - Fruchtkörper und Myzelien von Holz zerstörenden Pilzen
  - Fraßgänge, Ausfluglöcher, Fraßmehl (Nagsel) von Insektenlarven und Käfern
- makroskopische und mikroskopische Analyse der Art bzw. der Gruppe vorhandener Holz schädigender Pilze und Insekten, der Schadensausdehnung und der Intensität des Befalls sowie des Zerstörungsgrades der Holzbauteile (u.a. Anlage 3)
- Dichtebestimmung und mikroskopische Holzartbestimmung an einem durch das Tauchunternehmen entnommenen Bohrkernes (s. Anlage 2)
- Bohrwiderstandsmessungen mit dem Bohrwiderstandsmessgerät von IML RESI 400 L (s. Anlage 1)
- Beurteilung des konstruktiven Holzschutzes
- Auswertung des Taucherberichtes [A].

### 2.2 Dichte- und mikroskopische Holzartenbestimmung

Aus den vom Tauchunternehmen im März 2021 zugesendeten Proben wurde zunächst an einem ausgewählten Bohrkern KFK 8B UW (s. Abb. 8) die Rohdichte (trocken u = 12%) mit einem Wert von 0,773 g/cm³ ermittelt.

Abb. 8: KFK-Brücke, Bohrkern aus Pfahl Achse 8 B, Unterwasserbereich mit *Terredo navalis* im Splintholz, Rohdichte (trocken) = 0,773 g/cm³; Holzart Angélique/Basralocus

Diese Dichte liegt außerhalb der in der Literatur für Bongossi angegebenen Dichte über 1,0 g/cm³, s. auch Gegenüberstellung ausgewählter Eigenschaften von Basralocus, Bongossi und Stiel-/Traubeneiche in der Tabelle 1. Der Bohrkern weist lediglich im Splintbereich Fraßgänge durch die Schiffsbohrmuschel auf, er ist ansonsten intakt. Damit kann ausgeschlossen werden, dass die Pfähle aus Bongossi erstellt wurden. Die mikroskopische Holzartenanalyse, durchgeführt durch das IHD Dres-

den, bestätigt diesen Sachverhalt (s. Anlagen 2 und 3). Die Pfähle wurden aus Angélique/Basralocus erstellt. Die grundsätzliche Dauerhaftigkeit von Basralocus entspricht einer Stiel- und Traubeneiche (Klasse 2). Eiche wird allerdings als variabel eingeschätzt – bis hin zu einer mitunter schlechteren Dauerhaftigkeitsklasse 4. Die Dichte- und Festigkeitswerte liegen etwas über denen der Eiche, aber unter denen von Bongossi.

Tabelle 1:
Vergleich ausgewählter Eigenschaften der Holzarten Basralocus, Bongossi und Stiel- und Traubeneiche

| **Eigenschaft*** **(Holzfeuchte=12-15%)** | **Angélique/Basralocus*** ***Dicorynia guianensis*** | **Bongossi/Azobé*** ***Lophira alata*** | **Stiel-/Traubeneiche*** ***Quercus spp.*** |
|---|---|---|---|
| Rohdichte lufttrocken | 0,70-0,80-0,90 g/cm³ | 1,02-1,15 g/cm³ | 0,65-0,76 g/cm³ |
| Druckfestigkeit | 62-71-80 N/mm² | 87-108 N/mm² | 42-64 N/mm² |
| Biegefestigkeit | 118-135-147 N/mm² | 141-183 N/mm² | 60-110 N/mm² |
| Elastizitätsmodul (Biegung) | 13.700-19.300 N/mm² | 15.000-21.600 N/mm² | 10.500-14.500 N/mm² |
| Natürliche Dauerhaftigkeit (DIN-EN 350-2) | Klasse 2 | Klasse 2, sehr variabel | Klasse 2 (bis 4) |

*[9] https://www.holzvomfach.de/fachwissen-holz/holz-abc/

## 2.3 Schadensanalytik

An ausgewählten Positionen der KFK-Brücke wurden am 28.6.2021 exemplarisch Pfahlbereiche, insbesondere in den Achsen 4, 5, 20, 21 und 22 mit einem Ponton intensiv untersucht und beprobt.

Die Schadensbeschreibung erfolgt anhand einer Fotodokumentation, der Darstellung der Bohrwiderstandsmessdiagramme sowie anhand der sich daraus ergebenen Querschnittsschwächungen in der Anlage 1. Exemplarisch ist in der nachfolgenden Abb. 9 ein Bohrwiderstandsmessdiagramm aus einem ungeschädigten Pfahlquerschnitt dargestellt.

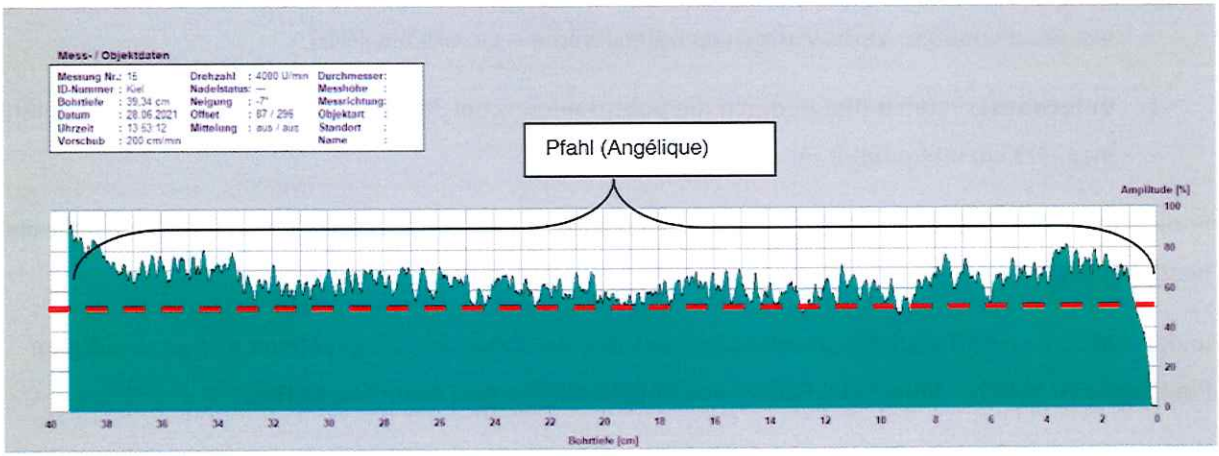



Abb. 9: Bohrwiderstandsmessung in einem **intakten Pfahlbereich** zwischen geschädigtem Pfahlkopf und geschädigter Wasserwechselzone (Achse 21 B)

Der konstant gleich hohe Bohrwiderstand lässt auf einen gesunden Querschnitt schließen. Diese Messkurve stellt eine Vergleichsmesskurve für alle andern Messungen an den Pfählen aus Angélique (Basralocus) dar. Der Ausschlag von 50% (Amplitude) wird als rot gestrichelte Linie über alle Messkurven gelegt, um den Holzquerschnitt bewerten zu können.

Insofern ist exemplarisch in der nachfolgenden Abb. 10 ein Bohrwiderstandsmessdiagramm dargestellt, welches nachweist, dass der Pfahlbereich durch Fäulnis erheblich querschnittsgeschwächt ist. Der Ausschlag (Amplitude) liegt fast generell unter 50%, sinkt in weiten Bereichen sogar gegen 0%.

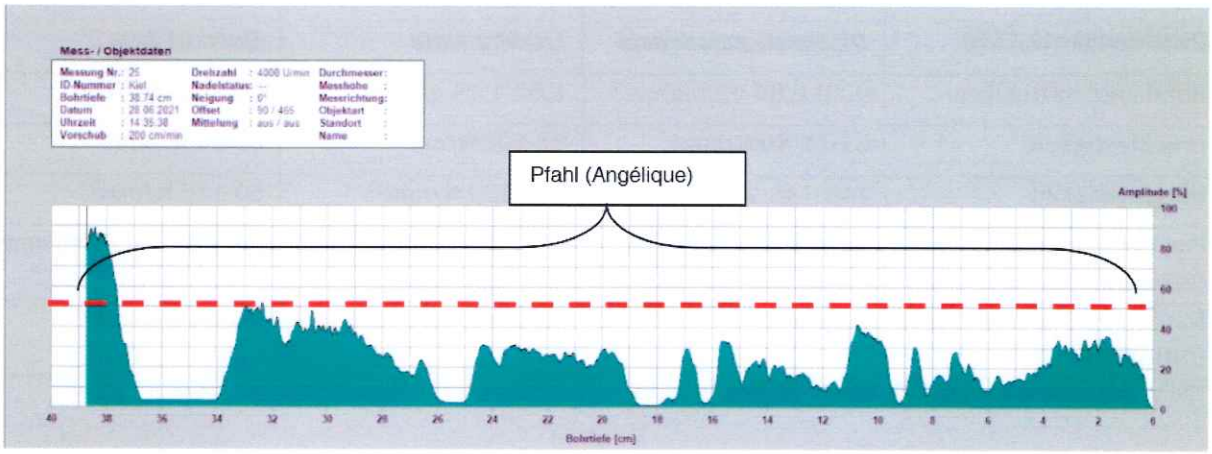



Abb. 10: Bohrwiderstandsmessung in einem **geschädigten Pfahlbereich** nahe **Wasserwechselbereich;** Querschnittsschwächung (Fäulnis) über die gesamte Pfahlbreite ca. 50-80%

Es können anhand der in der Anlage 1 und in [A] dargestellten Untersuchungsergebnissen drei systematische Schadpositionen an den Pfählen ausgemacht werden:

1. **Pfahlkopf** der freien Witterung durch Fugen im Gehbelag ausgesetzt (Querschnittsschwächung durch Braun-, Weiß- und Moderfäule ca. 20% bis 100%, Vogeleinnistungen, Federn und Muschelansammlungen)

2. **Wasserwechselbereich** (Querschnittsschwächung durch Auswaschungen, Verwitterungen, Fäulnis, Frostschäden, Verbolzung Diagonalen/Pfähle – ca. 5% bis 40%)

3. **Unterwasserbereich** (Befall durch die Bohrpfahlmuschel *Teredo navalis* im Splintholz der Pfähle, max. 2-3 cm umlaufend) [A]

In der Abb. 11 sind diese drei Schadbereiche schematisch über die Pfahllänge skizziert dargestellt und beschrieben.

In den Abb. 12 und 13 sind die „Fundstücke" aus den der Witterung ausgesetzten und geschädigten Pfahlköpfe zu sehen – Muscheln, Federn von Vogeleinnistungen, braunfaules Holz.

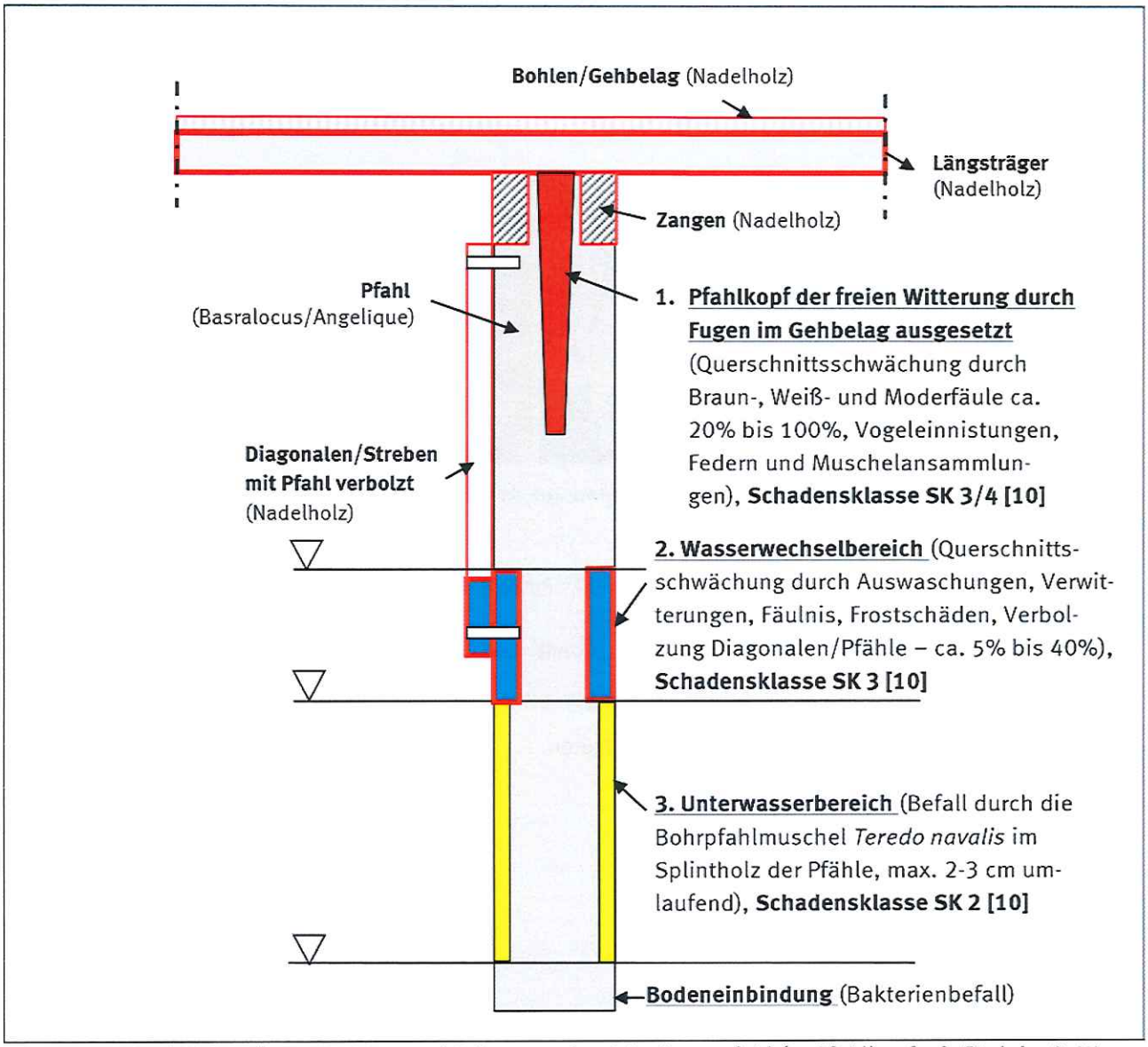



Abb. 11: Prinzipdarstellung der Hauptschädigungen im Gründungspfahl (1. Pfahlkopf mit Fäulnis, 2. Wasserwechselbereich mit Fäulnis/Verwitterung, 3. Unterwasserbereich mit Bohrpfahlmuschel)

Abb. 12 und 13: Entnommenes Material aus dem geschädigten Pfahlkopf – Muscheln, braunfaules Holz, Federn von Vogeleinnistungen

Aus den Schadbereichen entnommenes Probenmaterial (s. Abb. 14, 15) wurde zur Mikroanalytik an das IHD Dresden gesendet (s. Anlage 3).

Abb. 14, 15: Fäulnisgeschädigtes Probenmaterial aus dem Gründungspfahl Achse 21 A und Pfahlkopf 5 B

Aus der mikroskopischen Anlage geht hervor, dass es sich um geschädigtes Basralocusholz handelt.

Als Schädigungsmechanismen wurden Braun-, Weiß- und Moderfäule diagnostiziert. Aufgrund des fehlenden Myzels wurden jedoch die Schaderreger nicht ausfindig gemacht. Eine durchgeführte DNA-Analyse konnte 23 bekannte Pilzarten ausschließen.

## 3 Schadenszusammenfassung

Im Nutzungszeitraum der Fischerstege KFK-Brücke und Tankerbrücke in Möltkenort sind an den Gründungspfählen nicht unerhebliche Schäden entstanden. Die aufgezeigten systematischen Schäden in den drei Pfahlbereichen (Pfahlkopf, Wasserwechselzone und Unterwasserbereich) wirken sich auf die noch vorhandene Tragfähigkeit der Basralocuspfähle aus.

**Pfahlkopf**

Die Pfahlköpfe waren an allen untersuchten Gründungspfählen in den Achsen 4, 5, 20, 21 und 22 aufgrund der freien Bewitterung des Hirnholzes über die Fugen der Belagsbohlen und der außerdem entstehenden Staunässe fäulnisgeschädigt. Die Querschnittsschwächung durch Braun-, Weiß- und Moderfäule beträgt ca. 20% bis 100%. In den Hohlräumen wurden beispielsweise durch Vogeleinnistungen Federn und Muscheln vorgefunden. Entsprechend des Merkblattes „Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken" von der Bundesanstalt für Wasserbau [10] kann der Bereich Pfahlkopf der Schadensklasse SK 3 und SK 4 zugeordnet werden, s. auch Abb. 16. Da sich die Fäulnis auch als Kernfäule – also nach außen hin nicht sofort sichtbar – und nach unten weiter entwickelt, wird angenommen, dass aufgrund der durchgängigen konstruktiven Fehlerursache auch in den anderen Pfahlköpfen die Tragfähigkeit eingeschränkt ist. Im Fall des Gründungspfahles 21 A reicht die Schädigung bis in die Wasserwechselzone (Anlage 1, Seite 19 bis 26). Hier trifft die SK 4 zu.

**Pfahlbereich in der Wasserwechselzone**

Die Wasserwechselzone wurden vom Tauchunternehmen [A] und aufgrund des Wasserstandes auch hälftig von der Unterzeichnenden untersucht werden.

Aus dem Taucherbericht [A]:
„Im Wasserwechselbereich haben die ... Pfähle starke Verwitterungsspuren...
Das heißt, dass das oberflächennahe Lignin (einer der Hauptbestandteile des Holzes) im Wasserwechselbereich im Laufe der Jahre fotochemisch abgebaut wurde und die übriggebliebene Zellulose vom Wasser ausgewaschen wurde. Dadurch sind in diesem Bereich tiefe Furchen bis zu einer tiefe von 5cm entstanden. Bereichsweise sind im Laufe der Standzeit Risse entstanden. Diese Risse (breiter als 2 cm) gehen teilweise von OK Pfahl bis zum Grund. ...
Teilweise hat sich im Wasserwechselbereich das äußere Holz vom Kernholz gelöst und ist bereichsweise abgesplittert. Hier hat sich der Querschnitt der Pfähle um ca. 4 bis 10cm verringert. Diese Bereiche liegen bei ca. NN -0,60m bis NN +0,80m. Im Wasserwechselbereich wurde in diesen Fällen leichter Hohlklang festgestellt. Das Kernholz hinter dem Splintholz ist aber noch fest und intakt."

Es wird eingeschätzt, dass die Querschnittsschwächungen durch Auswaschungen, Verwitterungen, Fäulnis, Frostschäden, Verbolzungen der Diagonalen/Pfähle ca. 5% bis 40% betragen.

Eine Zuordnung kann nach Abb. 16 [10] zumindest zur SK 3, für den Gründungspfahl 21 A ggf. schon zur SK 4 erfolgen.

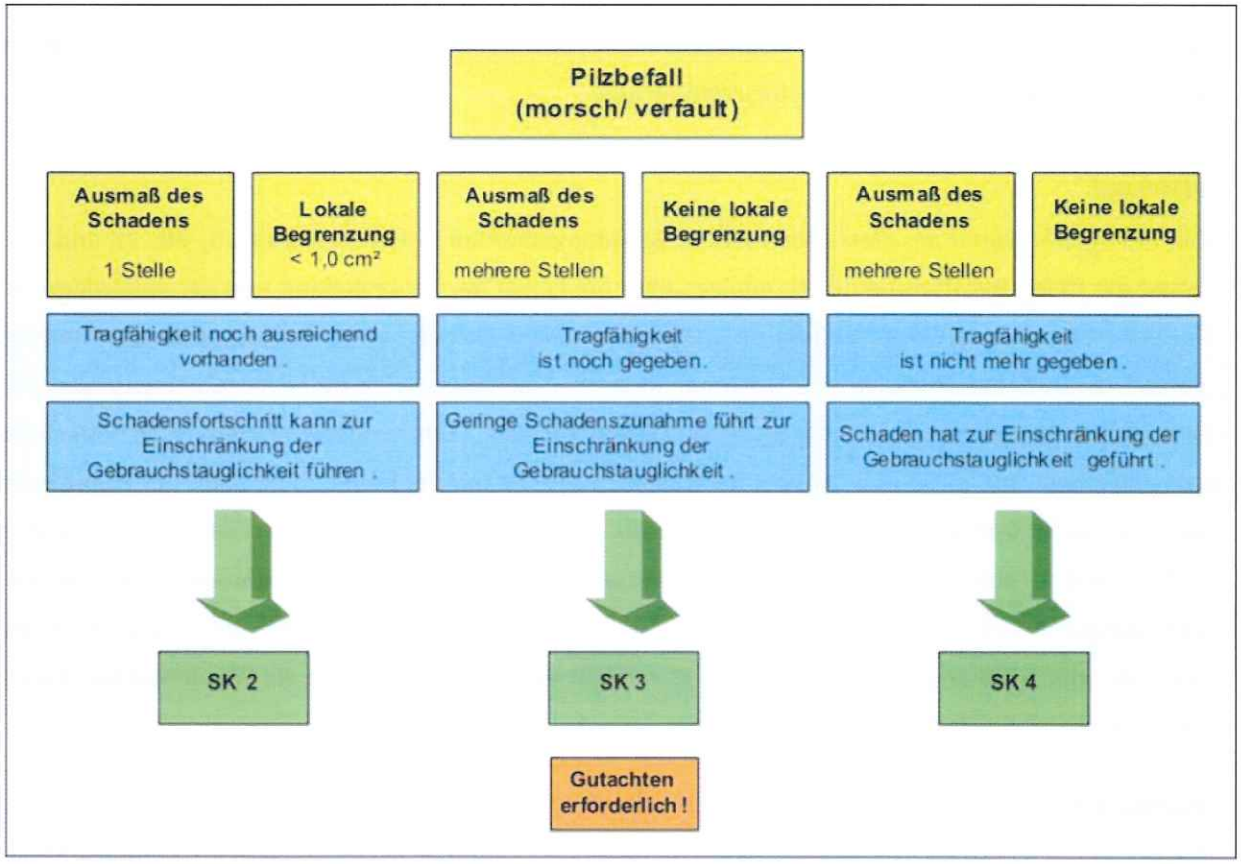



Abb. 16: Schadensklassifizierung bei Pilzbefall (Braunfäule, Weißfäule, Moderfäule) nach [10]

**Pfähle unter Wasser**

Die Pfahlbereiche unter Wasser wurden vom Unternehmen Unterwasserkrause Mutzeck GmbH Schellhorn insbesondere auf den Befall durch *Teredo navalis* untersucht. Der Taucherbericht wurde separat eingereicht, s. [A].

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Es wurde festgestellt, dass fast alle Pfähle und Dalben im Splintholzbereich bis zu einer Tiefe von ca. 2 bis 3 cm umlaufend befallen sind. Ein tragfähiger Restquerschnitt ist demzufolge ausreichend vorhanden.

Tabelle 2: Zusammenfassung aus dem Taucherbericht [A], Befall Teredo navalis

| **KFK-Brücke** Anzahl Pfähle | **Tankerbrücke** Anzahl Pfähle | **Einordnung in Schadensklasse SK 1 (nicht befallen) nach Abb. 7 aus [10]** | **Einordnung in Schadensklasse SK 2 (gering befallen) nach Abb. 7 aus [10]** |
|---|---|---|---|
| 48 Gründungspfähle | 38 Gründungspfähle | 2 Gründungspfähle entspricht 2,3% | 84 Gründungspfähle entspricht 97,7% |
| 13 Anlegedalben | 17 Anlegedalben | 0 | 30 Anlegedalben entspricht 100% |

Unter Wasser ist an den Pfählen im nicht resistenten Splintholzbereich ein geringer aber aktiver Befall durch die **Bohrpfahlmuschel** ***(Teredo navalis)*** bis max. 2,0 – 3,0 cm Tiefe (Splintholzstärke) festgestellt worden. Das Kernholz von Basralocus ist weitgehend bohrmuschelresistent.

Die Schadensbewertung erfolgt mit dem Merkblatt „Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken" von der Bundesanstalt für Wasserbau [10]. Entsprechend Abb. 17 können alle Pfähle unter Wasser infolge des Bohrmuschelbefalls der Schadensklasse SK 2 zugeordnet werden.

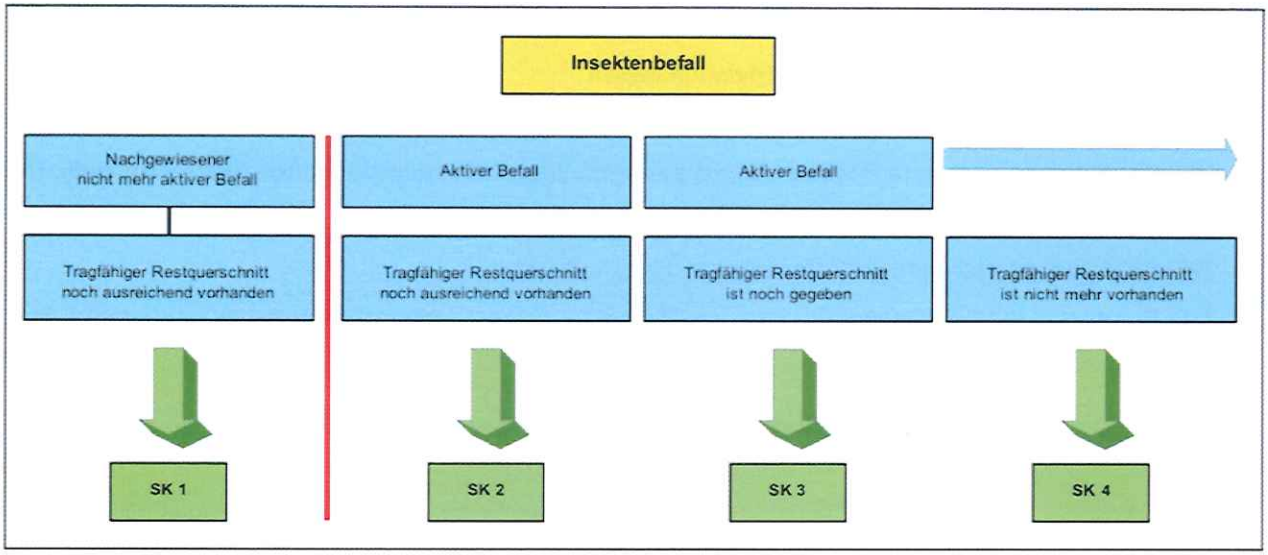



Abb. 17: Schadensklassifizierung infolge Insektenbefall aus [10]

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Tragsicherheit der vorhandenen Pfähle nicht mehr vollumfänglich gegeben. Es wird davon ausgegangen, dass es sich um systematische Schäden in den drei Schadensbereichen Pfahlkopf, Wasserwechselzone und Unterwasserbereich handelt. Eine Restlebensdauer ist von weniger als 15 Jahre anzusetzen.

Die Tragfähigkeit bzw. weitere Nutzbarkeit der Stege ist somit insgesamt gemindert, was durch einen Tragwerksplaner nachzuweisen ist.

Der Holzschutztechnische Untersuchungsbericht ist 6 Monate gültig.

Wismar, 8.9.2021

G. Haroske

.....

Dr.-Ing. Gesa Haroske

INGENIEURKAMMER MECKLENBURG-VORPOMMERN Dr.-Ing. Gesa Haroske B-1457-2010 Beratender Ing.

## 4. Literatur

[A] Unterwasserkrause GmbH Schellhorn: Untersuchungsbericht, Fischerhafen Möltenort v. 26. April 2021, 26 Seiten

[1] DIN 68800 T1 bis T4 "Holzschutz im Hochbau" und Beuth-Kommentar zur DIN 68800

[2] Huckfeldt, T.; Schmidt, O.: Hausfäule- und Bauholzpilze, Rudolf Müller Verlag Köln 2006

[3] Weiß; Wagenführ; Kruse: Beschreibung und Bestimmung von Bauholzpilzen, DRW-Verlag Weinbrenner Leinfelden-Echterdingen 2000

[4] DIN 1074: Holzbrücken, Sept. 2006

[5] Wagenführ, R.: Holzatlas

[6] DIN EN 350-2: Natürliche Dauerhaftigkeitsklassen

[7] DIN 1076: Brückenprüfung

[8] Informationsdienst Holz: Spezial - Unterhaltungskosten und Lebensdauer geschützter Brücken, Dezember 2005 (Sonderdruck aus Bauen mit Holz 11/2005)

[9] https://www.holzvomfach.de/fachwissen-holz/holz-abc/

[10] Bundesanstalt für Wasserbau: Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken (MSV), Mai 2011

## 5. Anlagen

Anlage 1: Fotodokumentation und Bohrwiderstandsmessdiagramme, 27 Seiten

Anlage 2: IHD Dresden, Untersuchungsbericht Auftrags-Nr. 1221178 – Holzartenbestimmung an einem Bohrkern (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort), 9.6.2021, 6 Seiten

Anlage 3: IHD Dresden, Untersuchungsbericht Auftrags-Nr. 1221209 – Pilzbestimmung an einer geschädigten Holzprobe (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort), 28.7.2021, 6 Seiten

# Anlage 1 - Fotodokumentation und Bohrwiderstandsmessdiagramme

Bild 1: Ansicht KFK-Brücke Achse 1A bis 5A mit Ponton zwischen Achse 4A und 5A zur Begutachtung

Bild 2: Detail aus Bild A1, Diagonalverstrebungen an Pfähle verbolzt, Korrosion und Fäulnis im Wasserwechselbereich

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung und Messungen am Pfahl 4 B

Bild 3: Pfahlkopf 4 B ab Hirnholz abwärts mit Braun- und Weißfäule (Innenfäule), s. Messdiagramm im Bild 4

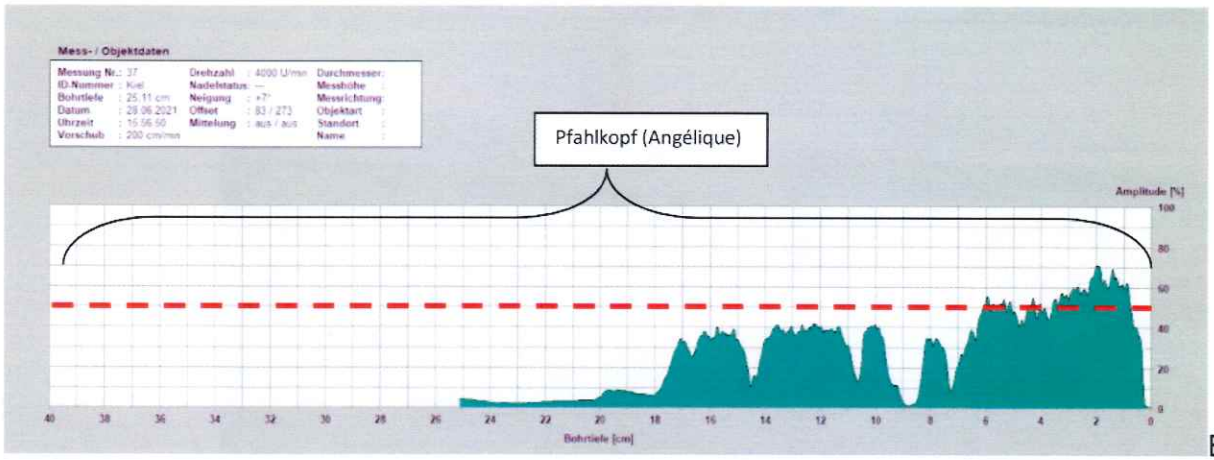
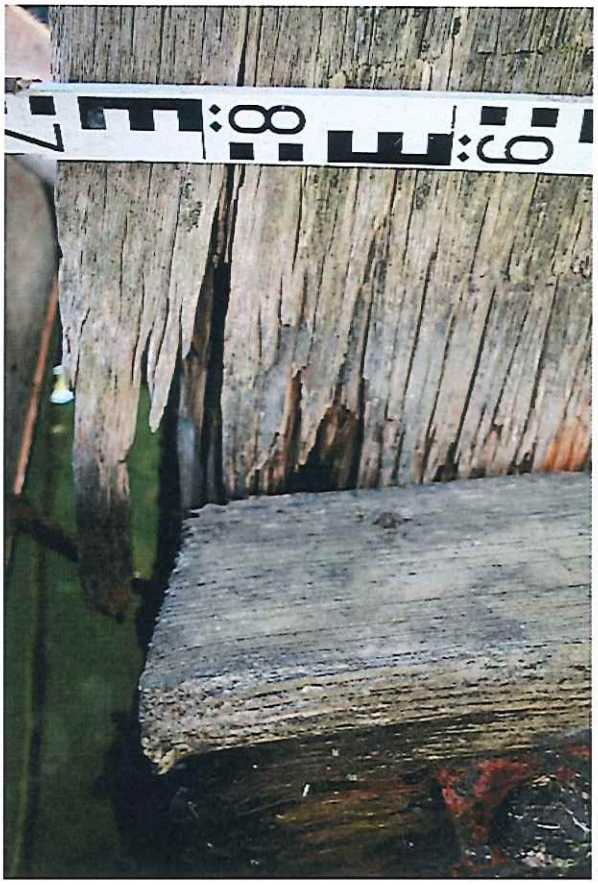



Bild 4: Horizontale Messung in der Achse Pfahl 4 B – Horizontale Bohrung im **Pfahlkopf** ca. 4 cm unterhalb der Zange aus Nadelholz NH gebohrt*

**Ergebnis**: Pfahlkopf mit Kernfäule (Weiß- und Braunfäule), Hohlräume, Querschnittsschwächung ca. 60-70%

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)



Bilder 5, 6 und 7: Pfahl 4 B im **Wasserwechselbereich** – Querschnittsschwächung ca. 40-60% durch Braun-, Moder- und Weißfäule, Verwitterung, Frost, Auswaschungen zum Teil „lamellenartig", s. Messdiagramm im Bild 8

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

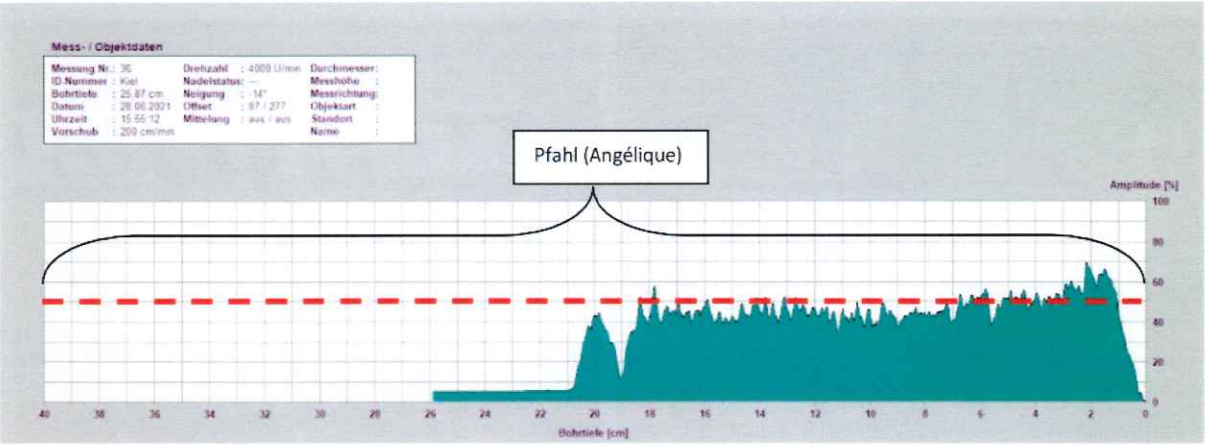



Bild 8: Messung in der Achse Pfahl 4 B – Horizontale Bohrung in der **Wasserwechselzone** *

**Ergebnis:** „Lamellen" und Schädigungen im Wasserwechselbereich des Pfahles durch Auswaschungen, Abrieb, Fäulnis, Frost; Querschnittsschwächung ca. 40-60%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung und Messungen am Pfahl 5 B

Bild 9: Pfahl 5 B, keine Oberflächenschäden im oberen Bereich der abgenommenen Strebe, Schäden im Wasserwechselbereich sichtbar

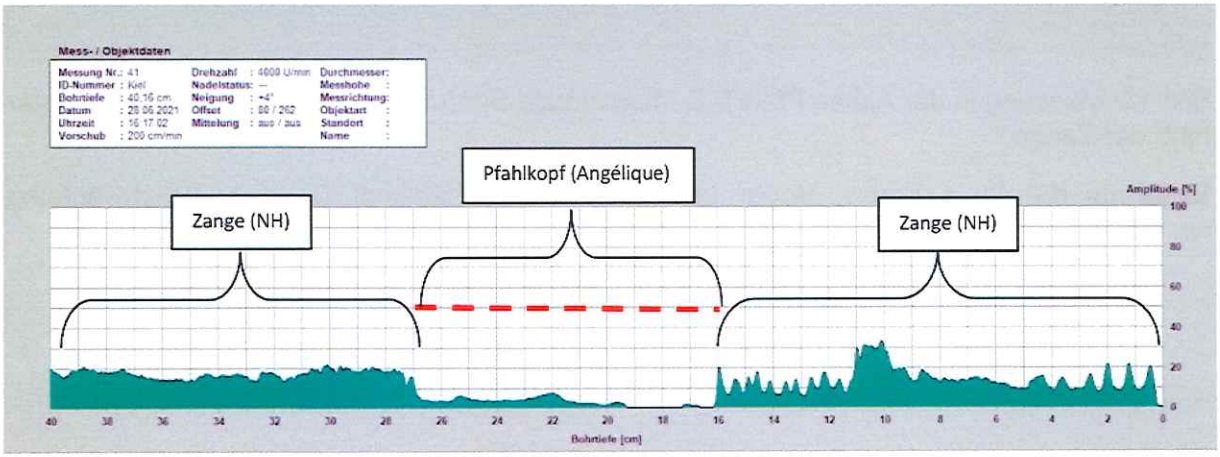



Bild 10: Messung in der Achse Pfahl 5 B: Horizontale Bohrung durch Zange (ca. 16 cm breit), **Pfahlkopf** (ca. 11 cm) und Zange *
**Ergebnis:** Zangen intakt; Pfahlkopf mit Braun- und Weißfäule, komplette Querschnittsschädigung
*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 11: Bohrwiderstandsmessung im Pfahlkopf 5 B, ca. 15 cm unterhalb der Zange

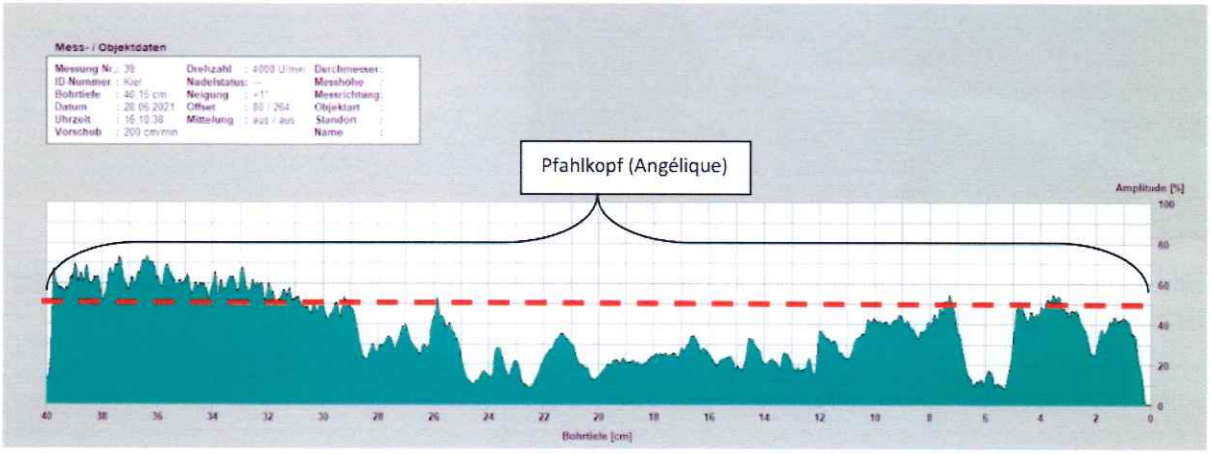



Bild 12: Messung in der Achse Pfahl 5 B - horizontale Bohrung im **Pfahlkopf** ca. 15 cm unterhalb der Zange *

**Ergebnis**: Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule) im Pfahlkopf, Querschnittsschwächung ca. 40%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

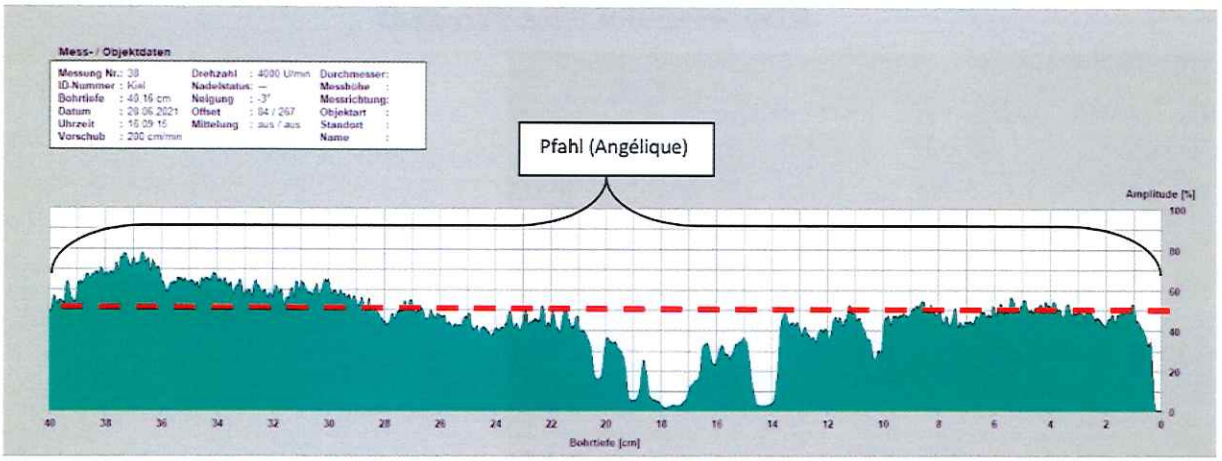



Bild 13: Messung in der Achse Pfahl 5 B - horizontale Bohrung im **Pfahl** ca. 30 cm unterhalb der Zange *

**Ergebnis**: Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule) im Pfahlkopf, Querschnittsschwächung ca. 20%

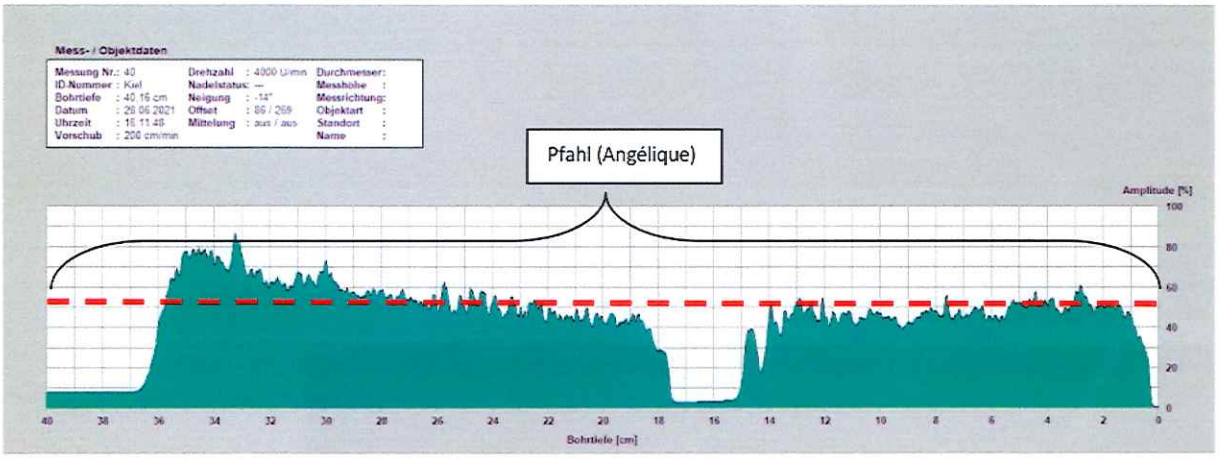



Bild 14: Messdiagramm in der Achse Pfahl 5 B – horizontale Bohrung 60 cm unterhalb der Zange, in Richtung **Wasserwechselzone** *

**Ergebnis:** Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule) und äußere Witterungsschäden durch Frost und Auswaschungen im Pfahl, Querschnittsschwächung ca. 20-25%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung am Pfahl 20 A

Bilder 15 und 16: Pfahl 20 A, Pfahlkopf zwischen den Zangen aufgrund des frei bewitterten Hirnholzes mit Fäulnisschäden ab Hirnholz abwärts (Innenfäule)

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung und Messungen am Pfahl 20 B

Bilder 17 und 18: Pfahlkopf Achse 20 B mit Kennzeichnung der horizontalen Bohrwiderstandsmessungen

Bild 19: Pfahl Achse 20 B – horizontale Bohrung durch Zange (NH) und Pfahlkopf (Angélique), Messdiagramm s. Bild 20

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

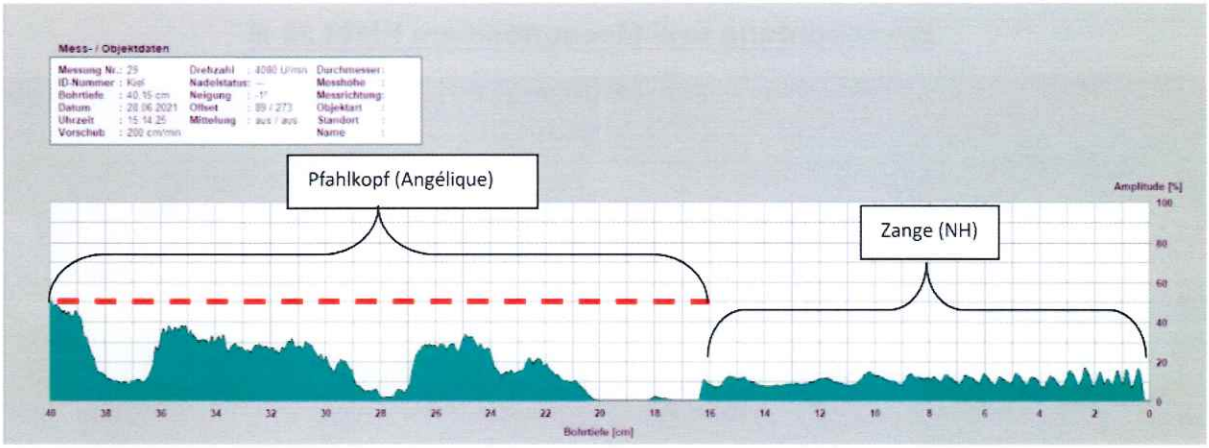



Bild 20: Messdiagramm in der Achse Pfahl 20 B - Horizontale Bohrung durch Zange (16 cm breit) und **Pfahlkopf** *

**Ergebnis:** Zange intakt; Pfahlkopf mit Braun-, Moder und Weißfäule, Querschnittsschwächung ca. 50%

Bild 21: Horizontale Bohrung durch Pfahlkopf 20 B (40 cm breit), ca. 5 cm unterhalb der Zange, Messdiagramm s. Bild 22

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

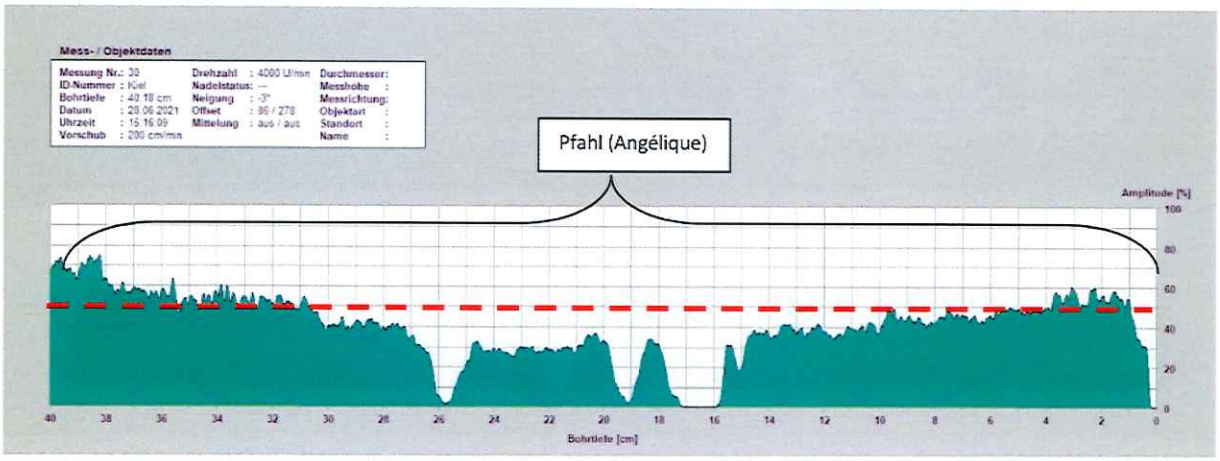



Bild 22: Messung in der Achse Pfahl 20 B - horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf** (40 cm breit), ca. 5 cm unterhalb der Zange *

**Ergebnis:** Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule) im Pfahlkopf, Querschnittsschwächung ca. 30-40%

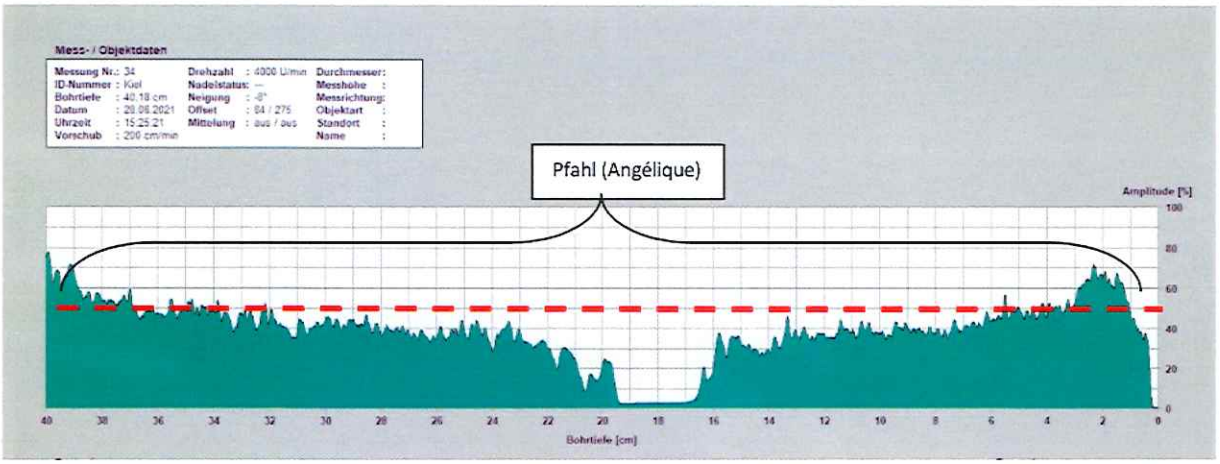



Bild 23: Messung in der Achse Pfahl 20 B - horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf** (40 cm breit) ca. 10 cm unterhalb der Zange *

**Ergebnis:** Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule) im Pfahlkopf, Querschnittsschwächung ca. 30%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

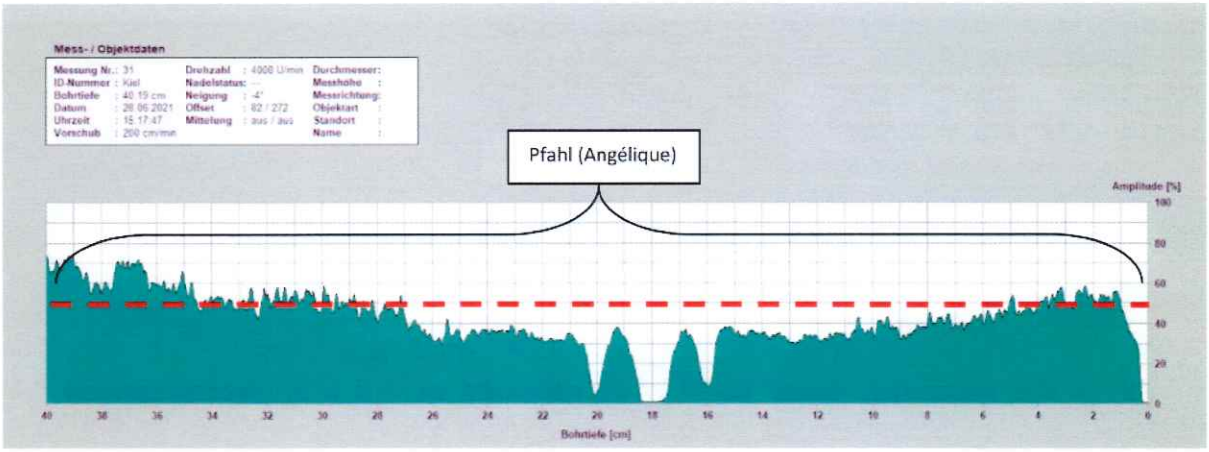


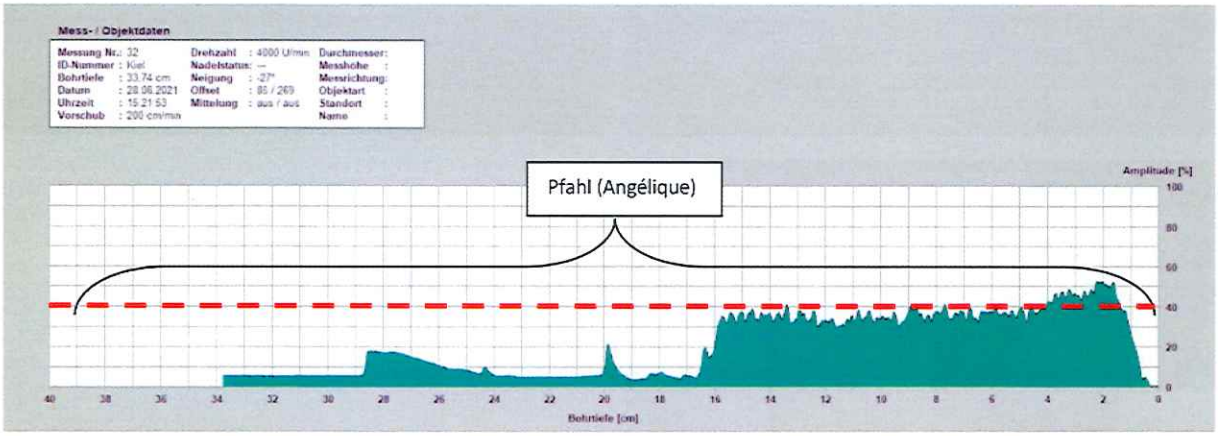

Bild 24: Messung in der Achse Pfahl 20 B - horizontale Bohrung durch Pfahl (40 cm breit) ca. 30 cm unterhalb der Zange *

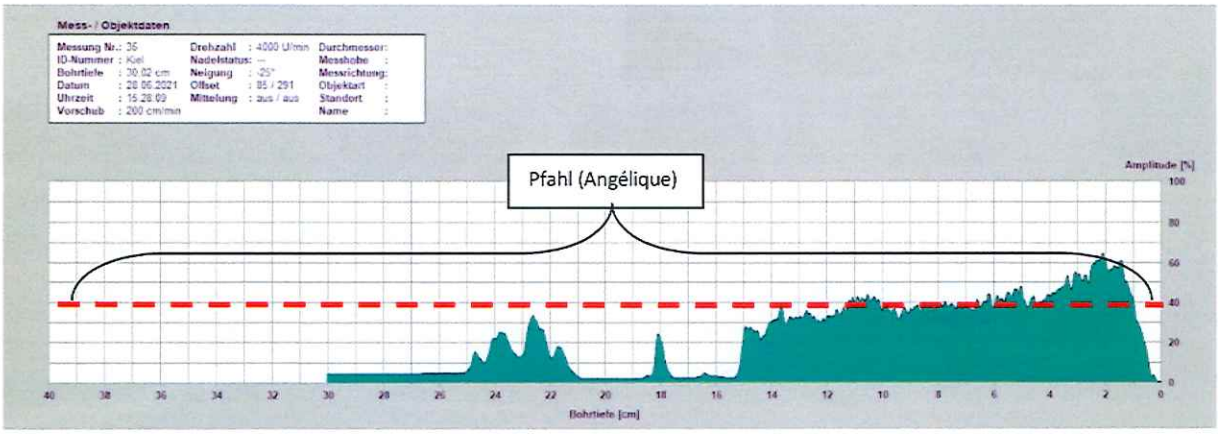
**Ergebnis:** Kernfäule (Braun-, Moder- und Weißfäule), Querschnittsschwächung noch ca. 20%

Bilder 25 und 26: Pfahl 20 B in der **Wasserwechselzone**, starke Querschnittsschwächung durch Fäulnis, Frost, Abwitterung

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bilder 27: Pfahl 20 B in der **Wasserwechselzone**, starke Querschnittsschwächung durch Fäulnis, Frost, Abwitterung; Messdiagramme s. Bilder 28 und 29




Bilder 28 und 29: Achse Pfahl 20 B – horizontale Bohrwiderstandsmessungen im **Wasserwechselbereich**, Abbruch der Bohrvorgänge aufgrund fehlenden Widerstandes (Fäulnis, Verwitterung)*

**Ergebnis**: starke Querschnittsschwächung des Pfahles (ca. 60-80%) in der **Wasserwechselzone** durch Fäulnis, Auswaschung, Frost

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung und Messungen am Pfahl 21 B

Bilder 30, 31, 32 und 33: Pfahl Achse 21 B; Ansicht mit Querschnittsschwächungen in der Wasserwechselzone

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 34: Achse 21 B – horizontale Bohrwiderstandsmessungen durch Pfahlkopf (Angélique/Basralocus) und Zange (Nadelholz NH), Messdiagramm s. Bilder 35 und 36

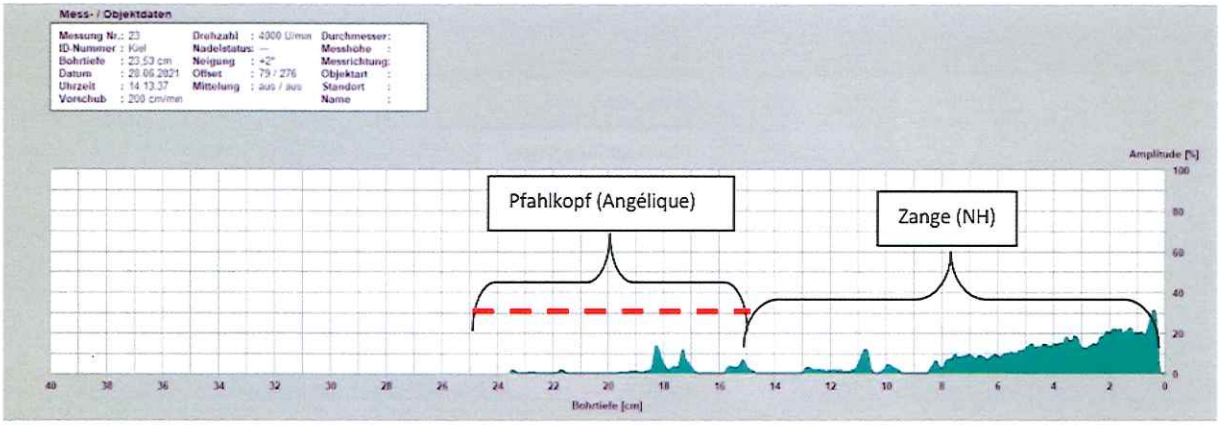



Bild 35: Pfahl Achse 21 B - horizontale Bohrung durch Zange (ca. 15 cm breit) / **Pfahlkopf** (ca. 10-12 cm breit), Bohrvorgang wurde automatisch abgebrochen, da im Pfahlkopf kein Widerstand mehr vorhanden war*

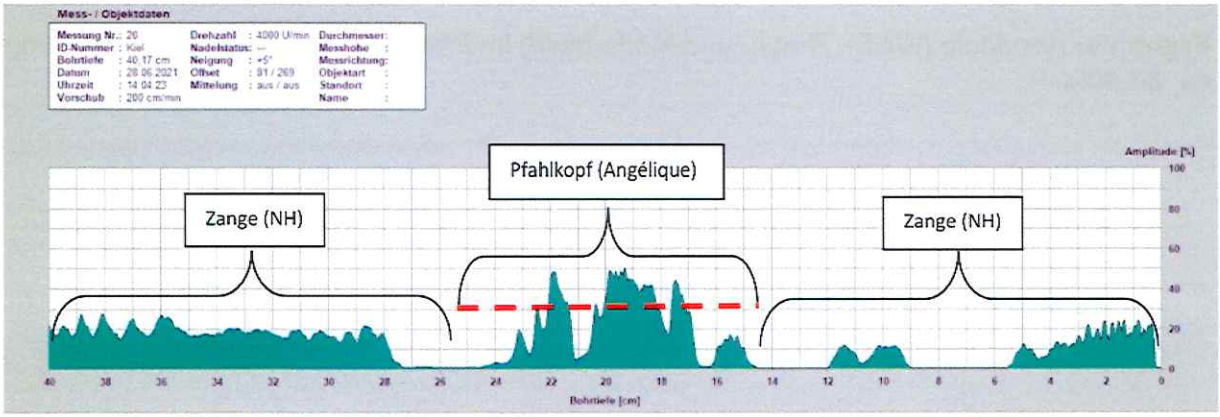



Bild 36: Pfahl Achse 21 B – Horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf** (ca. 10-12 cm breit) und beidseitige Zangen (je ca. 15 cm breit) *

**Ergebnis:** Pfahlkopf im frei bewitterten Hirnholzbereich mit Braun-, Moder- und Weißfäule; Querschnittsschädigung ca. 70-100%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

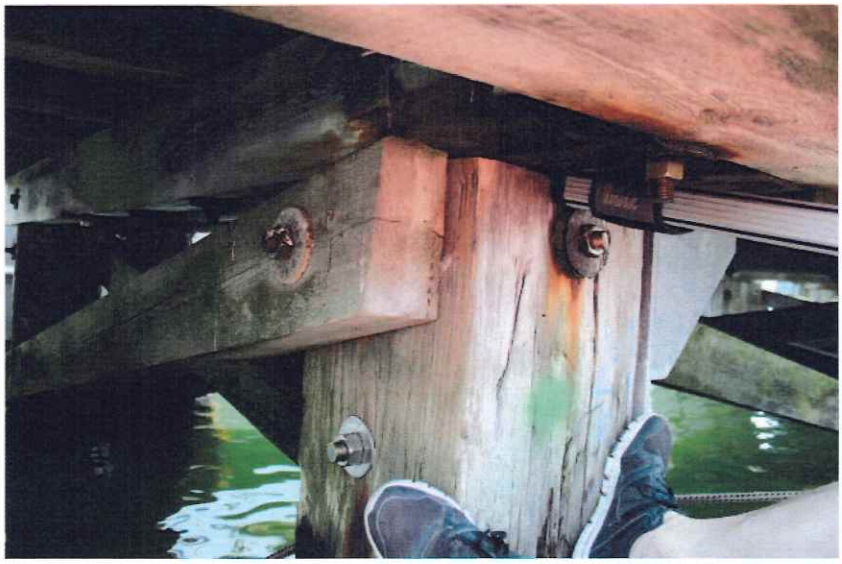


Bild 37: Pfahl Achse 21 B - horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf** (Angélique/Basralocus) direkt unterhalb der Zange

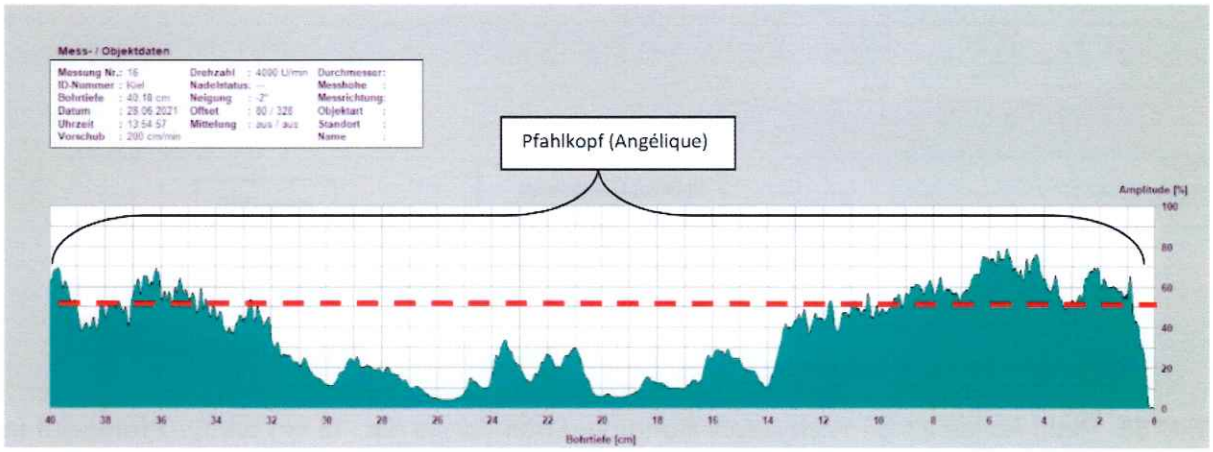



Bild 38: Achse Pfahl 21 B - horizontale Bohrung durch den **Pfahlkopf** direkt unterhalb der Zange*

**Ergebnis:** Kernfäule (Weiß-, Braun- und Moderfäule) im Pfahlkopf, Querschnittsschwächung ca. 50-60%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 39: Pfahl Achse 21 B – horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf**, ca. 15 cm unterhalb der Zange

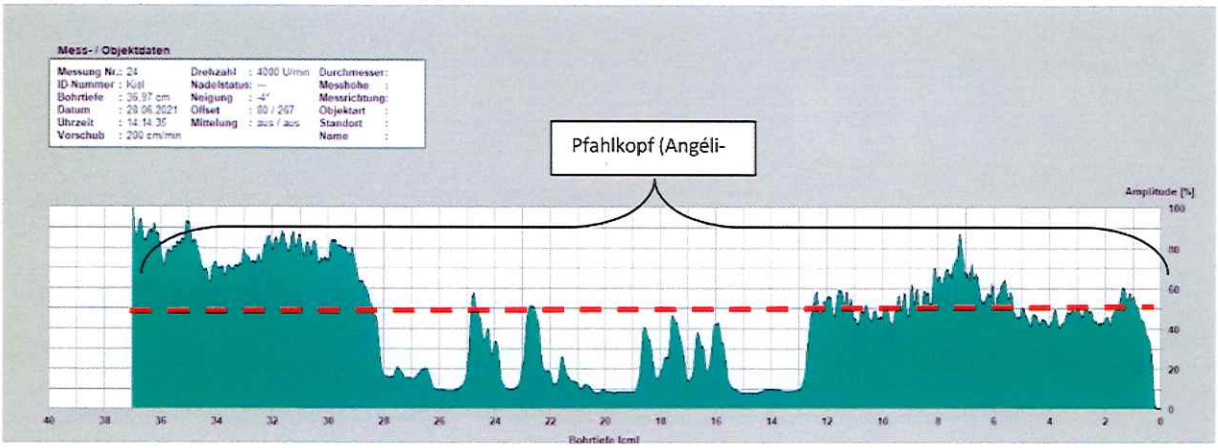



Bild 40: Achse Pfahl 21 B - horizontale Bohrung durch Pfahlkopf, ca. 10 cm unterhalb der Zange*

**Ergebnis:** Kernfäule, Fäulnisschädigung im Pfahlkopf (Angélique), Querschnittsschädigung ca. 50%

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 41: Pfahl Achse 21 B – horizontale Bohrwiderstandsmessung im intakten Pfahlbereich zwischen Pfahlkopf und Wasserwechselzone; Messdiagramm s. Bild 42

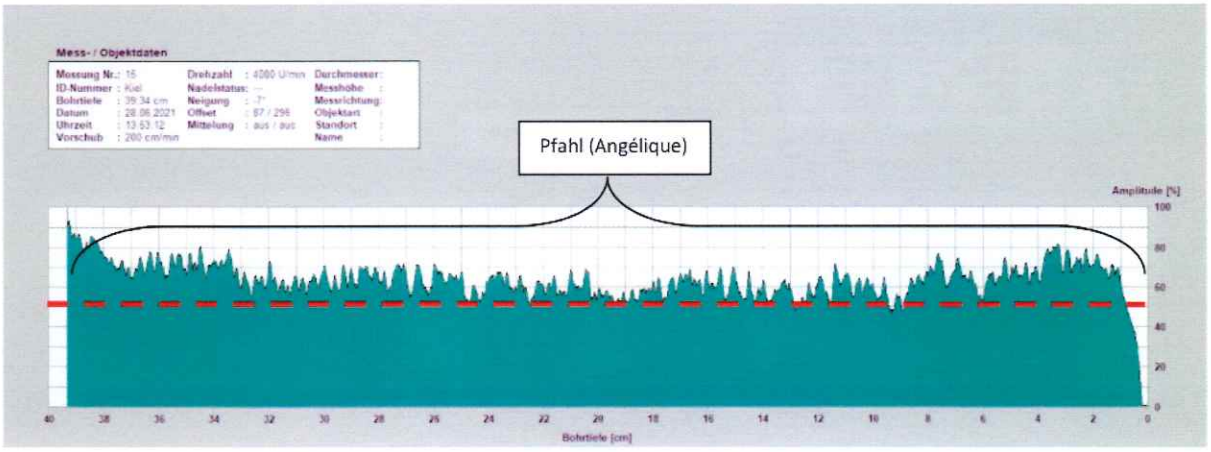



Bild 42: Achse 21 B, Bohrwiderstandsmessung im **intakten Pfahlbereich** zwischen geschädigtem Pfahlkopf und geschädigter Wasserwechselzone und, s. Bild 34

**Ergebnis:** Keine Schädigungen, konstant gleich hoher Bohrwiderstand, Vergleichsmesskurve für alle andern Messungen an den Pfählen aus Angélique (Basralocus)!*

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung und Messungen am Pfahl 21 A

Bilder 43 und 44: Achse Pfahl 21 A, Übersicht der vier Bohrungen in vier Ebenen (Pfahlkopf im Bereich der Zange, Pfahlkopf direkt unterhalb der Zange, Pfahlbereich ca. 20 cm und ca. 45 cm unterhalb der Zange)

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 45: Pfahlkopf Achse 21 A, frei bewittertes Hirnholz durch Fäulnis fast komplett nicht mehr vorhanden – systematische Schädigung an allen Pfahlköpfen

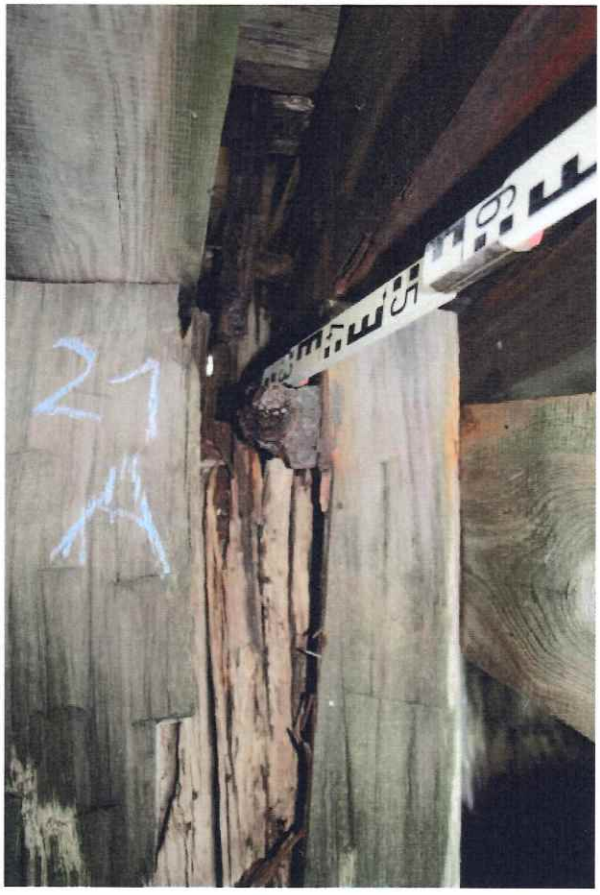
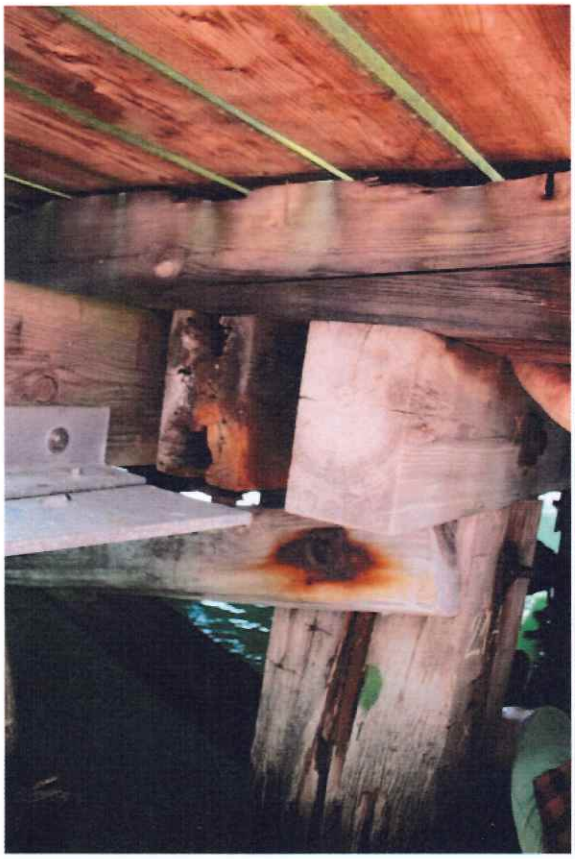


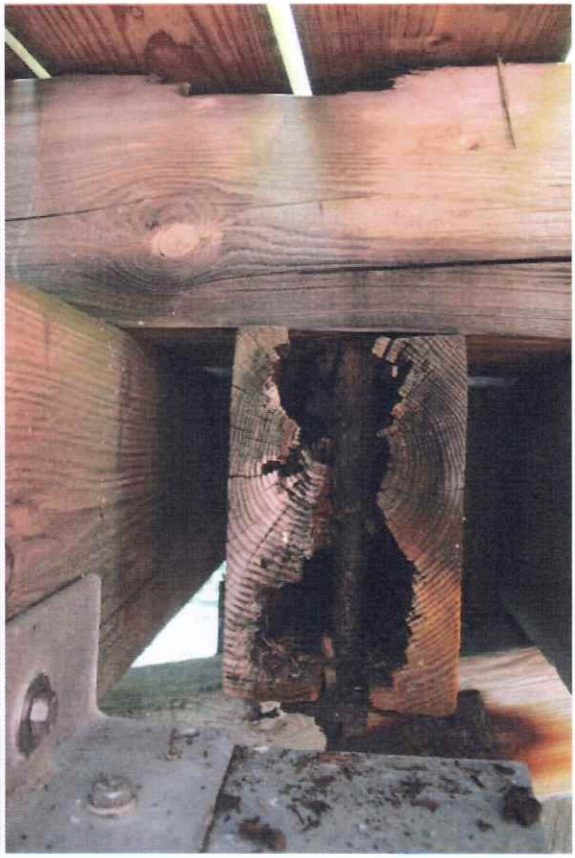

Bild 46: Pfahlkopf Achse 21 A durch Fäulnis (Braun-, Weiß- und Moderfäule) komplett zerstört, Querschnittsschädigungen bis in den Wasserwechselbereich 50-100%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bilder 47, 48, 49, 50: Pfahlkopf Achse 21 A durch Fäulnis (Braun-, Weiß- und Moderfäule) komplett zerstört, Querschnittsschädigungen bis in den Wasserwechselbereich 50-100%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)





Bilder 51 und 52: Pfahl Achse 21 A, Pfahlkopf und Zangen komplett fäulnisgeschädigt

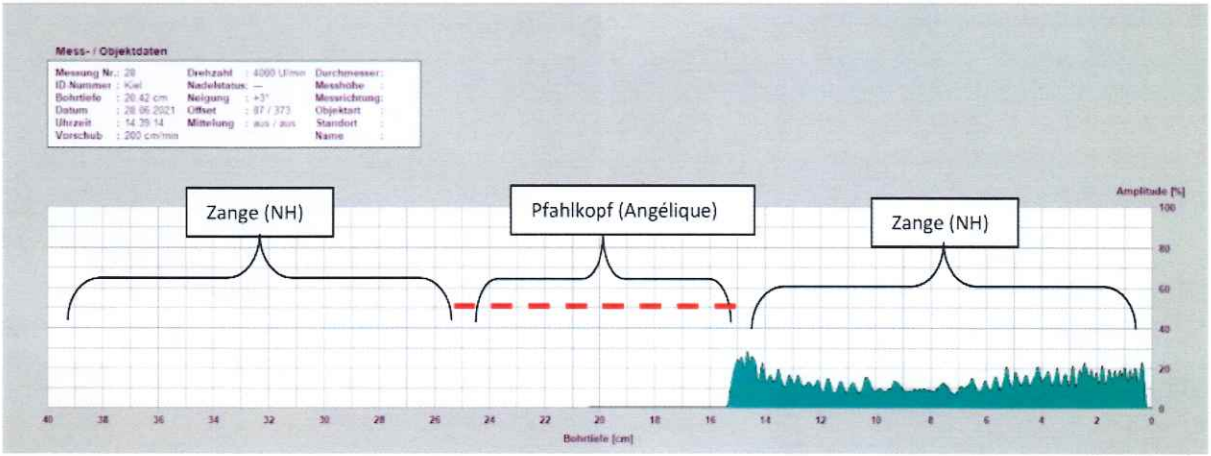



Bild 53: Pfahl Achse 21 A - horizontale Bohrung durch Zange (NH) / Pfahlkopf (Angélique) / Zange (NH)*

Ergebnis: 1. Zange intakt, Pfahlkopf und 2. Zange komplett fäulnisgeschädigt

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

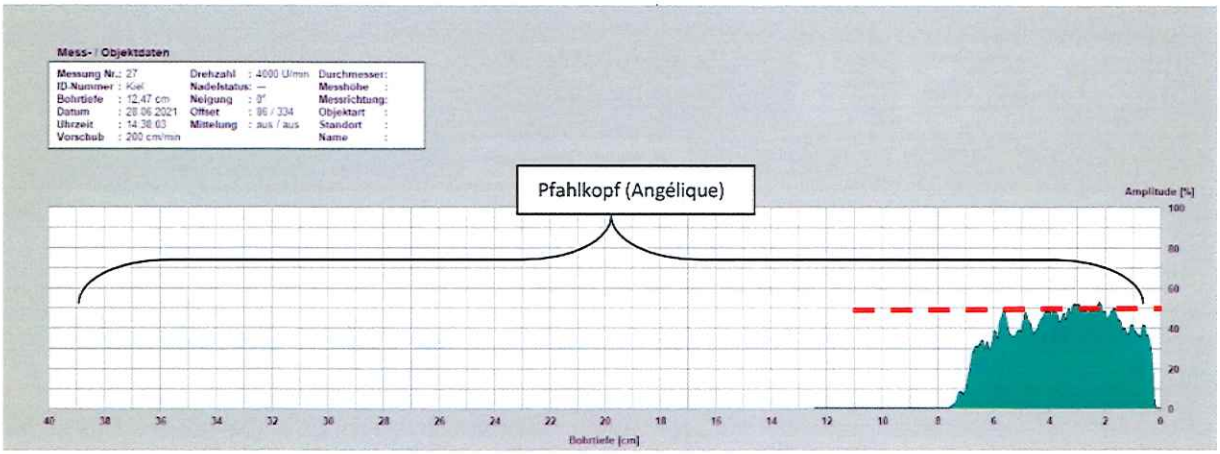



Bild 54: Pfahl 21 A, horizontale Bohrung durch Pfahl direkt unterhalb der Zange; automatischer Abbruch des Bohrvorganges aufgrund der Fäulnis im **Pfahlkopf***

**Ergebnis:** Pfahlkopf fäulnisgeschädigt ca. 80%

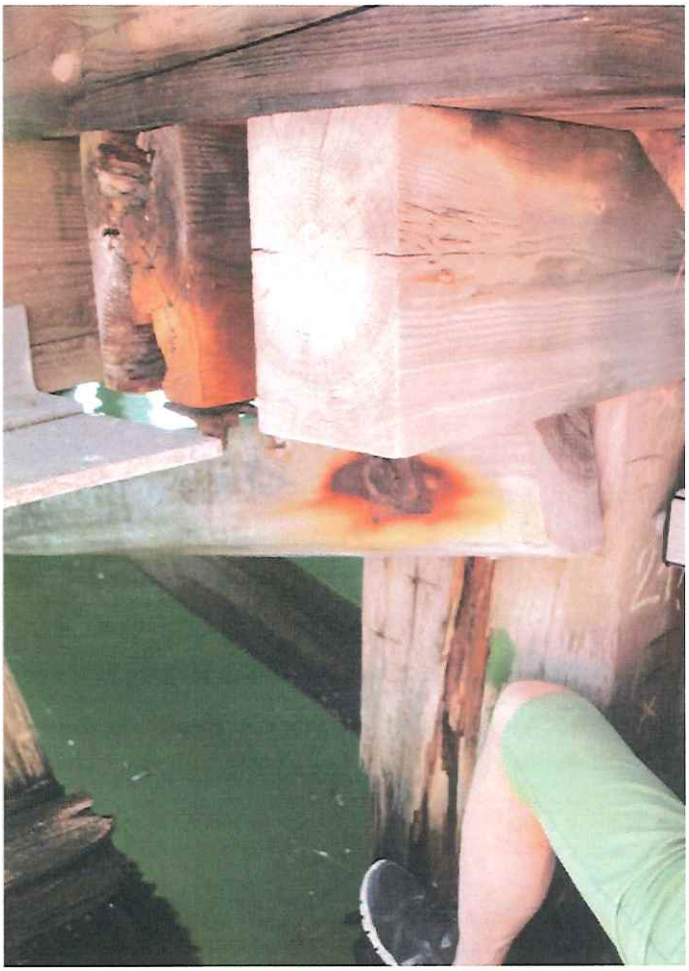


Bild 55: Achse Pfahl 21 A - horizontale Bohrung durch den **Pfahlkopf**, ca. 20 cm unterhalb der Zange*

**Ergebnis** Fäulnis (Braun-, Weiß- und Moderfäule) im Pfahl, Schädigungen bis in den Wasserwechselbereich, Querschnittsschwächung

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

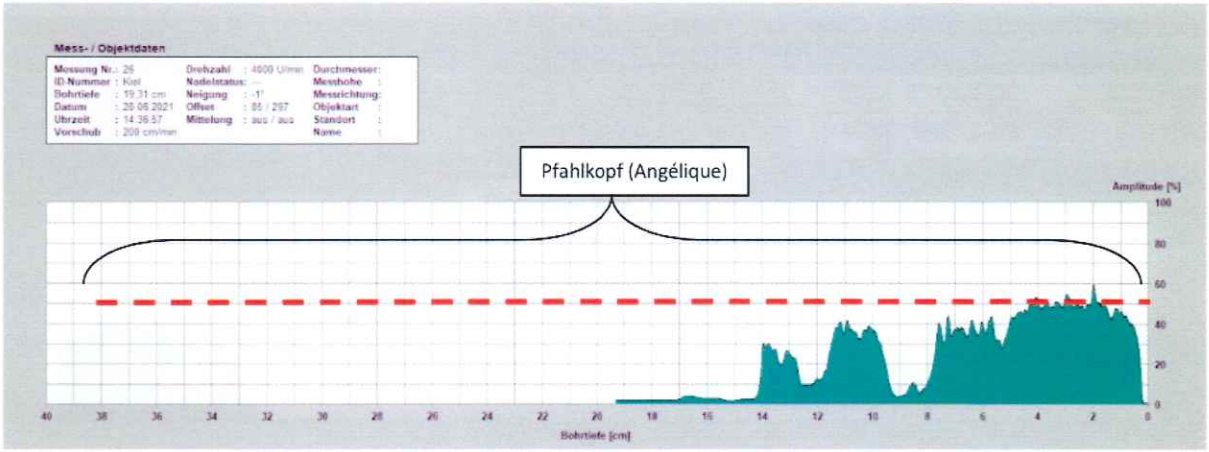
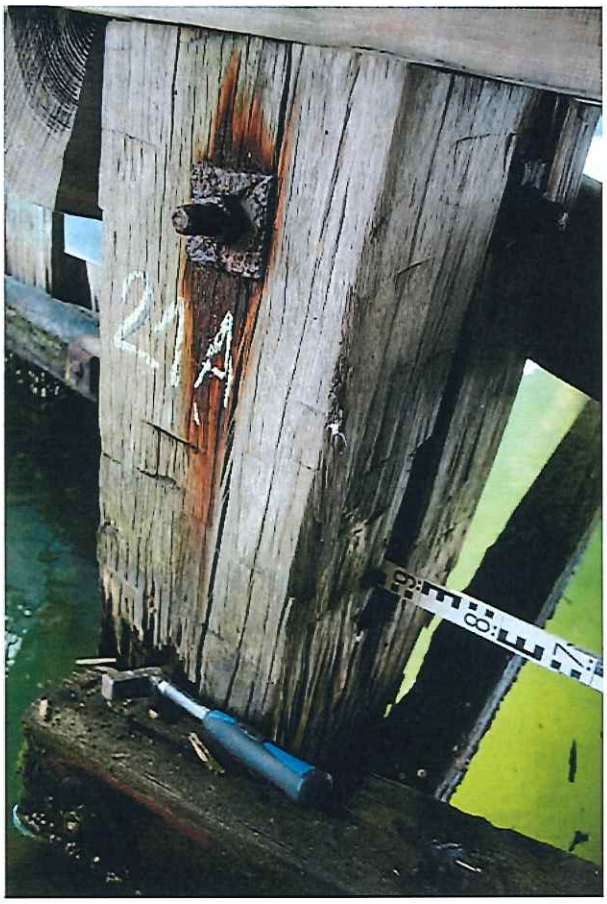



Bild 56: Achse Pfahl 21 A - horizontale Bohrung durch **Pfahlkopf,** ca. 20 cm unterhalb der Zange; automatischer Abbruch des Bohrvorganges aufgrund der Fäulnis im Pfahlkopf*

**Ergebnis:** Pfahl durch Fäulnis (Braun-, Weiß- und Moderfäule) zerstört, Querschnittsschädigung ca. 50-80%; Schädigungen reichen bis in den Wasserwechselbereich

Bild 57: Achse Pfahl 21 A, Pfahl vom Kopf bis einschließlich der Wasserwechselzone querschnittsgeschwächt, ca. 50-80% (aus dem Pfahl entferntes verfaultes Probematerial schwimmt auf der Wasseroberfläche)

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)



Bilder 58, 59 und 60: Achse Pfahl 21 A, Pfahl vom Kopf bis einschließlich der Wasserwechselzone erheblich querschnittsgeschwächt, über Gesamtlänge ca. 50-80%

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Bild 61: Achse Pfahl 21 A - horizontale Bohrung ca. 45 cm unterhalb der Zange nahe Wasserwechselbereich; Bohrwiderstandsmessdiagramm im Bild 62

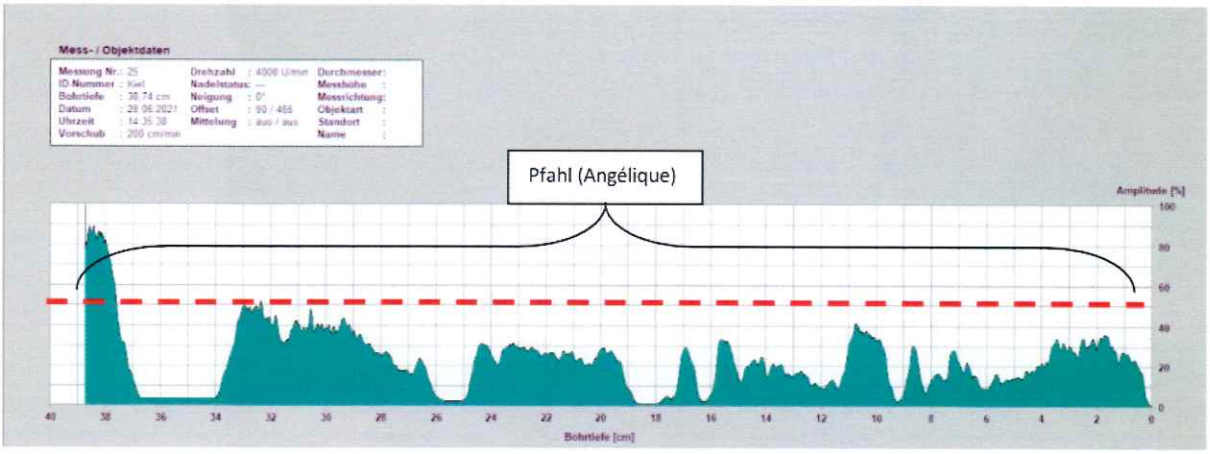



Bild 62: Achse Pfahl 21 A - horizontale Bohrung ca. 45 cm unterhalb der Zange, nahe **Wasserwechselbereich***

**Ergebnis:** Querschnittsschwächung (Fäulnis) über die gesamte Pfahlbreite ca. 50-80%

*Legende: – – angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

## Begutachtung am Pfahl 22 B

Bilder 63 und 64: Achse Pfahl 22 B - Abbau der Diagonalen/Streben, keine Oberflächenschädigungen im Bereich der oberen Strebenverbindung, keine Bohrwiderstandsmessungen durchgeführt – Es wird davon ausgegangen, dass Pfahlkopf und Wasserwechselzone mit und ohne Knotenpunkt Streben/Pfahl ebenso fäulnisgeschädigt sind (systematische Schädigung an allen Pfählen)

*Legende: — — angenommene Grenzlinie für intaktes Pfahlholz (Angélique/Basralocus), 50% Amplitude (Bohrwiderstand)

Institut für Holztechnologie Dresden · Zellescher Weg 24 · 01217 Dresden · Germany

Dr.-Ing. Gesa Haroske
Sachverständige für Holzschutz (EIPOS)
Birkenweg 4
23968 Gägelow/Wismar

Institut für Holztechnologie Dresden
gemeinnützige GmbH
Zellescher Weg 24
01217 Dresden

Tel.: +49 351 4662 270
Fax: +49 351 4662 211
bjoern.weiss@ihd-dresden.de
www.ihd-dresden.de

Dresden, 09.06.2021

# Untersuchungsbericht
# Auftrags-Nr. 1221178

| | |
|---|---|
| **Auftrag:** | Holzartenbestimmung an einem Bohrkern (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort) |
| **Auftrag vom:** | 29.05.2021 |
| **Auftraggeber (AG):** | Dr.-Ing. Gesa Haroske, Sachverständige für Holzschutz (EIPOS), Birkenweg 4, 23968 Gägelow/Wismar |
| **Auftragnehmer (AN):** | Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD) |
| **Verantw. Bearbeiter:** | Prof. Björn Weiß |

Dr. Wolfram Scheiding
Ressortleiter Biologie/Holzschutz

Der Untersuchungsbericht enthält 6 Seiten einschließlich 10 Fotos. Jede auszugsweise Vervielfältigung bedarf der schriftlichen Genehmigung des IHD. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Material.

## 1 Auftrag

Das Institut für Holztechnologie gemeinnützige GmbH (IHD) wurde beauftragt, eine Holzartenbestimmung an einem Bohrkern (Entnahmeort: Pfahl im Fischerhafen Möltenort) durchzuführen.

## 2 Untersuchungsmaterial

Der Bohrkern wurde vom AG einem Pfahl im Fischerhafen Möltenort entnommen und zur Untersuchung gesannt.

## 3 Untersuchungsdurchführung

Für die mikroskopische Holzartenbestimmung wurde der Bohrkern im Rahmen der Präparation begradigt und in mehrere Teile aufgetrennt (Foto 1). Ein Teil wurde für die mikroskopische Auflichtuntersuchung feinstgeschliffen, die anderen Teile wurden für die Herstellung von Holzdünnschnitten (quer, tangential, radial) und die mikroskopischen Durchlichtuntersuchungen aufgetrennt. Die Untersuchungen wurden mit dem Auflichtmikroskop SMZ 1500 und dem Durchlichtmikroskop Eclipse E 800 der Firma Nikon durchgeführt. Anhand der ermittelten makro- und mikromorphologischen Strukturmerkmale wurde die Holzart bestimmt.

Foto 1: Untersuchungsmaterial aufgetrennt; der Holzquerschnitt (oben) wurde feinstgeschliffen

Foto 2: Längsfläche; Farbe grau-braun, Gefäßrillen deutlich

Verwendete Abkürzungen

Holzstrukturelemente: G ... Gefäße, LP ... Längsparenchym, HS ... Holzstrahlen, F ... Fasern

Hauptschnittrichtungen: Q ... Querschnitt, T ... Tangentialschnitt, R ... Radialschnitt

## 4 Holzartenbestimmungen

Bei den Auf- und Durchlichtuntersuchungen wurden folgende Hauptbestimmungsmerkmale festgestellt:

| | |
|---|---|
| **Makroskopisch** | |
| – Farbe | grau-braun (Foto 2); Gefäßrillen deutlich |
| **Mikrokopisch** | |
| Gefäße | |
| – Anordnung (Q)* | zerstreutporig; meist einzeln, auch paarig und seltener in radialen Gruppen (Foto 3, 4) |
| – Form (Q) | oval bis leicht eckig (Foto 5) |
| – Durchmesser (Q) | 197 ... 250 ... 287 µm |
| – Tüpfel | deutlich behöft, wechselständig angeordnet, vertikaler Durchmesser etwa 5 ... 7 µm (Foto 10) |
| – Inhalt | dunkle Kernstoffe |
| Holzstrahlen | |
| – Anordnung (T) | Stockwerkbau vorhanden, mitunter leicht schräg, nicht immer deutlich (Foto 6, 7) |
| – Zusammensetzung | heterogen; mit ein oder zwei Reihen aufrechter Kantenzellen (Foto 8, 9) |
| – Breite (T) | 1, 2 und 3 Zellen |
| – Höhe (T) | 260 ... 512 ... 672 µm |
| – Inhalt (R) | reichlich $SiO_2$-Einlagerungen |
| Längsparenchym | |
| – Anordnung | bandförmig, 2 bis 6 Zellen breit oder aliform, auch aliform-konfluent (Foto 3 bis 5) |

*Merkmale im Querschnitt (Q); Tangentialschnitt (T), Radialschnitt (R) erkennbar

Bestimmte Holzart: Die festgestellten Merkmale stimmen mit denen von Angélique/ Basralocus (*Dicorynia* spp., *D. guianensis*) überein.

Foto 3: Auflicht; Gefäßanordnung zerstreutporig, LP bandförmig oder aliform; Q, M 10:1

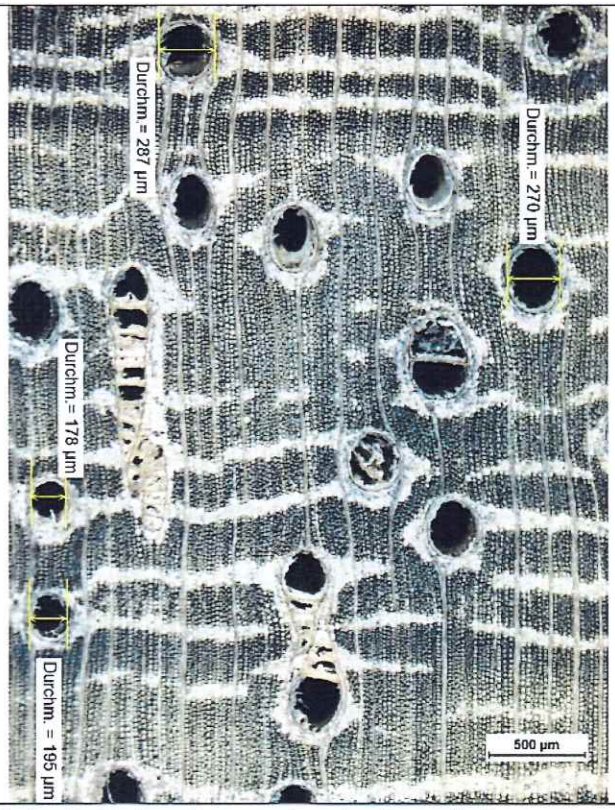



Foto 4: G einzeln, paarig oder in rad. Gruppen, Ø: 195 ... 287 µm (sehr groß); Q, M 100:1

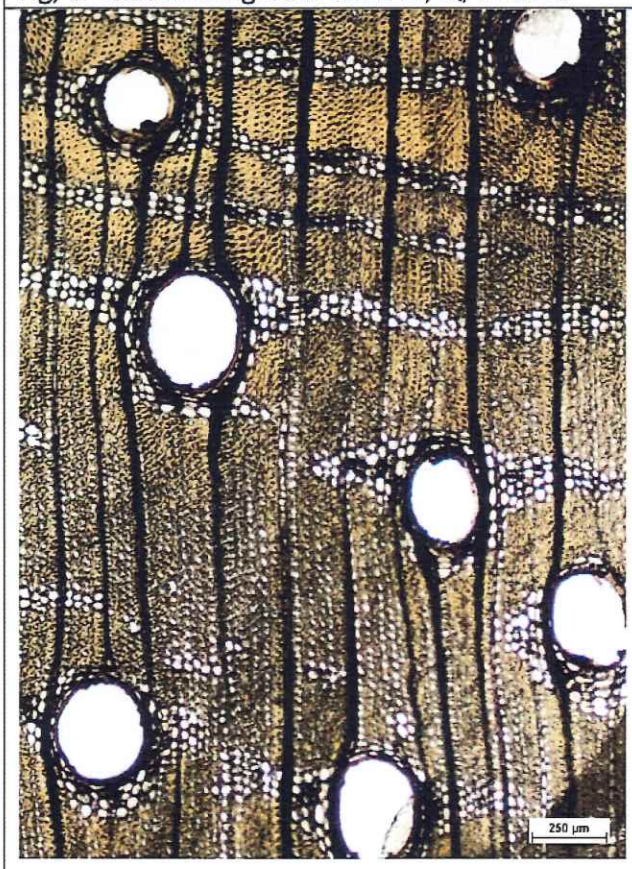



Foto 5: Durchlicht; G leicht oval, LP-Bänder 2 bis 6 Zellen breit; Q, M 40:1

Foto 6; HS teilweise stockwerkartig angeordnet, Höhe: 260 ... 512 ... 672 µm; T, M 40:1

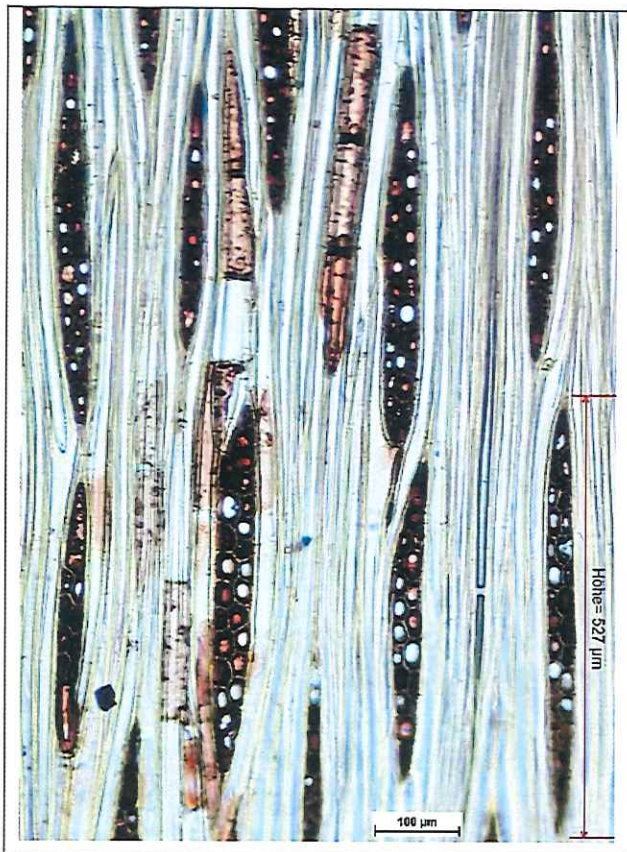



Foto 7; HS stockwerkartig angeordnet, 1 bis 3 Zellen breit, heterogen aufgebaut; T, M 100:1

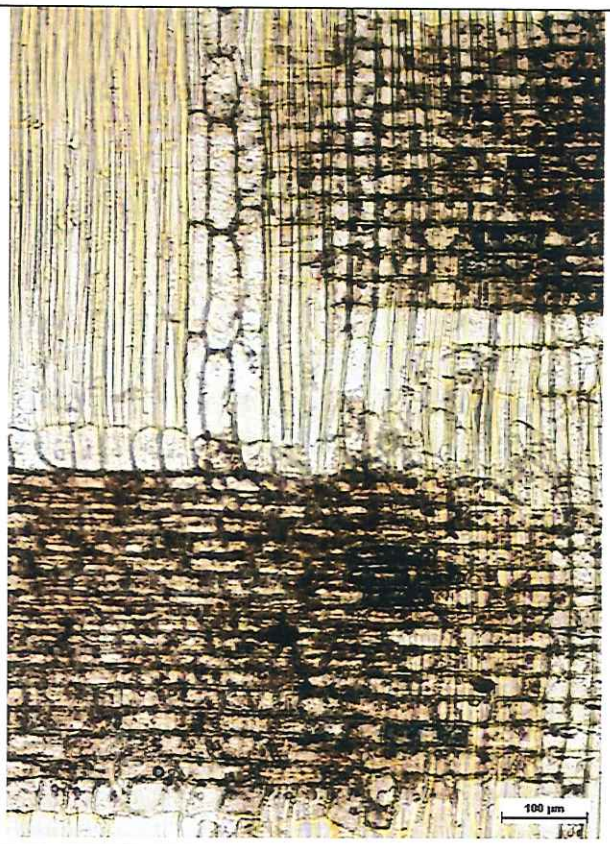



Foto 8; HS-Zusammensetzung: stark heterogen; R, M 100:1

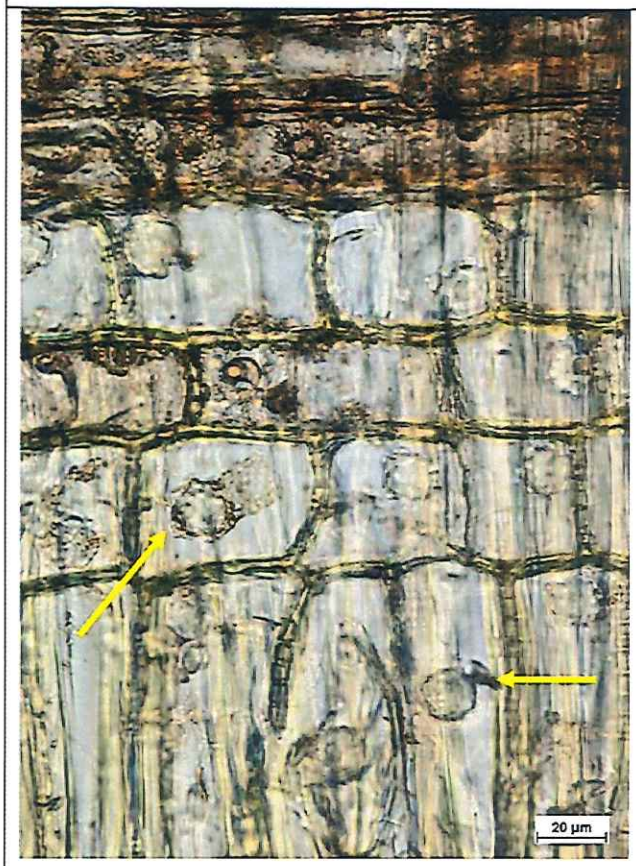



Foto 9: HS-Zellen mit reichlich $SiO_2$- Einlagerungen; R, M 400:1

Foto 10: G-Tüpfel wechselständig, vertikaler Durchmesser etwa 5 ... 7 µm; R, M 600:1

## 5 Zusammenfassung

Das IHD hat eine Holzartenbestimmung an einem zugesandten Bohrkern (Entnahmeort: Pfahl im Fischerhafen Möltenort) durchgeführt.
Die mikroskopischen Holzstrukturmerkmale stimmen mit denen der Holzart von Angélique/ Basralocus (*Dicorynia* spp., *D. guianensis*) überein.

Hinweise zur Holzart:
- Angelique kommt aus Südamerika, gehört zur botanischen Familie der Fabaceae,
- Kurzzeichen nach DIN EN 13556: DIXX,
- laut DIN EN 350:2016 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten wird die natürliche Dauerhaftigkeit gegenüber holzzerstörenden Pilzen mit 2 (dauerhaft) v für Kernholz angegeben; v ... steht für große Variabilität; die Dauerhaftigkeit des Kernholzes gegenüber Bohrmuscheln wird mit Dauerhaftigkeitsklasse D (dauerhaft) angegeben,
- über die Rohdichte gibt es unterschiedliche Angaben: 720 ... 750 ... 790 kg/m³ ($u_{12\%}$; EN 350) und 750 ... 830 ... 900 kg/m³ ($u_{12\text{-}15\%}$; Wagenführ, R.: Holzatlas),
- in der Literatur (Wagenführ, R.: Holzatlas) wird für das Kernholz die Farbe rötlichbraun, schnell violettbraun nachdunkelnd angegeben; Splintholz: hellgrau bis hellrötlichbraun, etwa 3 ... 6 cm breit,
- im Handel werden bei dieser Art (*Dicorynia guianensis*) dunklere und schwere Qualitäten als „Angelique rouge" bezeichnet; diese eignen sich hervorragend als Konstruktionsholz; hellere bzw. graue Qualitäten werden als „Angelique gris" bezeichnet und werden bevorzugt im Innenausbau eingesetzt (Wagenführ, R.: Holzatlas; Gottwald, H.: Handelshölzer).

Prof. Björn Weiß
wiss. Mitarbeiter
Ressort Biologie/ Holzschutz
Sachverständiger für Holz gem. BNatSchG

Institut für Holztechnologie Dresden · Zellescher Weg 24 · 01217 Dresden · Germany

Dr.-Ing. Gesa Haroske
Sachverständige für Holzschutz (EIPOS)
Birkenweg 4
23968 Gägelow/Wismar

Institut für Holztechnologie Dresden
gemeinnützige GmbH
Zellescher Weg 24
01217 Dresden

Tel.: +49 351 4662 270
Fax: +49 351 4662 211
bjoern.weiss@ihd-dresden.de
www.ihd-dresden.de

Dresden, 28.07.2021

# Untersuchungsbericht
# Auftrags-Nr. 1221209

| | |
|---|---|
| **Auftrag:** | Pilzbestimmung an einer geschädigten Holzprobe (Entnahmeort: Pfähle im Fischerhafen Möltenort) |
| **Auftrag vom:** | 16.07.2021 |
| **Auftraggeber (AG):** | Dr.-Ing. Gesa Haroske, Sachverständige für Holzschutz (EIPOS), Birkenweg 4, 23968 Gägelow/Wismar |
| **Auftragnehmer (AN):** | Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD) |
| **Verantw. Bearbeiter:** | Prof. Björn Weiß |

Dr. Wolfram Scheiding
Ressortleiter Biologie/Holzschutz

Der Untersuchungsbericht enthält 6 Seiten einschließlich 5 Fotos. Jede auszugsweise Vervielfältigung bedarf der schriftlichen Genehmigung des IHD. Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das untersuchte Material.

## 1 Auftrag

Das Institut für Holztechnologie gemeinnützige GmbH (IHD) wurde beauftragt, eine geschädigte Holzprobe zu untersuchen und eine Pilzbestimmung durchzuführen.

## 2 Untersuchungsmaterial

Die Probe wurde vom AG einem Bauteil im Fischerhafen Möltenort entnommen und zur Untersuchung gesannt (Foto 1).

Foto 1: Untersuchungsmaterial; 2 Holzstücke, durch Braun- und Weißfäule geschädigt

## 3 Untersuchungsdurchführung

Die Probenoberflächen und die Schadbereiche wurden makroskopisch auf Myzelanhaftungen untersucht. Die Untersuchungen erfolgten mit dem Auflichtmikroskop „SMZ 1500" der Firma Nikon bei 7 ... 100facher Vergrößerung. Um die Abbaustrukturen zu untersuchen wurden vom Holz Dünnschnitte angefertigt und im Durchlicht mit dem Forschungsmikroskop „ECLIPSE E 800" bei 600facher Vergrößerung untersucht. Über die entsprechende Kopplung mit dem Bildverarbeitungssystem „NIS-Elements D3.2" und der digitalen „Camera DS-Fi1c" wurden Messungen durchgeführt und Fotos erstellt. Anhand der ermittelten Merkmale wurden die Schaderreger zugeordnet.

Weil keine Oberflächenmyzelien vorhanden waren, wurde pilzgeschädigtes Holz entnommen und molekularbiologisch im Mykolabor des Instituts für Holztechnologie Dresden GmbH (IHD) untersucht. Die molekulardiagnostische Pilzbestimmung erfolgte auf Basis der DNA-Chip-Technologie mit dem LCD-Array WDF1.0 Kit nach Herstellerangaben (Chipron GmbH). Das LCD-Array WDF1.0 Kit bietet die Möglichkeit, eine taxonomisch korrekte Identifizierung der häufigsten Hausfäulepilze (23 Pilzarten) durchzuführen.

## 4 Untersuchungsergebnisse

### 4.1 Mikroskopische Untersuchungen

Folgendes wurde festgestellt:

- Bei der pilzgeschädigten Holzart handelt es sich um die Holzart Angélique (*Dicorynia* spp.); Bestimmungsmerkmale: Holzstrahlen 1, 2 und 3 Zellen breit, stark heterogen aufgebaut, unregelmäßiger Stockwerkbau vorhanden (Foto 2),
- die Probe weist stärkere pilzliche Schäden auf, Oberflächenmyzel ist nicht vorhanden,
- stellenweise ist das Holz faserig aufgelockert und aufgehellt, durch Weißfäulepilze geschädigt (Foto 1, 3),
- stellenweise ist das Holz dunkelbraun verfärbt, kleiner Würfelbruch vorhanden; Würfelbruchlänge etwa 2 ... 6 mm (Foto 1, 4); Holzstrukturen häufig mit schräg gestellten Abbaukavernen, verursacht durch Moderfäulepilze (Foto 5).

| | |
|---|---|
| | Foto 2: Holzdünnschnitt, tangential; Holzstrahlen meist 2 bis 3 Zellen breit, heterogen aufgebaut, mit unregelmäßigem Stockwerkbau; M 40:1 |
| | Foto 3: Holz faserig aufgelockert und aufgehellt, durch Weißfäulepilze geschädigt; M 7,5:1 |

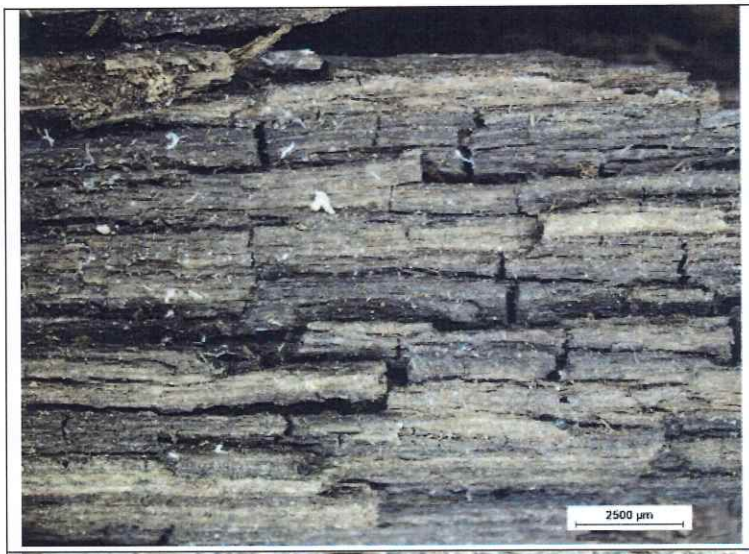



Foto 4: Holz dunkel verfärbt, Würfelbruch vorhanden; Würfelbruchlänge etwa 2 ... 6 mm; M 7,5:1

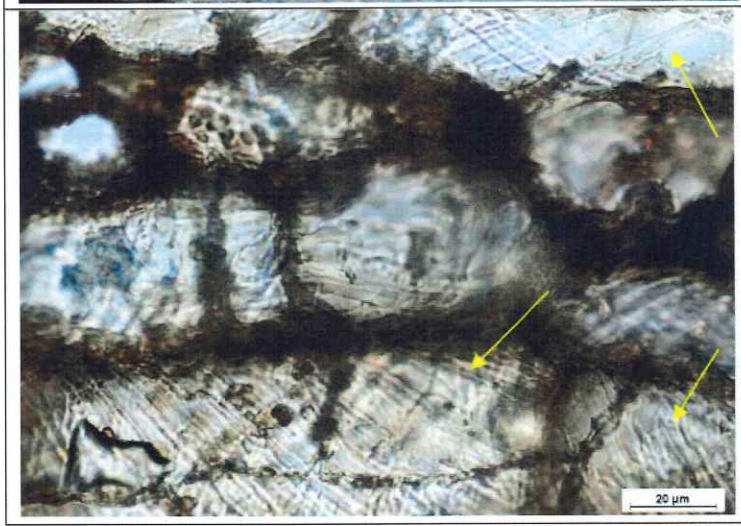



Foto 5: Holzstrukturen mit schräg gestellten Abbaukavernen; M 600:1

## 4.2 Molekularbiologischen Untersuchung mittels DNA-Chip-Technologie

Bei der molekularbiologischen Untersuchung mittels DNA-Chip-Technologie wurde festgestellt, dass sich bei dem Schaderreger nicht um einen der 23 wichtigsten holzzerstörenden Pilze handelt (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Pilzarten, die mit Hilfe des LCD-Arrays WDF1.0 Kit detektiert und identifiziert werden können**

| Anz. | Pilz-Art (der neue Artname) | Deutsche Bezeichnung | Fäule-Typ | Sonde |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Serpula lacrymans* | Echter Hausschwamm | Braunfäule | S.lac37-ITS2 |
| 2 | *Serpula himantioides* | Wilder Hausschwamm | Braunfäule | S.him-ITS2W |
| 3 | *Antrodia xantha* *(Amyloporia xantha )* | Gelber Porenschwamm | Braunfäule | A.xan-ITS2 |
| 4 | *Antrodia sinosa* *(Amyloporia sinuosa)* | Schmalsporiger Weißer Porenschwamm | Braunfäule | A.sin-ITS2 |
| 5 | *Antrodia vaillantii* *(Fibroporia vaillantii)* | Weißer Porenschwamm | Braunfäule | A.vai-ITS2 |
| 6 | *Antrodia serialis* | Reihige Tramete | Braunfäule | A.ser_ITS2 |
| 7 | *Donkioporia expansa* | Ausgebreiteter Hausporling | Weißfäule | D.exp-ITS2 |
| 8 | *Coniophora puteana* | Brauner Kellerschwamm | Braunfäule | C.put-ITS2 |
| 9 | *Coniophora marmorata* | Marmorierter Kellerschwamm | Braunfäule | C.marm_ITS2 |
| 10 | *Coniophora olivacea* | Olivbrauner Kellerschwamm | Braunfäule | C.oli-ITS2 |
| 11 | *Oligoporus placenta* *(Rhodonia placenta)* | Rosafarbener Saftporling | Braunfäule | O.plac-ITS2 |
| 12 | *Tapinella panuoides* *(Paxillus panuoides)* | Muschelkrempling | Braunfäule | T.pan-ITS2 |
| 13 | *Asterostroma cervicolor* | Ockerfarbene Sternsetenpilz | Weißfäule | A.cer-ITS2 |
| 14 | *Coprinus spp.* (*C. cinereus* und *C. radians*) *(Coprinellus spp.)* | Tintlinge (Struppiger Tintling und Strahlfüßiger Tintling ) | Weißfäule | C.rad-ITS2 |
| 15 | *Neolentinus lepideus* *(Neolentinus suffrutescens)* | Schuppiger Sägeblättling | Braunfäule | N.lep-ITS2 |
| 16 | *Daedalea quercina* | Eichenwirrling | Braunfäule | D.quer-ITS2 |
| 17 | *Leucogyrophana mollusca* | Sklerotien Hausschwamm | Braunfäule | L-moll-ITS2 |
| 18 | *Leucogyrophana pinastri* | Gelbbrandiger Hausschwamm | Braunfäule | L.pina-ITS2 |
| 19 | *Schizophyllum commune* | Gemeiner Spaltblättling | Weißfäule | S.com-ITS2 |
| 20 | *Gloeophyllum trabeum* | Balkenblättling | Braunfäule | G.trab_ITS1 |
| 21 | *Gloeophyllum sepiarium* | Zaunblättling | Braunfäule | G.sep_ITS1 |
| 22 | *Gloeophyllum abietinum* | Tannenblättling | Braunfäule | G.abi_ITS1 |
| 23 | *Laetiporus sulphureus* | Schwefelporling | Weißfäule | Laet_ITS2B |

## 5 Zusammenfassung

Das IHD wurde beauftragt, eine Pilzbestimmung an einer geschädigten Bauteilprobe aus dem Fischerhafen Möltenort durchzuführen.
Bei den mikroskopischen Untersuchungen wurde festgestellt, dass es sich bei der pilzgeschädigten Probe um die Holzart Angélique (*Dicorynia* spp.) handelt.
Die Probe weist pilzliche Schäden auf, Oberflächenmyzel ist nicht vorhanden. Stellenweise ist das Holz durch Weißfäulepilze geschädigt, in anderen Bereichen ist das Holz dunkelbraun verfärbt und feinwürfelbrüchig. In den Bereichen mit feinem Würfelbruch wurden in den Fasern bzw. Holzstrukturen gehäuft schräggestellte Abbaukavernen, verursacht durch Moderfäulepilze, festgestellt.

Aufgrund des fehlenden Oberflächenmyzels war die makroskopische und mikroskopische Pilzbestimmung erschwert. Um ggf. weitere Schaderreger am geschädigten Holz detektieren zu können, wurden auch molekularbiologische Untersuchungen mittels DNA-Chip-Technologie durchgeführt.
Bei diesen Untersuchungen wurden jedoch keine der 23 wichtigsten holzzerstörenden Pilze, die sich auf dem Chip befinden, festgestellt.

Björn Weiß

Prof. Björn Weiß
wiss. Mitarbeiter
Ressort Biologie/ Holzschutz