

„Zeit, dass sich was dreht...“

Erneuerung der Weichendalben im NOK



Wann und Wieso?

Veranlassung:

Am 04.03.2004 wurde das WSA Kiel-Holtenau beauftragt, in enger Abstimmung mit dem WSA Brunsbüttel das bestehende Dalbensystem aus 16-pfähligen Holzbündeldalben im NOK kritisch zu hinterfragen und in Kenntnis des hohen Anlagevermögens von ca. 32 Mio. €, das einem permanent hohen Werteverlust ausgesetzt ist, wirtschaftlich zu überprüfen.

Bei der Aufstellung des neuen Dalbenkonzeptes war zu klären, ob Anzahl, Abstände und das Material der Dalben aufgrund von Veränderungen in der Flottenstruktur (steigender Anteil großer Schiffe), verbesserten Manövriereigenschaften (Bugstrahlruder), optimierter Verkehrslenkung (VSS NOK) und veränderten Einflüssen (Bohrmuschel, Verbot von Schutzanstrichen) auch künftig den Anforderungen entsprechen und welche wirtschaftlich sinnvollen Alternativen hierzu existieren -

dies alles unter Berücksichtigung der fortlaufenden Einsparungen im Regiebetrieb (Personal, Geräte, Haushaltsmittel) und verstärkter Vergabe aller Ausführungsleistungen.

Was und Wieviel?

Bestand- und Schadenssituation:

Die Fahrwasserbreite des Nord-Ostsee-Kanals ermöglicht größeren Schiffen und Fahrzeuggruppen ein sicheres Passieren oder Überholen nur in Bereichen mit aufgeweitetem Querschnitt, den sogenannten **Weichen**.

Bei Langsamfahrt oder Aufstoppen nimmt die Manövrierfähigkeit der Schiffe erheblich ab, was letztlich zu Böschungsberührungen und Schiffskollisionen führen kann.



Weichendalben erhöhen hier die Verkehrssicherheit, dadurch dass Schiffe

- in Begegnungsfällen und längeren Wartezeiten sich an diese anlehnen oder langsam entlanggleiten ,
- bei zeitweiliger Sperrung des Kanals z.B. auf Grund von Havarien, Schadensbeseitigungen oder größeren Baumaßnahmen dort festmachen oder
- Extremwetterlagen sicher abwarten können.

Zur Vermeidung von hieraus entstehenden Gefahren **müssen** Weichendalben auch weiterhin vorgehalten werden.

Die 867 Verbunddalben in den 12 Kanalweichen bestehen im Regelfall aus einem verdübelten Pfahlbündel von je 16 unbehandelten Holzpfählen, die rund 2,50 m über den Kanalwasserstand hinausragen und in einem Abstand von 20 bis 25m zueinander stehen.

In Abhängigkeit der Örtlichkeit werden die 17 bis 21 m langen Kiefern-, Lärchen- oder Douglasienstämme bis zu 6 m in den Gewässerboden gerammt. Die hinteren Pfähle werden dabei geneigt ausgeführt, um die vorderen Pfähle zu stützen. Der Abbund wird mit Eichendübelhölzern und Baubolzen hergestellt. Diese Arbeiten erfolgen noch im Regiebetrieb.

Wodurch

Schadensursachen:

Die Bestands- und Schadensaufnahmen haben ergeben, dass Schäden an den Holzdalben des NOK erheblich zugenommen haben. Dies aus unterschiedlichen Ursachen:



Die einzelnen Holzpfähle der Weichendalben werden durch wechselnde **Witterungseinflüsse** wie beispielsweise Luftfeuchtigkeit, Frost-Tauwechsel, Eisgang, Sonneneinstrahlung, Austrocknung und Salzgehalt des Wassers stark beansprucht, was dazu führt, dass man für die hier hauptsächlich verwendeten Rammpfähle aus heimischen Nadelhölzern von einer 20 bis 25 jährigen Lebensdauer ausgeht.

Schutzmaßnahmen früherer Jahre (z.B. Anstriche mit teeröhlhaltigen Imprägnierungen) sind aus Umweltschutzgründen mittlerweile ausgeschlossen und führen bei der Entsorgung gezogener Pfähle zu unverhältnismäßig hohen Entsorgungskosten.

Blechabdeckungen der Dalbenköpfe verhindern zwar einerseits ein direktes Eindringen des Regenwassers, andererseits aber ebenso die Trocknung der Pfahlenden und verstärken hierdurch sogar die Zersetzungsprozesse im Holz.

Die höhergezogenen, mittleren Königsdalben sind so nicht mehr in der Lage, die auftretenden Trossenkräfte annähernd aufzunehmen. Zerstörte Hauben und herausgerissene Poller sind die Folge.

Neben den Witterungseinflüssen führen **Unfälle** und **harte An-** bzw. **Ablegemanöver** zu Schädigungen der Dalbenpfähle. Ohne Berücksichtigung der Havarien, die gemeldet und versicherungstechnisch abgerechnet werden, kommt es den Erfahrungen der Außenbezirke zufolge rund 4 bis 5 mal im Jahr zu Havariefällen, die nicht angezeigt werden, -mit zunehmender Tendenz. Die dadurch verursachten mechanischen **Beschädigungen** ziehen umfangreiche Reparaturen nach sich. Bei der finanziellen Abwicklung von



Havarieschäden wird das jeweilige Alter der beschädigten Dalben berücksichtigt. Die WSV des Bundes trägt somit einen bestimmten Teil der Instandsetzungs- bzw. Erneuerungskosten selbst. Sofern aber der Verursacher eines Schadens nicht zu ermitteln ist, die vollen Kosten. Mit Abzug der Weichenwärter aus den Kanalweichenhäusern und Umstellung der Verkehrslenkung auf einen zentral-automatisierten Betrieb in Brunsbüttel, ist eine Registrierung und Nachverfolgung von Dalbenschäden infolge „überharter“ Manöver nicht mehr möglich.



In den letzten Jahren kam es im Einflussbereich des Ostseewassers verstärkt und dauerhaft zu einem Neubefall der Holzrammpfähle durch die **Bohrmuschel (teredo navalis)**. Die Querschnittsschwächung durch die Bohrgänge bedeutet für die Dalben eine erhebliche Abnahme der Kraftaufnahme beim Stoß bis hin zur Standsicherheitsgefahr.

Das Problem des Massenbefalls durch die Bohrmuschel ist an der Ostseeküste bereits seit 1932 bekannt. Für die Verbreitung und Bohraktivität entscheidend sind Salzgehalt und

Temperaturbedingungen. Milde Winter führen hierbei zu einer starken Verbreitung. Besonders auffällig ist der stetige Neubefall innerhalb der letzten 5 Jahre sowie die zunehmende Ausbreitung in Bereichen mit weniger salzhaltigem Wasser. Schäden durch Bohrmuschelbefall wurden in den letzten Jahren bereits aus der Weiche Groß Nordsee (Kanalkilometer 85,0) gemeldet.

Die Summe der hier aufgeführten Schädigungen führt in der Auswertung dazu, dass die **mittlere Lebensdauer** der Holzdalben von vorher 20 Jahren mittlerweile auf nur noch 12 bis 15 Jahre herabgesetzt werden muss.

Welche Anforderungen ?

Die Weichendalben im NOK müssen sowohl statische (Trossenzug-) als auch dynamische (Stoß-) Kräfte aufnehmen und sicher ableiten. Beim An- bzw. Ablegevorgang tritt eine Bewegung in Quer- und/oder Längsrichtung des Schiffes und eine Drehrichtung um seinen Massenschwerpunkt auf. Dies bedeutet, dass **jeder einzelne** Dalben das geforderte Arbeitsvermögen aufbringen muss.

Das **erforderliche Arbeitsvermögen** des Weichendalbens wurde gemäß aktueller Bemessungsnormen (EAU 2004) und veränderter Schiffsstruktur mit **460 kNm** ermittelt. Der 16-pfählige Holzdalben besitzt nach Kontrollrechnungen und Probelastungen lediglich ein Arbeitsvermögen von 250 kNm und erfüllt somit nicht die technisch empfohlenen Anforderungen.

Weitere Anforderungskriterien an den Dalben sind die Elastizität (ein "Mitgehen" beim Anlegevorgang um bis zu 1,5m Auslenkung), die Einhaltung des erforderlichen Trossenzuges von rund 900 KN und einer Eisdrucklast von 650 KN sowie ein Materialschutz (Fenderung) für den Kontakt zwischen Schiffshaut und Dalben dar.

Welches Material und welcher Dalbentyp?

Untersuchungen hinsichtlich alternativer Dalbentypen (Einzel- und Mehrfachsysteme) und Werkstoffen (Holz, Stahl, Stahlbeton und Kunststoff) ergab, dass nur der "Einrohr-Stahldalben" alle technischen, nautischen und wirtschaftlichen Anforderungen erfüllt.

Der Einsatz von Stahl im Wasserbau ist heutzutage Standard, auch wenn der Materialpreis im Vergleich zu Holz erheblich höher und zur Zeit sehr stark abhängig von weltwirtschaftlichen Entwicklungen ist.

Der große Vorteil dieses Werkstoffes liegt aber in der Verknüpfung seiner Eigenschaften: hohe Elastizität und hohe Festigkeit. Dies macht wirtschaftliche Konstruktionen gerade bei stark belasteten Systemen möglich.

Der Nachteil dieses Baustoffes ist seine Korrosionsanfälligkeit. Um eine wirtschaftliche Nutzungsdauer von mindestens 40 Jahren zu erreichen, sind Korrosionsschutzmaßnahmen notwendig. Dies kann entweder durch geeignete Beschichtungen oder aber - wie hier bei mechanisch stark beanspruchten Anlagen - durch Korrosionszuschlag bei der Stahldickendimensionierung erfolgen.

Bei der Verwendung von Stahl für Weichendalben ist zusätzlich aber eine vorgesezte Fenderung durch weichere Materialien wie Holz bzw. Kunststoff notwendig, um Funkenflug und Verbeulungen der Schiffshaut zu vermeiden.

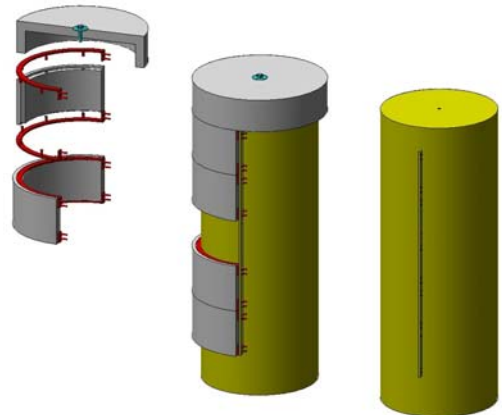
Der große Vorteil des Einrohr-Systemes besteht darin, dass die Positionierung und Rammung bei Einsatz von entsprechenden Großgeräten schnell und einfach durchzuführen ist.

Durch den Wechsel von Holzbündel- auf (stabilere und verlässlichere) Stahlmonodalben konnte eine Vergrößerung der Dalbenabstände von 25m auf nunmehr 33m ermöglicht werden, was letztlich zu einer gut 30%igen, sehr wirtschaftlichen Reduzierung der Dalbenanzahl von 862 auf künftig 581 Stück im NOK führen wird.

Welche Konstruktion?

Stahlmonodalben-Systeme sind mittlerweile erprobt und haben sich nicht zuletzt in den neuen Leitwerken des WSA Kiel-Holtenau und in vielen Hafenanlagen bewährt. Spätestens bei der technischen Fenderplanung wurde aber deutlich, dass "Weichendalben" auf Grund der verschiedenartigen Beanspruchungen eine Besonderheit des Nord-Ostsee-Kanals darstellen und somit weltweit als "einzigartig" zu bezeichnen sind. So müssen sowohl harte Anlegemanöver als auch leichte Anlehnkontakte sowie ein Entlangfahren an der Dalbenlinie konstruktiv berücksichtigt werden. Auf ein bereits fertiges und erprobtes Dalbensystem konnte bei der Ausführungsplanung daher nicht zurückgegriffen werden.

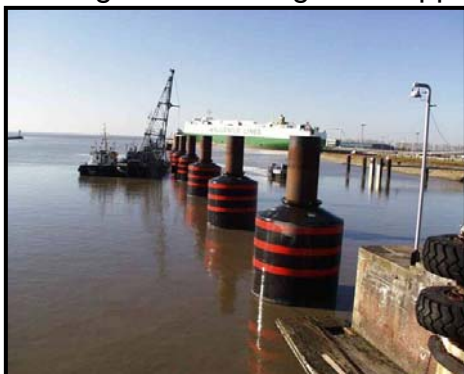
Dennoch stellt die vom WSA Kiel-Holtenau schließlich entwickelte Ausführungsvariante keine "Erfindung" im eigentlichen Sinne dar. Eleganter ausgedrückt heißt es "Adaptieren und auf die besonderen Bedingungen hin modifizieren".



So wurde beispielsweise als Stahlsorte ein X70-Feinkornstahl gewählt. Da dieser Stahl bei einer Rohrdimensionierung von 1520mm Durchmesser im Pipelinebau häufig verwendet wird, steht er als Walzprofil im Falle eines kurzfristig notwendigen Ersatzes (z.B. nach einem Havariefall) schneller zur Verfügung.

Zeit, dass sich was dreht

Eine Besonderheit stellt der aufgelegte "Kappenfender" dar. Als oberer drehbarer Kantenschutz setzt er als erster Kontaktpunkt zum Schiff bei Langsamfahrt entlang der Dalbenreihe einen Teil der Bewegungsenergie in Drehung um, was zudem einer einseitigen Abnutzung des Kappenfenders entgegenwirkt.



Reifenartige Fender werden bereits seit vielen Jahren in Schleusen oder Hafeneinfahrten genutzt. Hierbei stellen die "Donut-Fender" das Non-Plus-Ultra unter den mitdrehenden Dalbenfendern dar. "Ultra" allerdings auch, was den Preis angeht. Und da der wesentliche Vorteil des Donut-Fenders – das einfache „Mitschwimmen“ des Fenders bei stark wechselnden Wasserständen- innerhalb des Kanals nicht so relevant ist, entspricht ein auf dem Weichendalbenkopf aufgelegter Vollgummireifen hier allen Anforderungen.

Im Anschluss an den Kappenfender sorgen 5 Halbschalenelemente aus hochfestem Elastomer dafür, dass die selbst im ungünstigsten Fall durch Schiffskontakt betroffene Pfahlfläche homogen und nahezu fugenfrei geschützt wird und keine Funkenbildung durch Stahl/Stahlkontakt mit der Schiffshaut entsteht. Durch eine seitliche Verbolzung oder Befestigung mittels Schellenbändern ist ein Austausch jeder einzelnen Fenderschale bei Havarie oder lokaler Abnutzung schnell und einfach möglich. Für längere Wartezeiten in den Weichen erhält jeder Pfahlkopf einen entsprechend bemessenen Poller zum Überwerfen der Schiffsleine.

Wie läuft's (ab)?

Bauablauf:

Nach europaweiter Ausschreibung erhielt die Firma Wayss & Freytag Ende des Jahres 2007 den Auftrag, die Dalben der Kanalweichen Groß Nordsee, Nordhafen und Binnenhafen Kiel zu erneuern.

Der Leistungsumfang dieses Auftrages umfasste das Lösen von 133 Holzbündeldalben und somit das Ziehen und den Abtransport von rund 2000 Rammpfählen.

Hierfür waren 95 Einrohr-Stahldalben mit einem Durchmesser von 1,52m und einer Länge von rund 24m zu fertigen, anzuliefern und knapp 11m tief einzubringen. Die nach statischer Bemessung in einzelnen "Schüssen" (Rohrsegmenten) unterschiedlicher Stahldicke (von 16 bis 28mm) geschweißten Rohre weisen ein Gewicht von knapp 20t auf. Der Ersatz eines Dalbens kostet einschließlich aller Materialien, Arbeiten und Nebenkosten rund 80.000€.

Mitte April dieses Jahres konnten die Arbeiten zur Erneuerung der Weichendalben in der **Kanalweiche Groß Nordsee** mit der Überprüfung der neuen Rammpunkte auf Kriegslasten (Munition) beginnen.

Nach gut dreimonatiger "Bestellzeit" erreichten am 24.04. die ersten 10 Stahlrohre nach einer nächtlichen Fahrt auf Tiefladern vom Walzwerk in Aschersleben (Sachsen-Anhalt) den Umschlagplatz Landwehr.

Anschließend wurden die Rohre per Mobilkran auf einen Schwimmponton verladen und zur Weiche geschleppt.

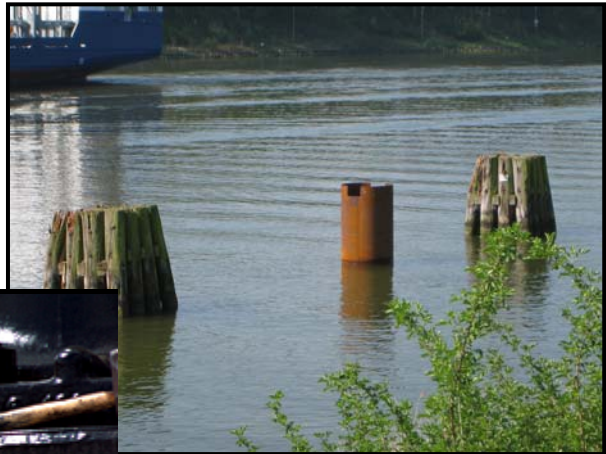
Nach genauer Vermessung der neuen Rammpunkte wurden die Rohre von der Schwimmramme "Tarpon"



positioniert, rund 7m tief einvibriert und -nach einer kurzen Umrüstzeit- mit dem Rammhären die restlichen 4m auf Tiefe gebracht.

Der Arbeitsablauf innerhalb der Weiche war bei uneingeschränktem Schiffsverkehr mit den Nautikern des WSA Kiel-Holtenau wie folgt abgestimmt:

Innerhalb einer Weichenhälfte sollten im ersten Arbeitsschritt die Dalbenrohre auf die neuen Positionen gesetzt und auf Tiefe gerammt werden. Parallel dazu waren die Holzdalben, die eine Rammung der Stahlrohre behindern, zu entfernen. Im Anschluss daran sollten die Schweißarbeiten am Dalbenkopf und das Aufsetzen des Pollers folgen.



Im letzten Arbeitsschritt waren die Fenderhalbschalen anzuschellen und abschließend der Radfender aufzusetzen und gegen Abheben zu sichern.



Der beschriebene Arbeitsablauf wiederholte sich dann im gegenüberliegenden Weichenbereich, so dass jeweils eine Weichenlinienhälfte auch während der Bauphase von der Schifffahrt zu nutzen war.

Trotz paralleler Arbeiten von bis zu vier Schiffseinheiten kam es dank vorsichtiger und

rücksichtsvoller Fahrweise der Schiffe in den betreffenden Weichen zu keinen kritischen Situationen.

Nach Fertigstellung und Freigabe der "neuen" Weiche Groß Nordsee setzten die beschriebenen Geräte in der Weiche Binnenhafen Kiel und abschließend in der Weiche Nordhafen Kiel ihre Tätigkeiten fort.

Ohne größere Hindernisse konnte die Neugestaltung dieser beiden Weichenlinien Ende August pünktlich abgeschlossen werden.



Dalbenlinie Nordhafen Kiel (vorher)



Dalbenlinie Nordhafen Kiel (nachher)

Wie läuft's (weiter)?

Zeitplanung:

Wie in den genehmigten Entwurfsplanungen vorgesehen, läuft seit Freigabe der neugestalteten Weichen die sogenannte „Evaluierungsphase“, in der die Erfahrungen aus dem Wirkbetrieb gesammelt und ausgewertet werden.



Das ist er: Der Neue. Frisch gerammt und ausgerüstet am 27.11.2008



Erste Erkenntnisse aus diesen „Funktionstests“ weisen auf Verbesserungsmöglichkeiten hinsichtlich Dalbenhöhe, kleineren, helleren und exzentrisch platzierten Pollern sowie felgenartigen Halteblechen gegen ein Hochdrücken des aufgelegten Reifenfenders hin.

Diese Änderungen werden bereits jetzt bei der laufenden Vorab-Ersatzmaßnahme von 5 Weichendalben in der Weiche Königsförde konstruktiv berücksichtigt. Die Ergebnisse können so schon in den für 2009 und 2010 geplanten Bauabschnitt zur Erneuerung der Dalben in den Weichen Schülpe, Audorf und Königsförde einfließen und zur weiteren Optimierung des **neuen Weichendalbentyps** beitragen.

Ausblick (nach vorn')

Die Neugestaltung der Weiche Schwartenbek wird erst nach Anpassung der Oststrecke in diesem Abschnitt beginnen.

Die mit Genehmigung des Entwurfes-HU am 02.03.2007 beschlossene Erneuerung der Dalben auch in den Weichen der NOK-Weststrecke des Amtsbereiches Brunsbüttel wird bis zur gesichteten Festlegung der Trassierungs- und Ausbauplanungen in diesem Streckenabschnitt solange zeitlich zurückgestellt.

Thomas Schwarz

Sachbereich 2

