

Holzlabor

Beratung Gutachten Analysen
Technologietransfer

Sachverständigenbüro
Sanierungsempfehlungen ⇨ Baubegleitung ⇨ Qualitätskontrolle

Dr. André Peylo Blumenstr. 22 21481 Lauenburg

Interessengemeinschaft Alter Möltenorter

Fischerei- und Yachthafen

Strandweg 14

24226 Heikendorf

Kopie per mail:

Holztechnisches Gutachten Landungsbrücken Fischerei- und Yachthafen Möltenort

Sehr geehrte Damen und Herren

hiermit erhalten Sie das Gutachten.

Für Ihre Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.

Gliederung

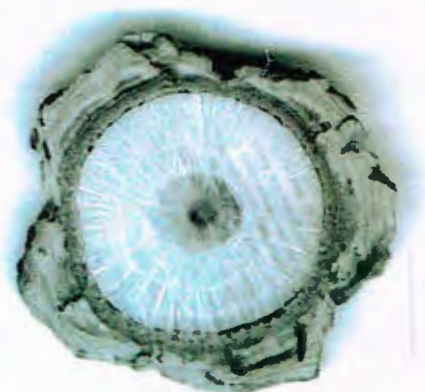
1 Gegenstand der Untersuchung	S. 1
2 Zusammenfassung	S. 2
3 Untersuchungsmethoden	S. 3
4 Ergebnisse	S. 3
4.1 KFK-Brücke	S. 4
4.2 Tanker-Brücke	S. 15
5 Bewertung	S. 19
6 Empfehlungen	S. 20
7 Sanierung	S. 21
8 Hinweise	S. 22

1 Gegenstand der Untersuchung

Im Zuge der Planungen für einen Ersatz der Brückenanlagen sollte der Bestand auf mögliche Schäden hinsichtlich einer weiteren Nutzung untersucht werden.

Die Untersuchung erfolgte am 22.10.

Die Untersuchungen erfolgten nur an den in diesem Gutachten dargestellten Bereichen, bzw. Bauteilen. Nicht benannte Bauteile wurden auch nicht untersucht.



Sachverständiger für Holzschutz und
Holzschäden

Öffentlich bestellt u. vereidigt
von der IHK zu Lübeck

Blumenstr. 22
21481 Lauenburg
Tel 04153/ 2282
Fax 04153/58 22 26
www.holzlabor.com

30. Oktober 2020

1500/20



Eingebaute Bauteile können im Rahmen der Möglichkeiten nur stichprobenartig überprüft werden. Schäden können dabei übersehen werden. Weitergehende Untersuchungen sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Dieses Gutachten besteht aus 23 Seiten und darf nur vollständig weitergegeben werden. Unterlagen zu den Brücken waren nicht vorhanden.

2 Zusammenfassung

Trotz des Alters von 55 Jahren zeigen die Bongossi-Pfähle nur geringe, oberflächliche Schäden. Das Holz zeigt hier seine Überlegenheit gegenüber Stahl und Beton. Eine Sanierung unter Ersatz und Umbau des Oberbaus wird aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen empfohlen..

3 Untersuchungsmethoden

Die Untersuchung erfolgte durch in Augenscheinnahme beider Brücken. Dalben (Querschnitt ca. 40cm), Pfähle (Querschnitt ca. 30cm) und Balken wurden mittels Zimmererhammer von einem Schlauchboot aus angeschlagen.

Von den insgesamt ca. 70 bzw. 60 Pfählen (KFK-Brücke, bzw Tankerbrücke) wurden 58, bzw. 37 geprüft, dies entspricht 82%, bzw. 61%. Dabei wurden drei stark geschädigte Pfähle gefunden.

Aufgrund dort liegender Schiffe, bzw. anschließender Stege waren nicht alle Pfähle zugänglich.

14 Bohrwiderstandsmessungen mittels IML-Resistograf PD30 (Bohrung mit 3mm Stahlnadel, maximale Bohrtiefe 30cm) erfolgten horizontal im Bereich der Wasserwechselzone, knapp oberhalb der Wasseroberfläche (vergl. Bild 11).

Witterung zum Zeitpunkt der Untersuchung: regnerisch, wechselhaft.

Die Holzart wurde makroskopisch und mikroskopisch (Pfähle) bestimmt.



Bild 1 und 2: KFK Brücke. Die Dalben beginnen erst See-seitig des ersten Steges



Bild 3 und 4: KFK-Brücke. 4er und 2er Verbünde wechseln sich im Tragwerk ab. Die Köpfe der Dalben sind mittels Metall-Kappen abgedeckt.



Bilder 5 und 6: Übersicht über die Tanker-Brücke. Aufgrund der dort liegenden Schiffe waren die Pfähle nur eingeschränkt zugänglich.

4 Ergebnisse

Die Bohlen-Beläge der Brücken waren naß, glatt und rutschig. E

Die Konstruktion beider Brücken war sehr ähnlich, wobei sich die Brücken im Wesentlichen durch ihre verschiedenen Breiten unterscheiden (Bilder 1 bis 6).

Bei beiden Brücken ruht der Belag auf Balken, die jeweils von Pfählen getragen werden, die im Boden eingerammt sind. Die Pfähle sind dabei zu Einheiten von jeweils 4 Stück etwa als quadratischer Turm zusammengefaßt und mit Diagonalen Streben ausgesteift (Bild 7).

Zwischen diesen Türmen befindet sich jeweils eine Doppelstütze. Am Kopf der KFK-Brücke wurde von dieser Regelmäßigkeit abgewichen.

Die Dalben stehen seitlich und haben keine tragende Verbindung zur Brücke (Bild 8). Sie dienen als Anprallschutz neben der Brücke zur Aufnahme von Horizontalkräften.

Die Pfähle und Dalben bestehen aus Bongossi (Azobé, *Lophira alata*).

Streben und Balken bestehen aus Kiefer, die offenbar mittels Kesseldrucktränkung mit Holzschutzmittel, wahrscheinlich auf Basis von Salzen, imprägniert worden war.



Bild 7: Turm-artige Konstruktion aus jeweils vier verstreuten Pfählen.



Bild 8: Die Dalben stehen ohne tragende Verbindung neben den Brücken

4.1 KFK-Brücke

Die Brücken waren nach den vorliegenden Angaben 1965 erstellt worden. Entsprechend der langen Nutzung waren Verwitterungen und Schäden der Bauteile zu erwarten. Insbesondere der Bereich der Wasserwechselzone ist grundsätzlich am stärksten durch Holz-zerstörende Pilze gefährdet, da er ständig mit Feuchtigkeit in Berührung und mit Luftsauerstoff in Kontakt ist. Zusätzlich treten marine Schädlinge (Bohrmuscheln, *Teredo navalis*) in der Kieler Förde auf. Die Untersuchung wurde daher auf diesen Bereich konzentriert.

Schäden durch Fäulnis zeigten sich jedoch nur in auffällig geringem Umfang an der Oberfläche der meisten Pfähle. Schäden durch Bohrmuscheln wurden nicht gefunden.

Die begleitenden Bohrwiderstandsmessungen bestätigten dies. Die Querschnitte waren weitestgehend intakt. Schäden im Inneren wurden nicht gefunden (KFK-Brücke, Bilder 9 bis 23, Grafiken 1 bis 9).

Der **Oberbau** (Kiefer) zeigte dagegen bei Stichproben erhebliche Schäden. Diese traten dabei immer im Innenbereich der Balken, bzw. davon ausgehend auf. Außen war meist eine intakt erscheinende Hülle vorhanden. Dieses Schadbild weist auf eine Kesseldruckimprägnierung hin. Diese imprägniert das permeable Splintholz, das keine natürliche Dauerhaftigkeit aufweist, durchdringt das kaum permeable Kernholz der Kiefer jedoch nicht. Mit der Zeit wird das natürlich dauerhaftere Kernholz zerstört. Schließlich werden auch die chemisch geschützten Bereiche mit der Zeit, ausgehend vom Befall im Inneren, angegriffen (Bilder 24 bis 31).

Aufgrund der vorgefundenen Schädigung vieler Bauteile und der mit der Zeit fortschreitenden Schädigung auch in den übrigen Balken erscheint ein vollständiger Ersatz des gesamten Oberbaus sinnvoll.

Bereits jetzt ist die Tragfähigkeit einzelner Bauteile soweit reduziert, daß die Brücken nicht mehr mit Fahrzeugen befahren werden darf. Das Betreten durch Personen erscheint dagegen noch unproblematisch.

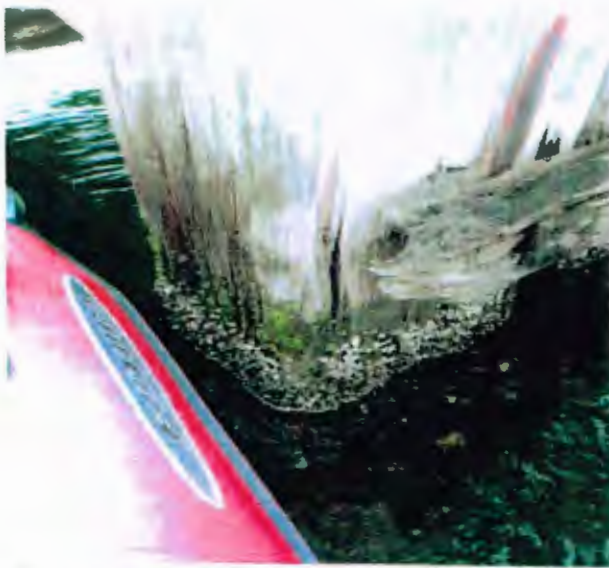


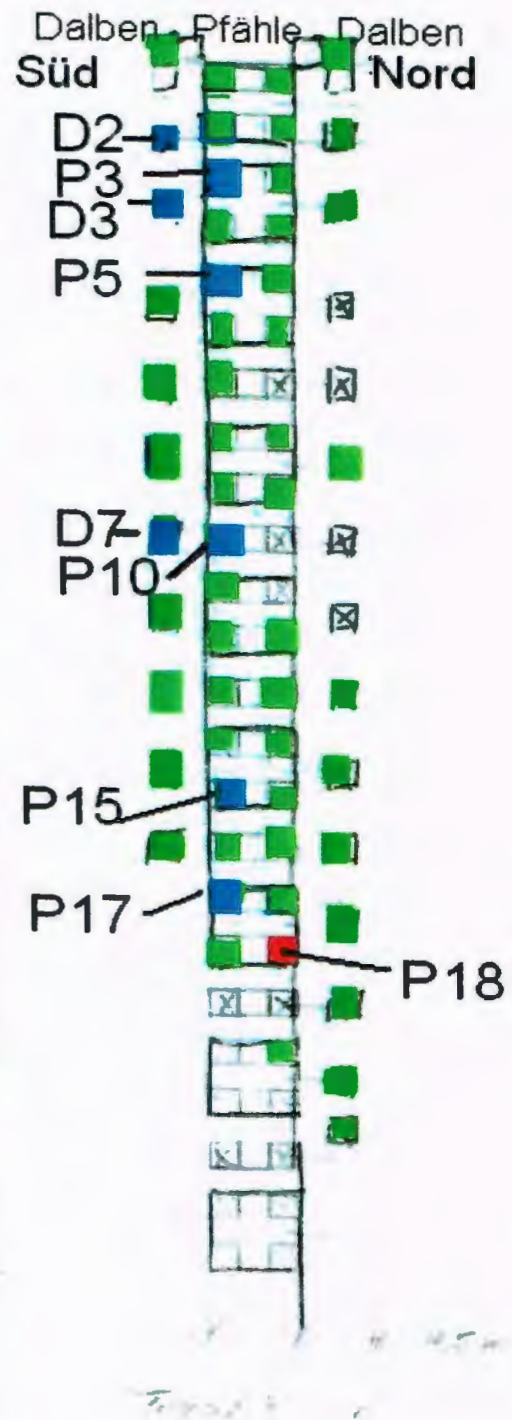
Bild 9: Dalbe Süd 2: Oberflächliche Schäden



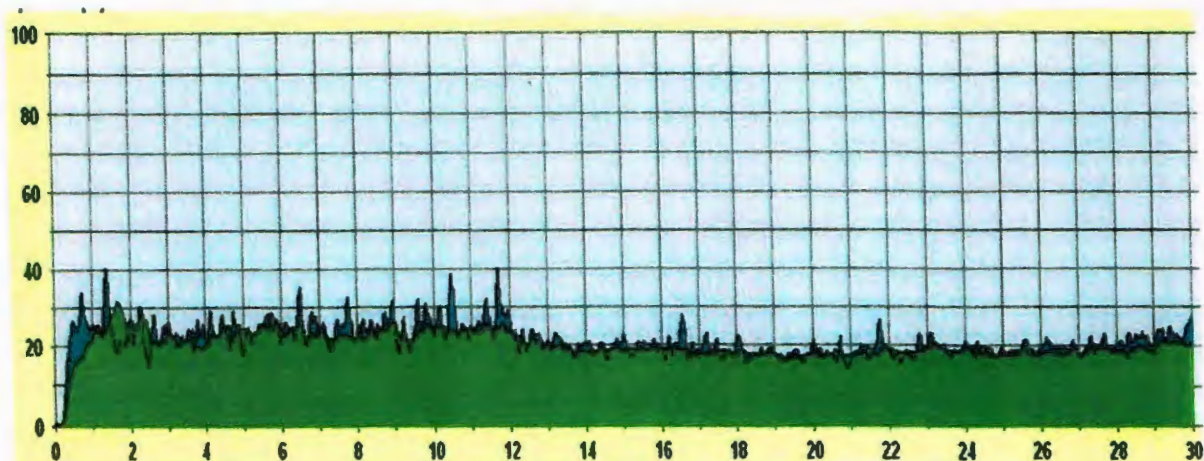
Bild 10: Dalbe Süd 3: Oberflächliche Schäden. Der Eichen-Riegel ist sehr stark erodiert



Bild 11: Bohrwiderstandsmessung an Dalbe Süd 3



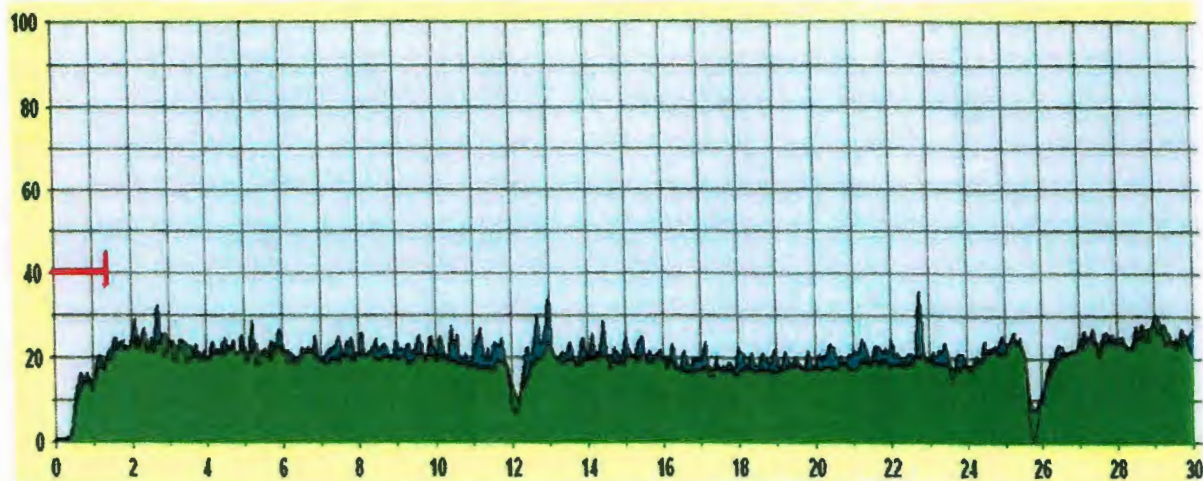
Skizze 2: Darstellung der Dalben und Pfähle als Aufsicht. Unmaßstäblich. Untersuchte Pfähle sind farblich markiert: **Grün: Keine bedeutsamen Schäden**, **Blau: Bohrwiderstandsmessung**, **Rot: zerstört, Austausch**.



Grafik 1: Bohrwiderstandsmessung an **Dalbe Süd 2** (vergl. Skizze).

Die Bohrung wurde von links (0) nach rechts (maximal 30cm Meßlänge, X-Achse in cm) aufgezeichnet. Angezeigt wird der Widerstand den das Holz dem Bohrer entgegensetzt, dargestellt als Leistungsaufnahme (Reibung, **grüne Kurve**) bei konstantem Vorschub (**blaue Kurve**) als dimensionslose Zahl. Der Bohrer im Bohrkanal zeigt eine Reibung an der Wandung, die zur Torsion führt und kann somit einen Phantomwert liefern. Der Vorschub erfährt dagegen keinen Widerstand in einem Hohlraum, so daß der Vergleich beider Kurven wichtige Informationen zur Konsistenz des Holzes ermöglicht. Die naturbedingten Dichteunterschiede der Zuwachszonen werden sichtbar, so daß eine Zacken-Kurve entsteht.

☞ Keine Schäden erkennbar. (Die Oberfläche (> 1cm) war soweit verwittert, Daß das Bohrgerät direkt auf dem gesunden Holz aufsetzte)



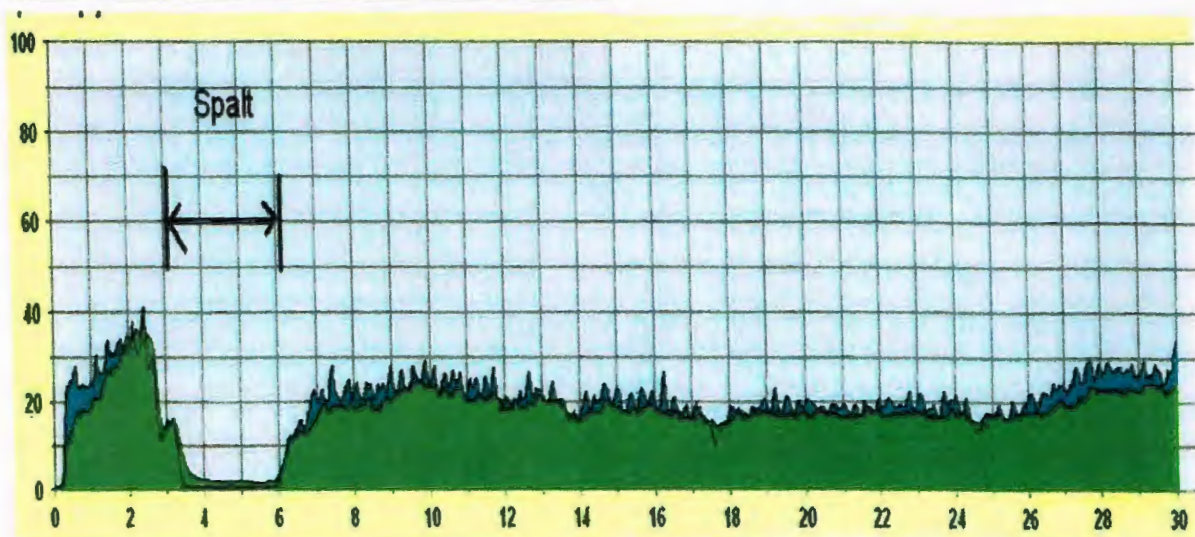
Grafik 2: Bohrwiderstandsmessung am **Dalbe Süd 3** (Bild 5).

☞ Schädigung in den obersten 1-2cm (rot). Bei 12 du 26cm sind offenbar Risse im Holz. Keine Hinweise auf weitere Schäden. Risse sind unproblematisch. Siehe 8. Hinweise



Bilder 12 und 13: Pfahl Süd 3 zeigt an der Kontaktfläche zur Strebe oberflächliche Schäden.

Die Bohrwiderstandsmessung Grafik 2 zeigt nur eine Schädigung in den äußeren 1-2cm



Grafik 2: Bohrwiderstandsmessung am Pfahl Süd 3 (Bilder 12 und 13).

☞ Schädigung in der Oberfläche kaum erkennbar. Spalt (Riß) bei 3-6cm. Keine Hinweise auf weitere Schäden.

Aufgrund des Spaltes entsteht ein Resonanzkörper, der Pfahl „klingt hohl“, ist es aber nachweislich nicht. Risse aufgrund von Spannungen sind an Vollholz normal. Die Spannungen können zur Aufwölbung des Bauteils führen, so daß der Pfahl bei einer Dickenmessung ca. 3cm dicker erscheinen wird.

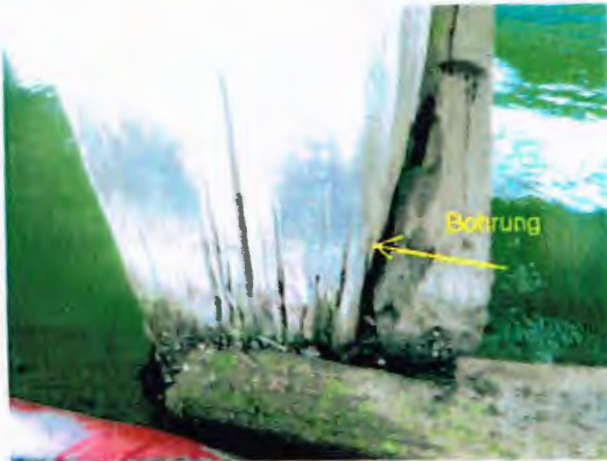
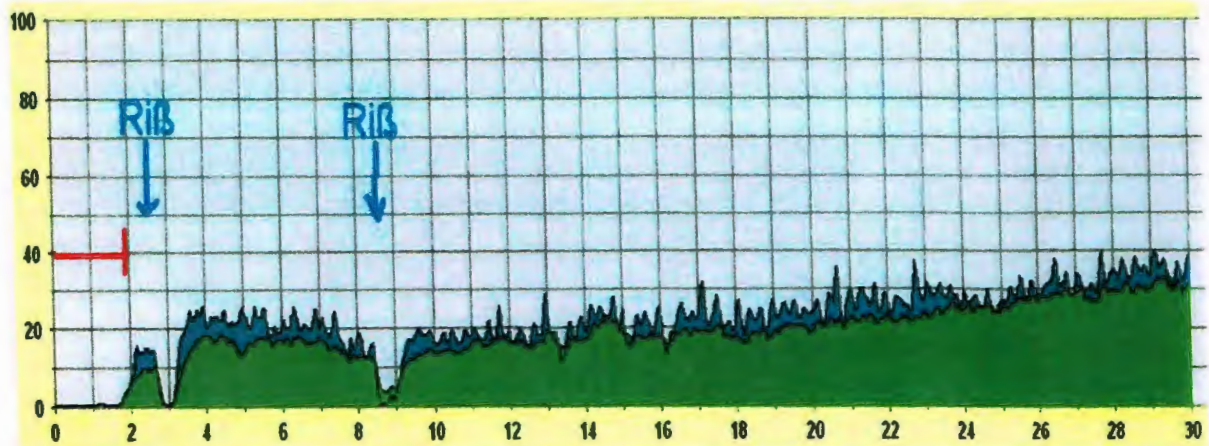


Bild 14: Pfahl Süd 4: Bohrung, siehe Grafik 3

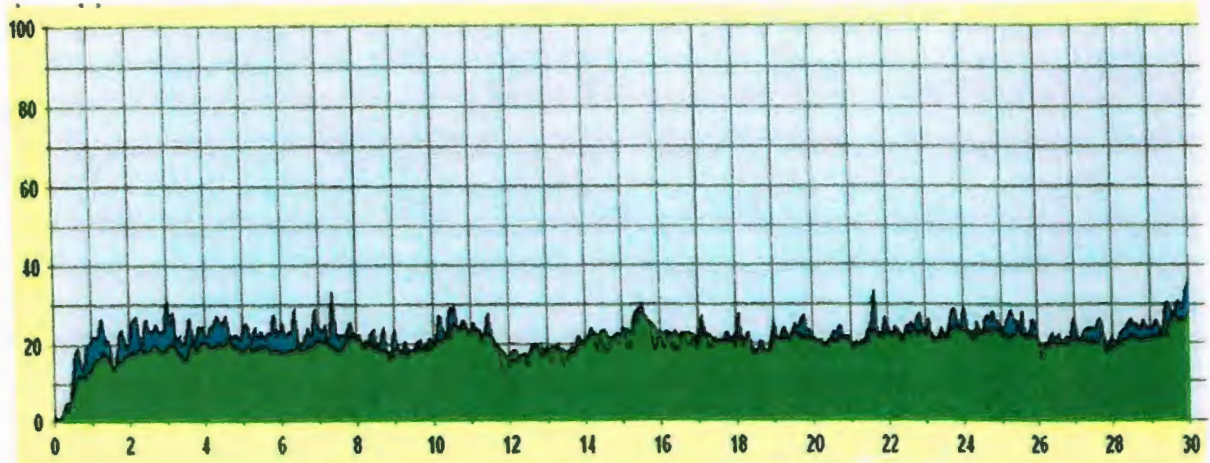


Bild 15: Dalbe Süd 5, vergl. Grafik 4



.Grafik 3: Pfahl Süd 4:

☞ Schädigung bis 2cm (rot), Risse bei 3 und 9cm (vergl. Bild 14), 2. Riß offenbar mit Oberflächenschädigung. keine gravierenden Schäden



Grafik 4: Bohrwidstandsmessung Dalbe Süd 5:

☞ Oberflächlich ist eine leichte Schwächung erkennbar, keine Schäden

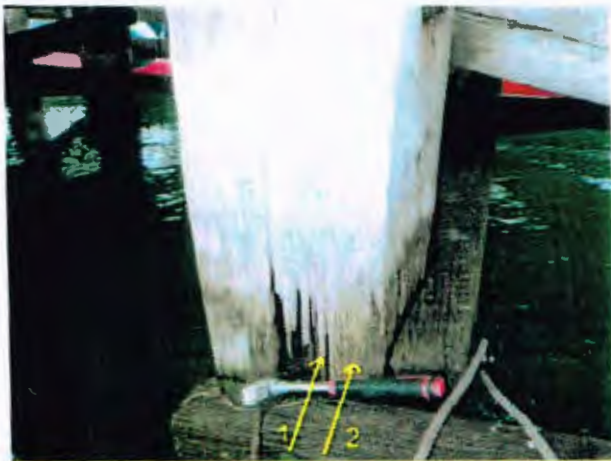
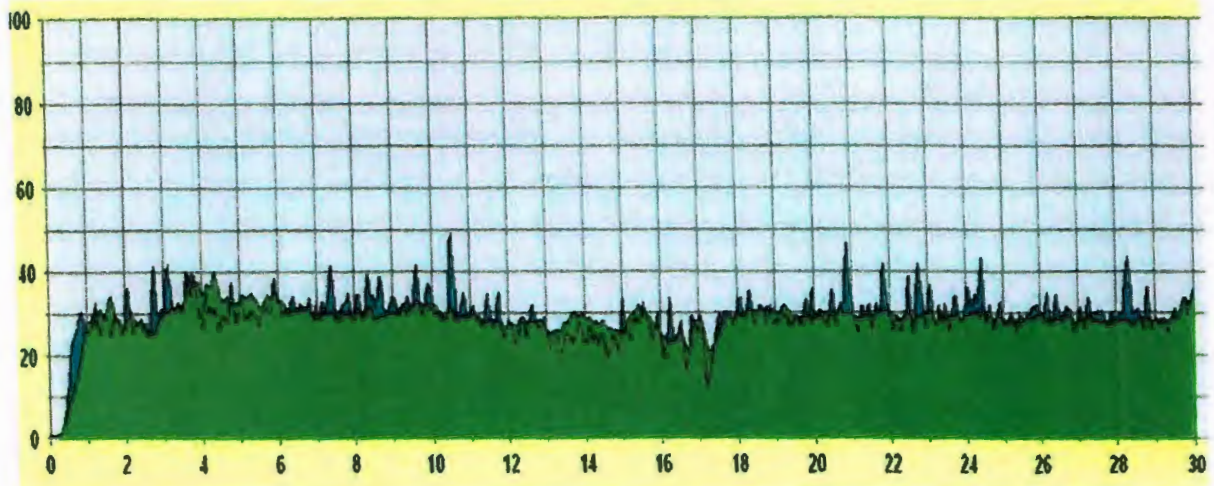
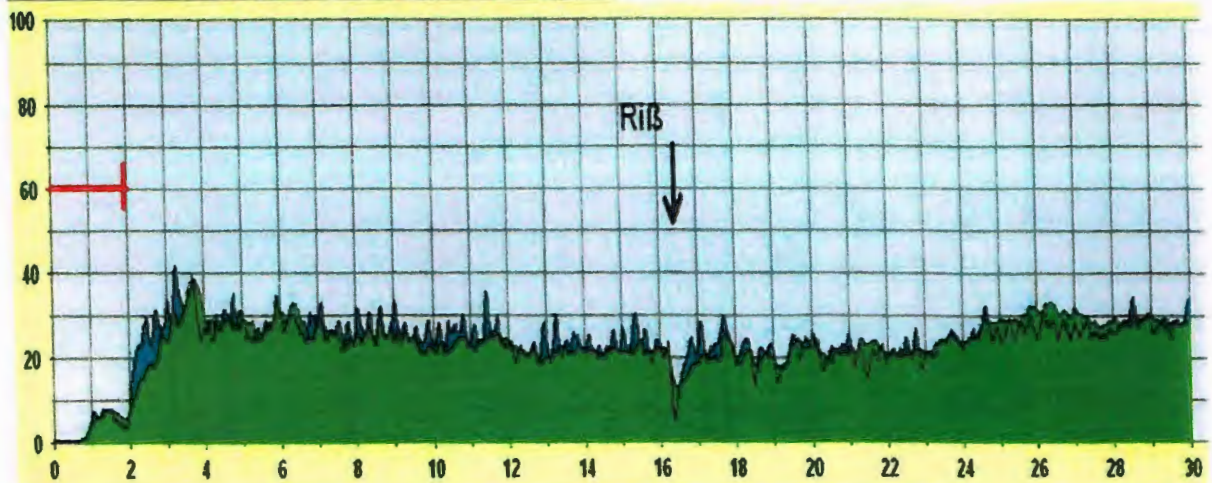


Bild 16: Pfahl Süd 5. Es erfolgten 2 Bohrwidstandsmessungen an der visuell geschädigten Oberfläche und ca. 5cm daneben. Die Grafiken zeigen sehr ähnliche Verläufe- Die Schadensstelle ist eng auf die Oberfläche beschränkt.



Grafik Sund 6: Bohrwidstandsmessung am **Pfahl Süd 5** im Schadensbereich (oben) und ca. 5cm daneben

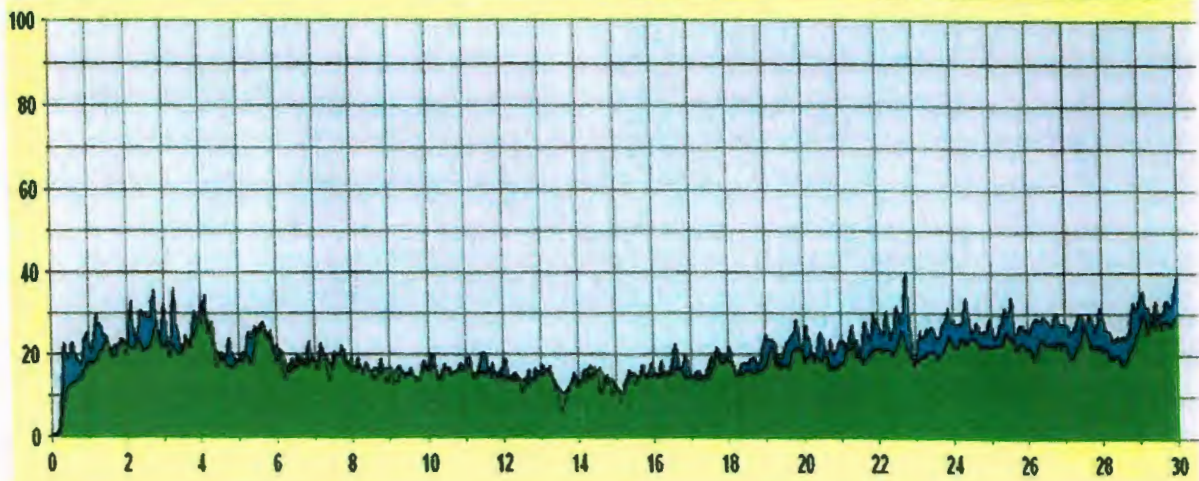
☞ eng begrenzte, oberflächliche Schädigung bis 2cm, Riß bei 16cm, keine weiteren Schäden



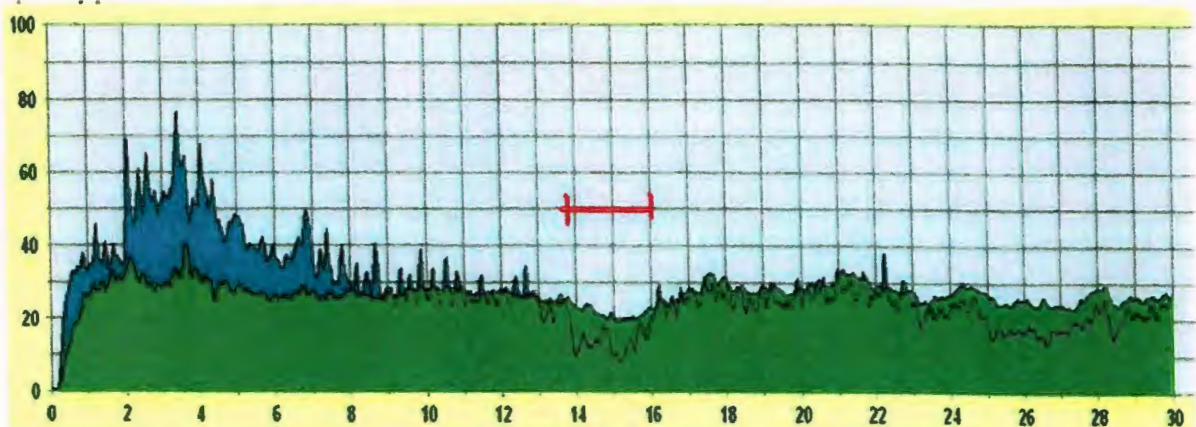
Bild 17: Pfahl Süd 10. Oberflächlich ist kaum eine Schädigung erkennbar.



Bild 18: Dalbe 7 (11 zählt vom Ufer). Die Oberfläche läßt eine Schädigung vermuten. Die



Grafik 7: Bohrwidstandsmessung am **Pfahl 10 süd**. Keine Schäden erkennbar

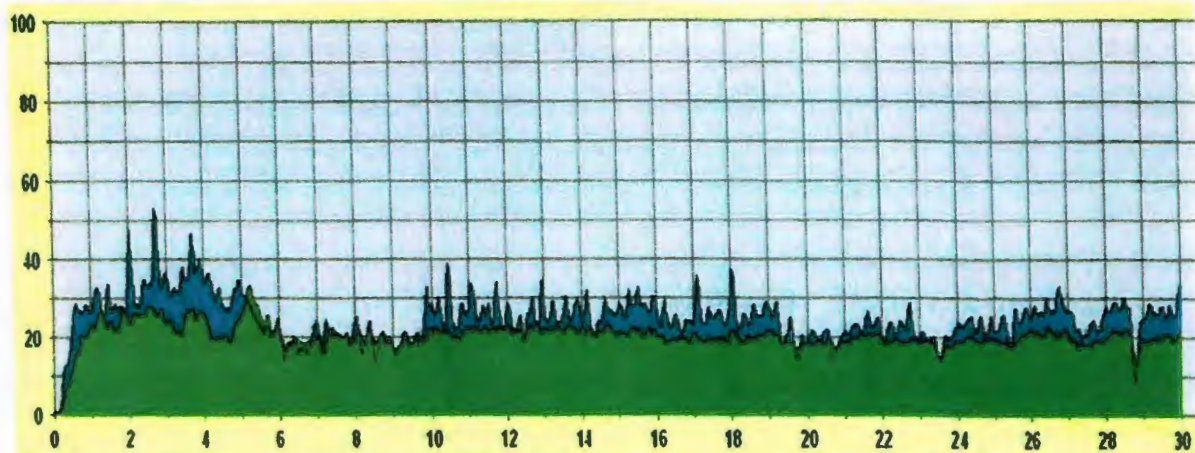


Grafik 8: Bohrwidstandsmessung **Dalbe 7 süd**. Eine Schädigung ist im Inneren bei 14-16 cm Tiefe zu erkennen (rot). Das umgebende Holz erscheint gesund. Auffällig ist die hohe Dichte im 1. Viertel



Bild 19: Pfahl 15 Süd. Sichtbar ist eine geringe Schädigung der Oberfläche.

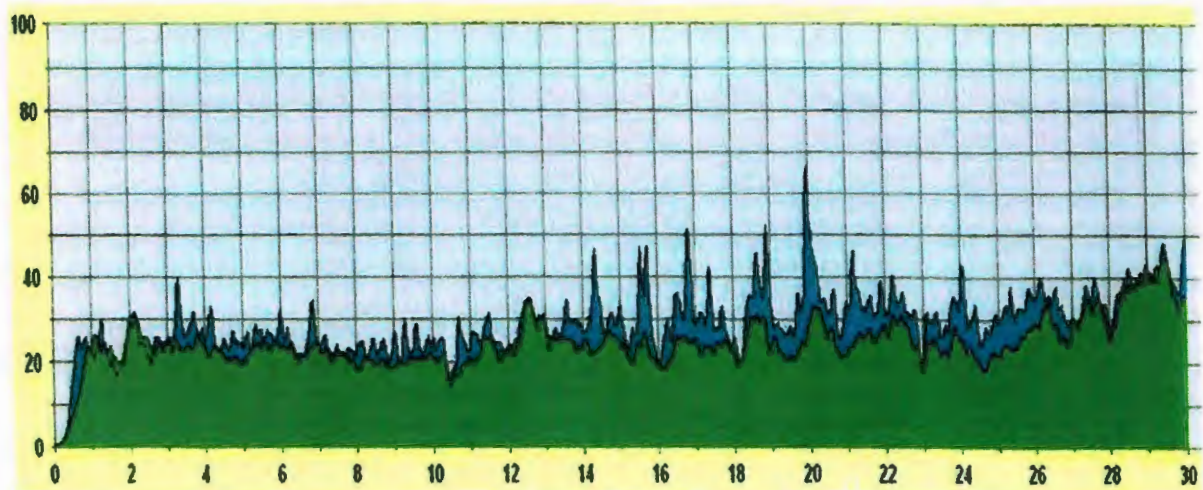
Die Bohrwiderstandsmessung zeigt keine Schäden.



Grafik 9: Bohrwiderstandsmessung **Pfahl 15 Süd**. Keine Schäden erkennbar



Bilder 20 und 21: Pfahl 17 Süd. Eine Schädigung ist im Kontaktbereich zur Strebe sichtbar (Hammer)
Die Bohrwiderstandsmessung zeigt keine Schäden

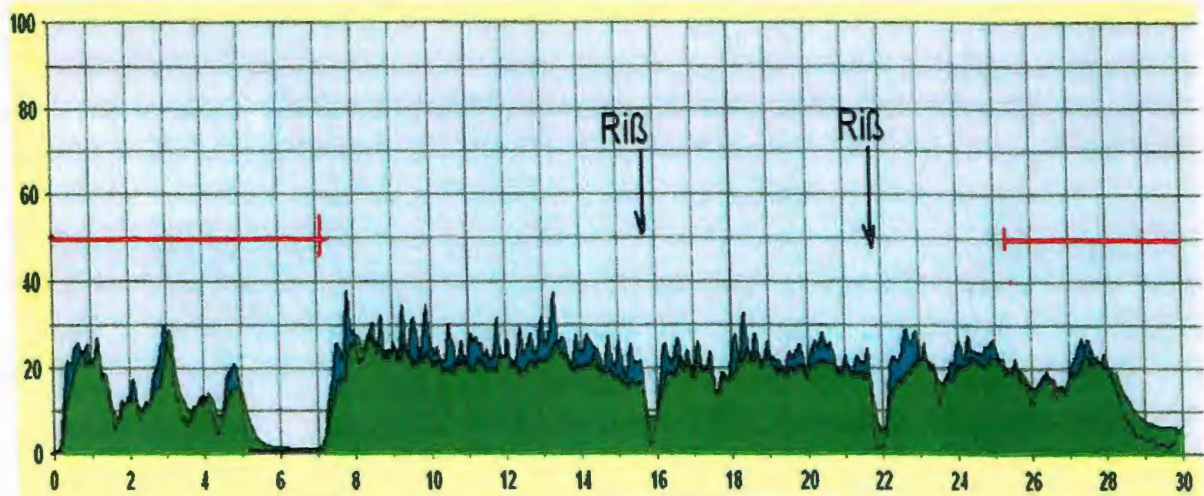


Grafik 10: Bohrwiderstandsmessung Pfahl 17 süd. Keine Schäden



Bilder 22 und 23: Pfahl 18 Nord. Die Schädigung ist offen sichtbar. Betroffen ist der Kontaktbereich zu den Streben.

Die Bohrwiderstandsmessung des nur knapp 30cm starken Pfahls zeigt eine Schädigung bis ca. 7cm. Ein Restquerschnitt von $7-25\text{cm} = 18\text{cm}$ ist noch vorhanden.



Grafik 11: Bohrwiderstandsmessung Pfahl 18 Nord.



Bild 24: Das Innere des Balkens ist zerstört. Dieses Schadensbild ist typisch für Kesseldruck-
imprägnierte Hölzer



Bild 25: Die Metall-Teile sind stark korrodiert.



Bilder 26 und 27: Das Innere des Balkens ist zerstört. Dieses Schadensbild ist typisch für Kesseldruck-
imprägnierte Hölzer



Bilder 28 und 29: Das Innere des Balkens ist zerstört. Dieses Schadensbild ist typisch für Kesseldruck-
imprägnierte Hölzer



Bilder 30 und 31: Das Innere des Balkens ist zerstört. Dieses Schadensbild ist typisch für Kesseldruck-
imprägnierte Hölzer



4.2 Tanker Brücke

Die Brücke war aufgrund der dort liegenden Schiffe nur teilweise zugänglich (Bilder 32 bis 34). Die untersuchten Pfähle sind in Skizze 2 dargestellt. Bei gleicher Konstruktion (Bilder 35 und 36) und gleichem Alter wiederholen zeigte sich das gleiche Bild wie an der KFK-Brücke.

Die Pfähle zeigten weit überwiegend nur geringe oberflächliche Schädigungen. Diese beschränkten sich auf die Wasserwechselzone und dort insbesondere auf Berührungsflächen zu anschließenden Bauteilen (Pfähle, Bilder 41 und 42).

Starke Schäden wurden nur an drei Dalben gefunden (Bilder 37 bis 42, Grafiken 12-14). Auch hier waren die Schäden im Inneren bereits aufgrund äußerer Schäden erkennbar (vergl. Bild 40).

Für den Oberbau gelten die gleichen Erkenntnisse wie für die KFK-Brücke.



Bilder 32 bis 34: übersicht über die Tanker-Brücke. Die Zugänglichkeit ist teilweise eingeschränkt.



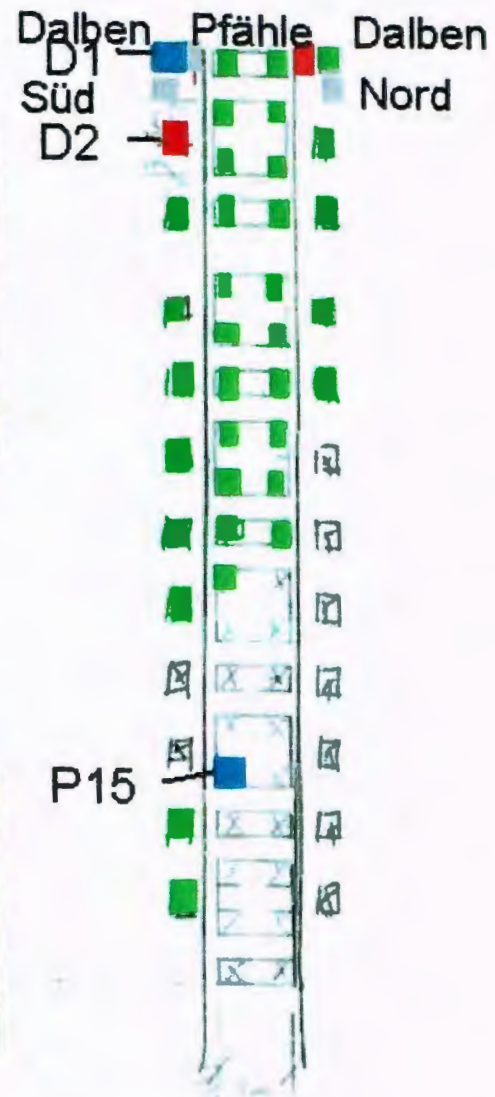
Bilder 35 und 36: Die Konstruktion entspricht der KFK-Brücke. Die Dalben haben keine tragende Funktion



Bild 37: Dalbe D1 Nord. Das Holz ist gesund, siehe Grafik 12. Die Strebe rechts ist dagegen sichtbar geschädigt aber noch funktionsfähig.



Bild 38: Dalben D1 und D2 Süd. Dalbe 2 ist stark geschädigt, siehe Grafik 13.

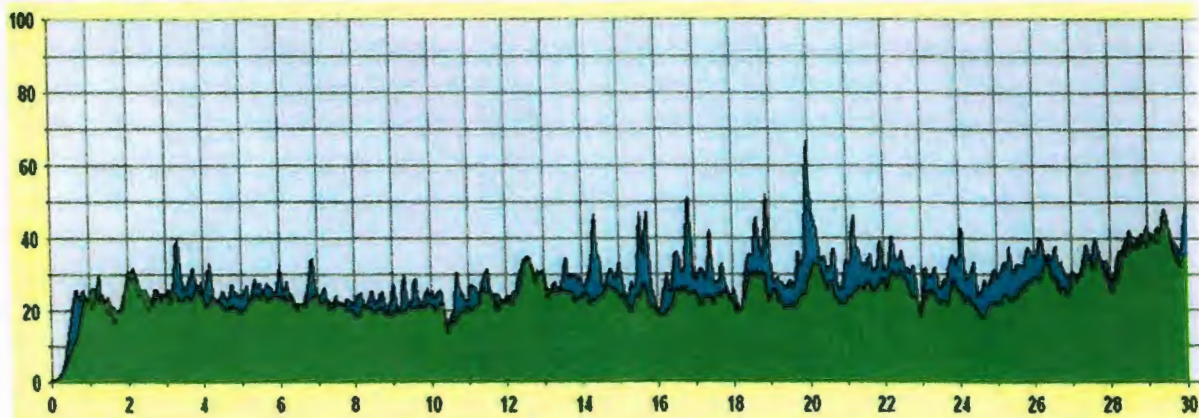


Skizze 2: Darstellung der Dalben und Pfähle als Aufsicht. Untersuchte Pfähle sind farblich markiert: **Grün: Keine bedeutsamen Schäden.** **Blau: Bohrwiderstandsmessung, Rot: zerstört, Austausch.**

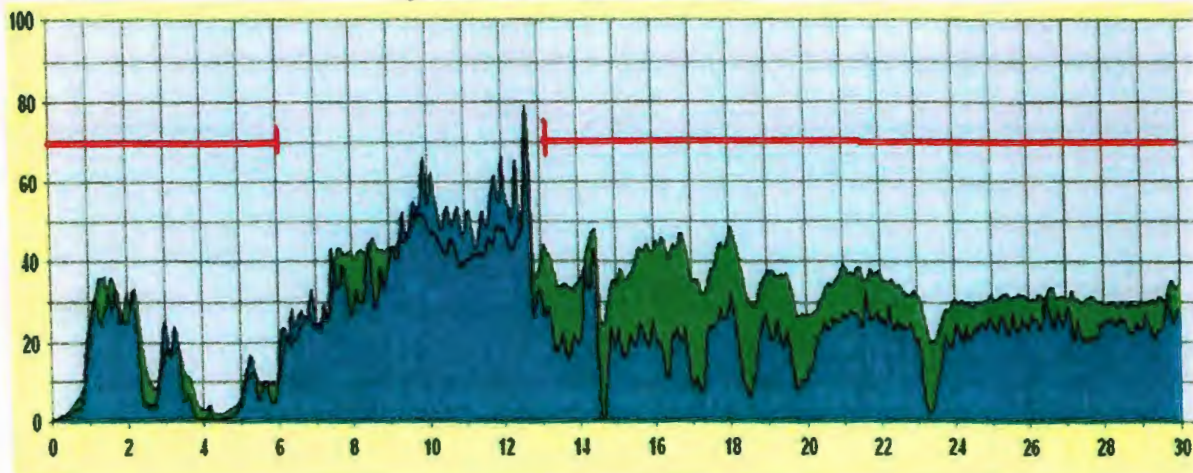


Bild 39: Dalbe 1 Süd: Gesundes Holz, vergl. Grafik 12. Die Strebe zeigt deutliche Schäden an der Oberfläche bis ca. 10cm Tiefe

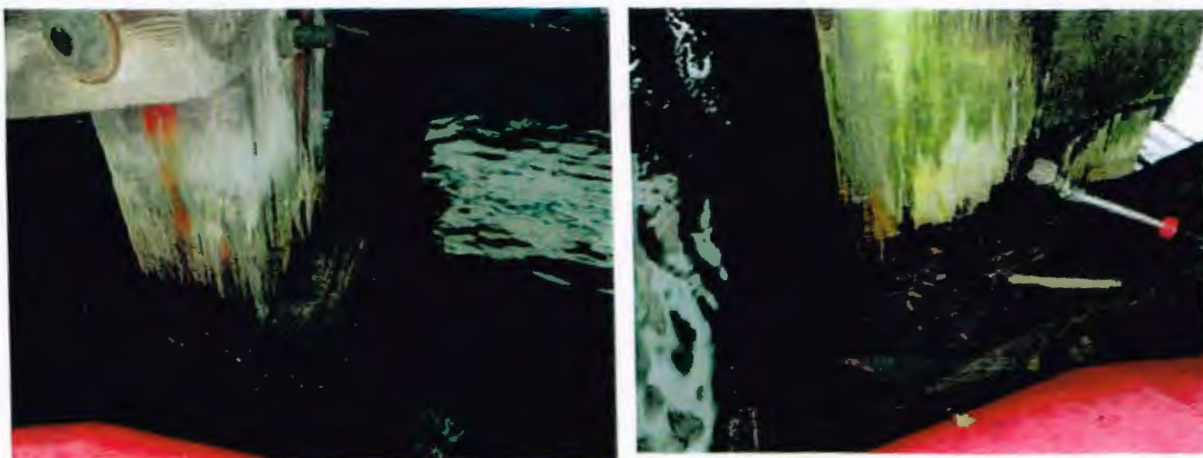
Bild 40: Dalbe 2 Süd. Der Kopf ist zerstört. In der Wasserwechselzone liegen massive Schäden vor, siehe Grafik 13.



Grafik 12: Bohrwiderstandsmessung Dalbe 1 Süd. Keine Schäden

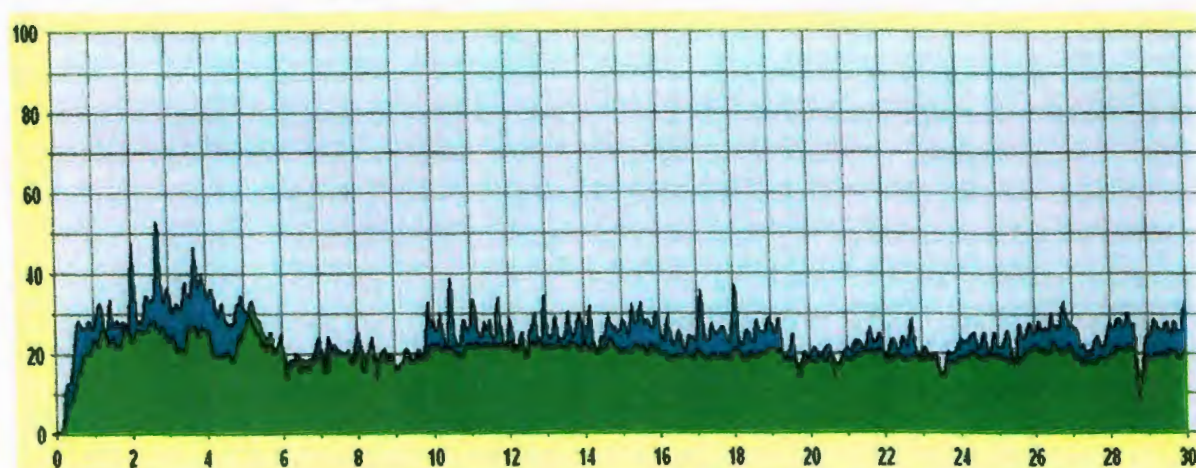


Grafik 13: Bohrwiderstandsmessung Dalbe 2 süd. Massive Schäden über den gesamten Querschnitt



Bilder 41 und 42: Pfahl 15 Süd. Schädigung im Kontaktbereich zu den Streben.

Die Bohrwiderstandsmessung zeigt keine Schäden, siehe Grafik 14.



Grafik 14: Bohrwiderstandsmessung Pfahl 15 Süd.

5 Bewertung

Trotz des Alters von 55 Jahren zeigen die tragenden Pfähle und die vorgelagerten Dalben aus Bongossi nur geringe, oberflächliche Schäden. Eine weitere Nutzung ist langfristig möglich. Das Tragwerk aus Kiefer mit chemischem Holzschutz zeigt dagegen in weiten Teilen erhebliche Schäden, die ein Zeitnahe Sanierungsmaßnahmen erfordern.

Diese verschiedenen Schadensbilder begründen sich aus dem unterschiedlichen Aufbau der Hölzer: Bongossi ist ein sehr schweres westafrikanisches Laubholz, in dem im Zuge des Wachstums hoch wirksame Inhaltsstoffe gebildet und in die Zellwände eingelagert werden.

Kiefer ist ein wenig dauerhaftes Nadelholz, das nur mit einem zusätzlichen chemischen Holzschutz in bewitterten Nutzungen eingesetzt werden kann. Aufgrund anatomischer Eigenarten wird das Holz dabei nicht gleichmäßig und auch nicht vollständig durchtränkt. Je

nach verwendeten Holzschutzmittel sind Nutzungszeiten von 20 bis 50 Jahren möglich. Das Ende der Nutzungsdauer für den Oberbau ist damit erreicht.

Auch die Bongossi Pfähle, bzw. Dalben sind über die Nutzung einer erheblichen Belastung durch Mikroorganismen ausgesetzt. Bongossi gehört gemäß DIN EN 350-2 (Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, Teil 2, Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit ..., 1994) zu den Holzarten mit der höchsten natürlichen Dauerhaftigkeit, auch gegen Bohrmuscheln.

Die natürliche Dauerhaftigkeit ist im Gegensatz zu Baustoffen wie Stahl oder Beton regional und je nach Baum individuellen Schwankungen unterworfen und variiert selbst innerhalb eines Stammes: Das Holz im inneren (Markröhre) ist weniger dauerhaft als die weiter außen liegenden Bereiche. Die Dauerhaftigkeit nimmt von unten nach oben ab. Bei sehr alten Bäumen nimmt die Dauerhaftigkeit der neueren Zuwachszonen aber auch wieder ab. Daher ist ein früherer Ausfall einzelner Bauteile möglich. Die hohe Intensität der Belastung aus Umwelteinflüssen ist an den beiden Brücken an den stark korrodierten Stahl-Verbindungsmitteln zu erkennen. Im Gegensatz zum Bongossi-Holz sind viele Stahl-Bauteile weitgehend zerstört.

Die geringen Schäden an den vorgefundenen Bongossi-Pfählen belegen nachträglich die hohe Dauerhaftigkeit des eingesetzten Holzes.

6 Empfehlungen

Aufgrund der sehr guten Holzqualität der Pfähle wird der Erhalt und die Weiterverwendung empfohlen. Einzelne Pfähle, nach gegenwärtigem Kenntnisstand 3 Stück, sind zu ersetzen. Der Oberbau ist dagegen vollständig zu ersetzen.

Prognosen zur Lebensdauer sind grundsätzlich nur eingeschränkt möglich. Aufgrund der Schadensentwicklung in den vergangenen 55 Jahren ist eine weitere Nutzung in der gleichen Größenordnung nicht unrealistisch. Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann von einer Nutzung von mindestens 20 Jahren, wahrscheinlich bis zu 40 Jahren ausgegangen werden.

Eine längere Planungsphase erscheint aufgrund sich schneller verändernder Umweltbedingungen und ökonomischer Randbedingungen (Wirtschaft, Freizeitverhalten, etc.) für einen Yachthafen auch unrealistisch.

Zu beachten ist, daß Stahl und Beton unter den gegebenen Gefährdungen aus der Umwelt in der Regel Nutzungsdauern von etwa 20 Jahren, kaum aber 40 Jahren aufweisen werden. Holz, insbesondere Bongossi guter Qualität ist hier überlegen.

Hier muß darauf hingewiesen werden, daß die Qualität des damals eingebauten Bongossi-Holzes am Markt nicht mehr verfügbar ist. Der Ersatz weniger, einzelner Pfähle ist sinnvoll, der Neubau einer ganzen Anlage dagegen kaum.

Vor diesem Hintergrund wäre der Ausbau und die Entsorgung der vorhandenen Pfähle bestenfalls zur energetischen Nutzung nicht zu rechtfertigen. Es ist weder wirtschaftlich sinnvoll, intakte und leistungsfähige Bauteile zu vernichten, noch ökologisch akzeptabel, einen vorhandenen, natürlichen Baustoff durch Stahl oder Beton zu ersetzen, die mit sehr hohem

Energieaufwand erzeugt und transportiert werden müßten. Insbesondere, da keine längere Standzeit eines Neubaus gegenüber dem Erhalt des Bestandes zu erwarten ist.

7. Sanierung

Der vollständige Ersatz des Oberbaus wurde empfohlen. Da chemisch geschützte Hölzer heute im erforderlichen Maß kaum verfügbar und aus Umweltaspekten schwer zu vermitteln sind, kommt dem baulich-konstruktiven Holzschutz eine erhebliche Bedeutung zu.

Notwendig sind natürlich dauerhafte Holzarten und eine Konstruktion, die Feuchteanreicherungen weitgehend vermeidet. Während Seewasser durch seinen Salzgehalt für Pilze ungünstig ist, schafft Regenwasser zusammen mit Schmutzansammlungen, Vogelkot, etc., die sich in Fugen sammeln, erhebliche Gefahren für das Holz. Offene Fugen sind daher zu verhindern.

7.1 Holz

Die Streben der Tragwerksverbände sollten aus **Eiche** (*Quercus robur/petraea*) , splintfrei bestehen. Gemäß DIN 68800-1, Holzschutz, allgemeines (10-2011), sind im bewitterten Einsatz in der Gefährdungsklasse (neu: Gebrauchsklasse) 4 bis maximal 5% Splintanteil zulässig. Diese werden innerhalb von 2-5 Jahren verrotten. Dies reduziert die Tragfähigkeit, ist aber bei einer Brückenanlage auch ein optisches Problem!

Es sollte daher 100% Kern gefordert werden. Entsprechende Mehrkosten (Ausschuß, Verschnitt sind mit mindestens 50% Aufschlag auf den „üblichen“ Marktpreis zu kalkulieren. Jedes Stück Holz ist durch den Zimmermann auszuwählen.

Die Balken der Nuttschicht können aus Eiche sowie **Douglasie oder Lärche** hergestellt werden, wenn der Bohlenbelag als geschlossene **GFK-Bohlen** gewählt werden. Die Nuttschicht wird dabei gleichzeitig zum Dach für die Unterkonstruktion. Douglasie und Lärche (nur Kernholz) werden gemäß DIN EN 350 nur als mäßig dauerhaft eingestuft. Sie benötigen einen zusätzlichen, am besten konstruktiven Schutz.

Ein geschlossener Belag kann durch das von der Fa. Hacon ([www . hacon.org](http://www.hacon.org)) vertriebene System aus GFK-Bohlen hergestellt werden. Die wie bei einem Fertig-Parkett in einander greifenden Lamellen bilden einen Dach-artigen Abschluß, der Feuchte-bedingten Quell- und Schwindverformungen der Brücke folgen kann.

Zusätzlich ist die Beschichtung sehr rutschfest, so daß ein Hauptproblem von Holz-Brücken damit beseitigt wird. Gleichzeitig steigt der Fahrkomfort für Handwagen, Rolatoren etc. erheblich.

Das Produkt besitzt die notwendigen Zulassungen.

Hinweis: Die bereits am Kopfende der Tanker-Brücke verwendeten GFK-Gitter haben keine Schutzwirkung für die darunter befindliche Holz-Konstruktion, da Regen und Schmutz sich weiterhin ansammeln können. Im Gegenteil ist eine Reinigung schwieriger.

Alternativ und weniger langlebig kann wieder ein Holz-Bohlenbelag eingebaut werden, wenn dieser möglichst ohne Fugen und unter Abdeckung der Tragbalken mittels Blechen erfolgt. Der

Bohlenbeleg ist dabei als Verschleißschicht mit einer Lebensdauer von 10-15 Jahren anzusehen.

7.2 Kostenschätzung

Auf der Basis des von der Fa. Hagus vorliegenden, auf Plausibilität und Größenordnungen geprüften Angebotes, der und Angaben für das Ersetzen einzelner Pfähle lassen sich die Kosten abschätzen. Von der Interessengemeinschaft Alter Möltenorter Fischerei- und Yachthafen liegt eine entsprechende einer Kostenberechnung vor.

8 Hinweise

Risse entstehen bei der Trocknung von Holz. Sie sind nicht vermeidbar.

Die hier relevanten heimische Laubhölzer (Eiche) und tropische Hölzer werden in der Regel feucht eingeschnitten, da eine technische oder natürliche Trocknung des Holze zu aufwendig ist. Das Holz trocknet daher am Ort der Verwendung langsam aus.

Aufgrund des Wachstums von Holz im lebenden Baum in Form konzentrischer Kreise (Jahrringen, bzw. hier Zuwachszonen) entsteht kein homogener Baustoff sondern je nach Raumrichtung werden Bereiche mit unterschiedlichen Eigenschaften gebildet. Entlang des Radius von Außen auf das Zentrum des Stammes (Radialschnitt) erfolgt eine geschichtete Abfolge der einzelner Zuwachszonen. Ein Schnitt in den äußeren Bereichen des Stammes parallel zur Stammachse (Tangentialschnitt) folgt dagegen annähernd den Grenzen der Jahrringe.

Die Trocknung, die mit einer Volumenverminderung verbunden ist, führt daher zu Spannungen im Holz. In den Bereichen, in denen die Festigkeit des Zellverbands überschritten wird, bilden sich dann die Risse. Diese haben in der Regel keine Beeinträchtigung der Tragfähigkeit zur Folge. Rißiefen bis über die Hälfte eines Balkendurchmessers sind zulässig.

Eine Abdeckung von Rissen zur Verhinderung des Eindringens von Niederschlägen durch z.B. Bretter o.ä. ist sinnvoll. Nicht sinnvoll ist dagegen das Ausfüllen von Rissen mit Mörtel, Spachtelmassen oder Silikon, da diese die Feuchteanreicherung sogar begünstigen.

Frech, P. 1987: Beurteilungskriterien für Rißbildungen an Bauholz im konstruktiven Holzbau. Bauen mit Holz, 9/87

Holzarten

Bongossi (Azobé, Ekki; *Lophira alata*) wird gemäß DIN EN 350-2 (Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz, Teil 2, Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit ..., 1994) sehr variabel in die Dauerhaftigkeitsklassen (1)-3 (sehr gut bis mäßig) eingestuft. Aufgrund unterschiedlicher Wuchsbedingungen in den verschiedenen Herkünften in Westafrika ist das im Handel erhältliche Holz einer erheblichen Schwankung der Eigenschaften unterworfen.

Unglaublich guten Bewertungen französischer Wissenschaftler aus den '70er Jahren stehen schlechte Erfahrungen aus der Praxis gegenüber. Tückisch an dieser Holzart ist die

Besonderheit, bei der Verkernung dunkle Farbstoffe zu bilden bevor die Stoffe produziert werden, die die natürliche Dauerhaftigkeit bewirken. So entsteht aus dem hellen Splintholz eine Zone dunklen Holzes das optisch nicht vom dauerhaften Kernholz zu unterscheiden ist, jedoch nicht dauerhaft ist. Dieses „Übergangsholz“ hat die Deutsche Bundesbahn damals veranlaßt, nach umfangreichen Schäden die Verwendung von Bongossi für Schwellen auszuschließen. Aus jüngerer Zeit liegen schlechte Erfahrungen zu Brückenbauwerken vor. Eigene Untersuchungen im Auftrag eines japanischen Brückenbauunternehmens zeigten erhebliche Probleme bei Holzlieferungen ab Mitte der '90er Jahre bis hin zum Totalversagen nach wenigen Jahren der Nutzung. Deshalb würde ich von einem Neubau in Bongossi abraten. Im positiven Umkehrschluß kann angenommen werden, daß bei einem Alter der Brücken von 20 und mehr Jahren im praktischen Einsatz die hohe Qualität des verwendeten Holzes belegt ist.



Dr. André Peylo
Dipl. Holzwirt