

Seekabelverlegung zwischen den Leuchttürmen "Alte Weser" und "Tegeler Plate"

Bauarbeiten im Offshore-Bereich – eine Herausforderung auch für Spezialisten

von Dipl.-Ing. Werner Kinkartz
und Dipl.-Ing. Horst Feldhusen

Veranlassung

Am 22. Juli 2001 meldete die Station Leuchtturm (LT) "Alte Weser" Stromversorgungs-Alarm. Die Netzersatzanlage hatte übernommen. Sofort eingeleitete Untersuchungen ergaben, dass etwa 1.500 m vor dem LT "Alte Weser" ein Kurzschluss im 6 kV-Seekabel entstanden war. Die Ursache blieb unbekannt.

Die Stromversorgung des LT "Alte Weser" erfolgt über ein 6 kV / 3 Phasen Mittelspannungsnetz, dessen Einspeisung an der Übernahmestelle in Schmarren, ca. 20 km nördlich von Bremerhaven, erfolgt. Die Weiterleitung der Energie erfolgt über ein ca. 30 km langes 6 kV-Seekabel zu den Stationen RS "Wurster Arm", LT "Robbenplate", LT "Tegeler Plate" bis zum LT "Alte Weser" (Abb. 1). In den jeweiligen Stationen kann das weiterführende Seekabel in Mittelspannungs-Schaltanlagen abgeschaltet werden.

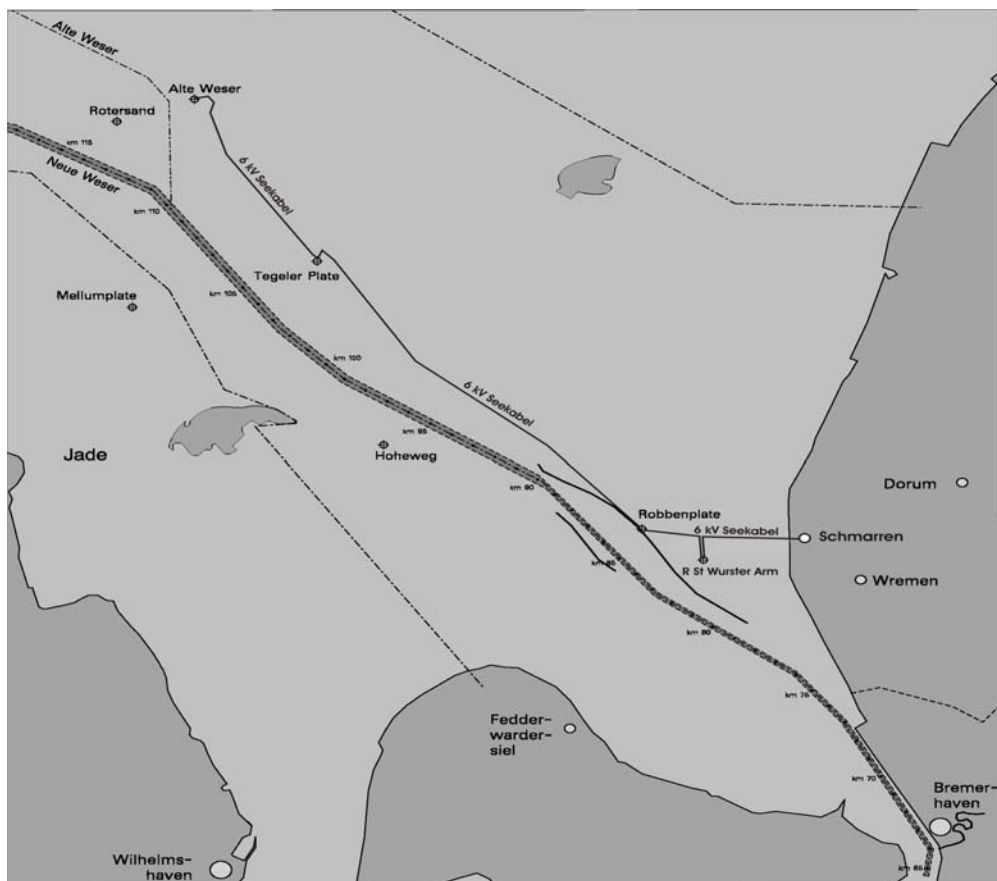


Abb. 1: Lageplan



Da sich die Schadenstelle in einem Bereich mit einer Wassertiefe von 10 m unter SKN befindet, war eine Kabelreparatur nicht möglich. Durch die extremen Kabelbewegungen bei einer Reparatur wären im über 40 Jahre alten Seekabel neue Kabelfehler an anderen Stellen entstanden.

Eine wirtschaftliche Prüfung im Vergleich zu Alternativlösungen in Form von Netzersatzanlagen, führte zur Entscheidung, das Seekabel zwischen den LT "Alte Weser" (Abb. 2) und "Tegeler Plate" (Abb. 3) mit einer Kabellänge von ca. 8.700 m zu ersetzen.

Vor einer Auftragsvergabe waren aber 2 für die Umsetzung der Maßnahme entscheidende Fragen zu klären:

1. Welche Möglichkeiten bestehen zur Kabeleinführung in den LT "Alte Weser" und in den LT "Tegeler Plate", ohne das zum LT "Robbenplate" weiterführende Seekabel zu bewegen oder gar zu beschädigen. Das Seekabel war 1964 beim Bau vom LT "Alte Weser" für den geplanten späteren Bau LT "Tegeler Plate" an dieser Stelle in einer großen Schleife verlegt worden, die dann beim Anschluss des LT "Tegeler Plate" aufgetrennt wurde [2].
2. Gibt es Hersteller für ein 3 (Adern) x 25 mm² (Querschnitt) 6/10 kV-Seekabel mit einer PE-Ummantelung, das im Gesamtdurchmesser \leq dem alten Seekabel ist. Hierzu wurden unabhängig zur 1. Frage Erkundigungen bei Kabelherstellern eingeholt.

Bei der 1. Frage sollte durch eine Voruntersuchung geklärt werden, ob ein beim Bau des LT "Alte Weser" mit verlegtes zweites Kabelschutzrohr (KSR) zum Kabeleinzug benutzbar ist und welchen max. \emptyset ein Seekabel dafür nicht überschreiten darf. Eine Benutzung des zweiten KSR schien sinnvoll, weil der erste Kabeleinzug misslang und erst beim zweiten Versuch 1964 glückte [1]. Aufgrund dieser Tatsache mussten Beschädigungen dieses KSR befürchtet werden.



Abb. 2:
LT "Alte Weser",
Fertigstellung im Rohbau
30.05.1963



Abb. 3:
LT "Tegeler Plate"
Der vorgefertigte LT wurde am 14.07.1965
zum Standort geschleppt und eingespült .
Fertigstellung 15.07.1965 [2]

Von der Planung zur Auftragsvergabe

- 05.11.2001 Genehmigung des Entwurfs zur "Ersatzbeschaffung Seekabel zur Energie-Versorgung LT "Alte Weser" mit einer Gesamtausgabe 2.300.000,00 DM = 1.175.971,33 €
- 02.01.2002 Auftragsvergabe an eine Fachfirma zur Voruntersuchung des LT "Alte Weser" auf Verwendbarkeit eines vorhandenen Leerrohres zum Kabeleinzug.
- 11.04.2002 Vorlage der Voruntersuchungs-Ergebnisse, die sofort in die Ausschreibung aufgenommen wurden
- geprüfter freier Innendurchmesser des Leerrohres 78 mm Ø,
 - Koordinaten des Leerrohrendes bei (215 m / 70° vor LT "AW"),
 - Außendurchmesser des Seekabels max. 65 mm,
 - Biegeradius des Seekabels min. 1,1 m.

Als wesentliche weitere Angaben der Baubeschreibung wurden in das Leistungsverzeichnis aufgenommen:

- Länge und Typ des Seekabels. Der gerechneten Kabellänge zwischen LT "AW" und LT "TP" wurden 1.100 m als Sicherheits- und Reservelänge zugeschlagen,
- Verlegetiefe des Seekabels 2 m unter Grund,
- Seitliche Abweichungen von der vorgegebenen Kabeltrasse (Koordinaten) ± 20 m,
- Bodenbeschaffenheit und aktuelle Peilung der Kabeltrasse,
- Seekabel-Aufbau und -Anschlussmontage,
- Innendurchmesser der KSR beim LT "Alte Weser" und "Tegeler Plate". Die Verlegung und Außeninstallation des KSR beim LT "Tegeler Plate" war Bestandteil der Ausschreibung.

01.04.2002 Nationale öffentliche Ausschreibung nach VOB

- Bindefrist 31.05.2002,
- Ausführungsfrist bis 27.09.2002.

Der Zeitraum zwischen Angebots-, Binde- und Ausführungsfrist resultiert aus der vorgenannten Anfrage bei Kabelherstellern zur Herstellung- und Liefermöglichkeit des benötigten Seekabels. Danach war mit Lieferzeiten von 14 bis 15 Wochen zu rechnen. Die Beauftragung zur Seekabellieferung wurde Bestandteil der Ausschreibung. Damit sollte gewährleistet werden, dass die Abwicklung, Verantwortung der Gesamtbaumaßnahme und die Gewährleistung in der Hand des Auftragnehmers ist.

Den Auftrag erhält eine Arbeitsgemeinschaft. Hersteller des Seekabels ist die Firma NEXANS, mit ihren Produktionsanlagen in Norwegen und Hannover. Das herzustellende Seekabel, Typ 2XSE2YR2Y 3x25RE/25 6/10 kV hat einen Außendurchmesser von 52 mm



Abb. 4: Seekabel-Modell



(s. Abb. 4).

Die ARGE bietet zur Kabelverlegung ein Verfahren an, bei dem mittels eines Spülschwertes das Kabel 2 m unter Grund verlegt werden soll (s. Abb. 5).

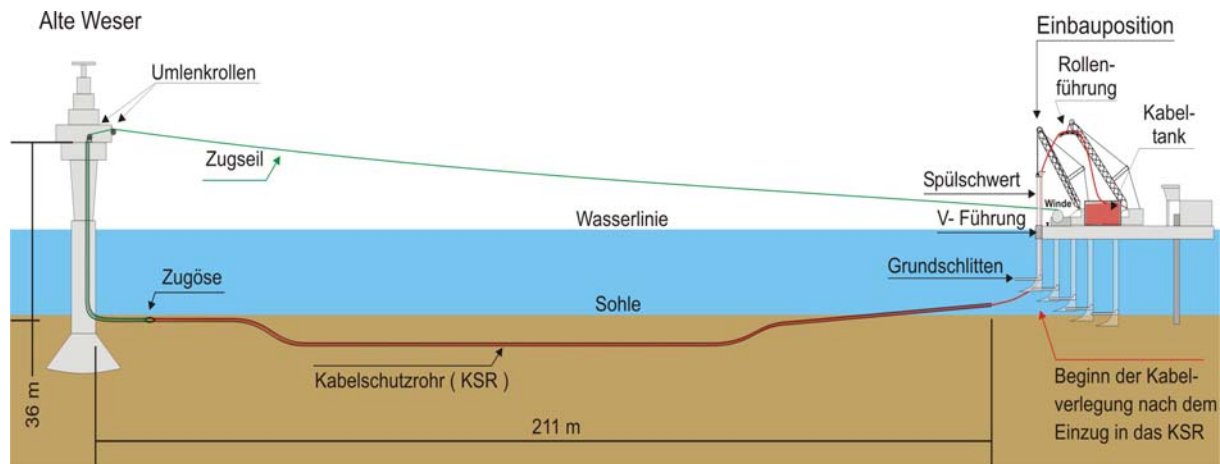


Abb. 5: Kabeleinzug beim LT "Alte Weser" (Prinzipskizze)

Bauausführung

Da hier bekannt war, dass wir kein Seekabel als "Lagerware" kaufen, sondern die Herstellung Zeit braucht, war die Ausführungszeit mit der Fertigstellung am 27.09.2002 ausreichend bemessen. Keiner der Bieter hielt die Ausführungszeit für zu knapp oder die Jahreszeit für die Verlegearbeiten für unmöglich.

Am 05.09.2002 wurde das Seekabel mit einem Außendurchmesser von nur 52 mm gegenüber für das Einziehen in das Kabelschutzrohr (KSR) möglichen 65 mm angeliefert und auf den Verlegeponton der ARGE verladen. Der Kabelcontainer mit der Seekabellänge von 9.800 m hatte ein Gewicht von rd. 65 t.

In den folgenden Tagen wurde versucht, den Verlegeponton vor dem LT "Alte Weser" zu positionieren.

Dies scheiterte zunächst an

- zu geringer Leistung des Hilfsschiffes (wurde gegen ein anderes ausgetauscht),
- zu kleinen Ankern, die im Untergrund keinen festen Halt fanden (wurden gegen größere ausgetauscht),
- Bruch der Haltepfähle im Seegang (wurden erneuert und verstärkt).

12.09.2002 Aufsuchen und Sichern des KSR beim LT "Alte Weser" auf der Position des Voruntersuchungsergebnisses (Abb. 6).



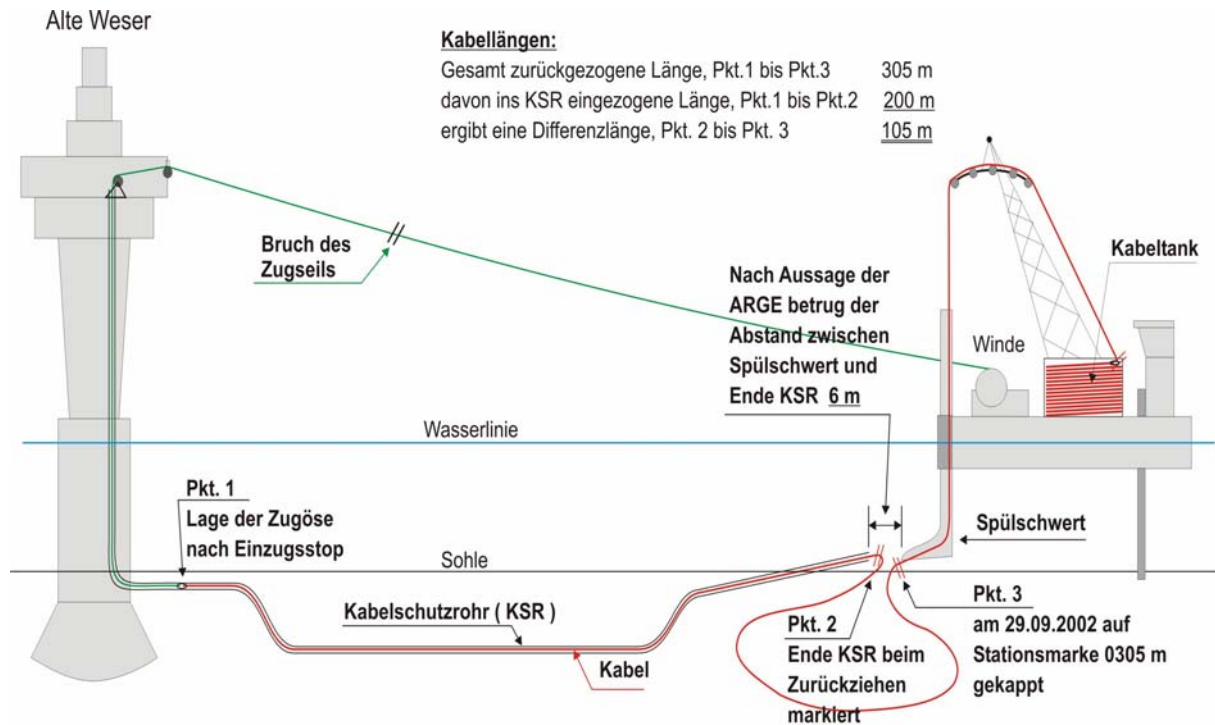
Abb. 6: Das Ende des KSR beim LT "Alte Weser" wurde mit Druckluft gefunden (Blasenbildung)

Ein weiterer Versuch scheiterte am 24.09.2002 bei der Montage des Spülschwertes im vorherrschenden leichten Seegang. Wie sich später herausstellte, war ein sicheres Arbeiten mit dem Verlegeponton nur bis zur Windstärke 4 Bft. oder 1 m Wellenhöhe möglich.

Am Samstag, dem 28.09.2002 erfolgt dann bei ruhiger See und teilweiser Windstille der Kabeleinzug. Die Länge des KSR beträgt 245 m. Nachdem rd. 200 m eingezogen waren, geschah ein unvermuteter Stopp. Beim erneuten Anzug des Zugseiles riss dieses durch (Abb. 7).

Mit beginnender Nacht wurden die Arbeiten gegen 22:00 Uhr eingestellt. Am Sonntagmorgen bei leichter Dünung havarierte das rd. 25 m lange Spülschwert in dem das Seekabel eingezogen war, beim Versuch, das Kabel wieder zurückzuziehen, indem es auf dem Meeresgrund aufsetzte. Das Spülschwert brach mittig durch, fiel auf den Meeresgrund und zerstörte in diesem Bereich das Seekabel total, wobei damit 350 m Seekabel unbrauchbar waren. Das Kabel wurde gekappt, die Einheiten fuhren zurück.

3 Tage später wurde das Spülschwert geborgen und das gekappte Kabelende zurückgezogen. Von nun an ging es nicht mehr um das Verlegen des Kabels, sondern nur noch um Vertragsauslegungen, Schuldzuweisungen und Forderungen.



Nach Aussage der ARGE wurde das Kabel aus dem Kabeltank durch das Spülschwert direkt in das KSR eingezogen. Rechnerisch ergibt sich eine Differenzlänge von 105 m die zwischen KSR Ende (Pkt.2) und Kabelaufgang am Spülschwert (Pkt.3) als Kabelbucht oder -schleife gelegen haben muß.

Abb. 7: Fehlgeschlagener Kabeleinzug beim LT "Alte Weser"

Die ARGE legte eine Behinderungsanzeige vor und sah kein Verschulden bei sich, sondern eine Abnormität im vom WSA zur Verfügung gestellten KSR und damit die Verantwortung für Schäden und Folgeschäden beim WSA.

Trotzdem wurde gemeinsam versucht, die Verursachung für den Einzugsstopp zu finden, um den Bauvertrag zu erfüllen.

Eine Kamerabefahrung auf 60 m Länge vom LT "Alte Weser" aus ergab keine Hinweise. Ein Freilegen des KSR war nicht möglich. Bei der Reinigung und erneuten Kalibrierung wurde seitens der ARGE mit anderen als den zuvor vorgestellten Geräten gearbeitet. Ein Reinigungsmolch wurde dabei im KSR so festgefahren, dass dieser nur mit sehr großer Zugkraft wieder herausgezogen werden konnte.



Über teils renommierte Gutachter versuchte nunmehr die ARGE, die Unmöglichkeit des Kabeleinzugs aufgrund der Lage des KSR zu beweisen und trat zu den Besprechungen mit fachanwaltlicher Unterstützung auf. Währenddessen wurden dem WSA alle Aktivitäten und die Präsenz der Geräteeinheit in Rechnung gestellt, wie

- Liegezeit der Geräte im Fischereihafen,
- vergebliche Anfahrten der Geräte,
- witterungsbedingte Arbeitseinstellungen,
- Reparatur der Geräte,
- zusätzliche Untersuchungen zur Schadensursache,
- Anwaltskosten,
- Zinsen wegen nicht erfolgter Zahlung usw.

Die zusätzlichen Forderungen zur Bauvertragssumme hatten zum Schluss die 2 Mio. € überschritten. Trotzdem war eine Kündigung des Vertrages zu diesem Zeitpunkt nicht opportun, um das fiskalische Risiko für die WSV klein zu halten.

Hier greift das Vertragsrecht der VOB entscheidend ein, das nach § 8 eine Kündigung durch den Auftraggeber zwar jederzeit vorsieht, aber mit weitreichenden Folgen, was die Zahlung der vertraglich vereinbarten Vergütung auch ohne Gegenleistung durch den AN bestimmt. Eine solche Zahlungsverpflichtung wollten wir vermeiden. Aufgrund der Witterung (Winterzeit) wurde mit der ARGE vereinbart, die Vertragserfüllung auszusetzen und bis zum 1. März 2003 ein Konzept durch die ARGE für die weitere Abwicklung erstellen zu lassen.

Erst nachdem aufgrund

- vertraglicher Vereinbarung und
- mehrfacher Aufforderung mit Fristsetzung und
- Kündigungsandrohung mit Fristsetzung,

kein technisch ausgereiftes Konzept zur Seekabelverlegung durch die ARGE vorgelegt wurde, ist der Bauvertrag vom WSA gekündigt worden.



Abbruch und Neubeginn der Bauarbeiten

Unter der Beachtung der neuen Vertragsfristen und dem technischen Zwang, die Energieversorgung des LT "Alte Weser" endlich zu sichern, konnte dieser Schritt jetzt erfolgen. Bestehen blieben

- das Prozessrisiko der zusätzlichen 2 Mio. €-Forderung in der Beurteilung der Schadensursache (auf hoher See und vor Gericht sind wir alle in Gottes Hand),
- die höheren Kosten bei Erledigung durch eine andere Firma,
- die Geltendmachung des Schadensersatzes des WSA bei Insolvenz der Firma.

Auf Bitte der ARGE-Geschäftsleitung fand am 12. Mai 2003 ein letzter Einigungsversuch statt, bei dem die überarbeitete technische Konzeption nunmehr doch noch erläutert wurde.

In einem 10-stündigen Verhandlungsmarathon bis in die späten Abendstunden hier im WSA wurden

- die hohen Nachforderungen der ARGE durch diese zurückgenommen und
- ein langwieriger Prozess vermieden.

Damit sahen wir die Voraussetzungen für eine Rücknahme der Kündigung als gegeben und vereinbarten die Fortsetzung der Arbeiten.

Die unberechtigten Forderungen, insbesondere durch Gerätestillstand, Gutachter- und Anwaltskosten der ARGE und Reparaturen wurden vom WSA nicht bezahlt.

Mit der Wiederaufnahme der Arbeiten gelingt am 28.06.2003 der Probееinzug einer Seekabel-Teillänge (gekappte und zurückgezogene 305 m) in den LT "Alte Weser". Daraufhin wird der zwischenzeitlich an Land gelagerte Kabeltank mit dem Seekabel auf den Verlegeponton verladen und nach Abschluss der Baustelleneinrichtung und Ausrüstung der Fahrzeuge die erneute Kabelverlegung gestartet.

Am 14.07.2003 gelingt der Einzug des Seekabels in den LT "Alte Weser" (Abb. 8) und gegen 20:00 Uhr startet die Kabelverlegung zum LT "Tegeler Plate", der am 15.07.2003 gegen 04:00 Uhr erreicht wird. Mit dem Einzug des Seekabels in das KSR am LT "Tegeler Plate" ist die reine Seekabelverlegung beendet. Es wurden insgesamt 8.810 m Seekabel verlegt inkl. der in die LT eingezogenen Längen. Damit entspricht die verlegte Länge der berechneten Seekabellänge von 8.860 m.



Abb. 8: Das Seekabel ist in den LT "Alte Weser" eingezogen

Die weiteren Arbeiten laufen nach Plan. Am 30.07.2003 erfolgt mit der elektrischen Prüfung des Seekabels vom LT "Alte Weser" zum LT "Tegeler Plate" die Abnahme der Baumaßnahme (Abb. 9 - 14).



Abb. 9: Beginn der Seekabelverlegung. Das Zugseil wird mit dem Ziehstrumpf des Seekabels verbunden und über die Rollenführung außer Bord gegeben



Abb. 10:
Kabelentnahme aus dem Kabeltank
über die Rollenführung



Abb. 11:
Zugseil von der Verlegeeinheit zum
LT "Alte Weser"



Abb. 12: Das Seekabel läuft aus dem Kabeltank über die im Bild sichtbare Rollenführung (s. Abb. 8) durch den Kabelhund (rechts im Bild)



Abb. 13:
Einzug des Seekabels in das außen installierte KSR am LT "Tegeler Plate"



Abb. 14:
Das Seekabel wird, umhüllt mit einem längsseits aufgeschnittenen Betonschlauch, über Schellen in die Trazozelle des LT "Tegeler Plate" geführt.

Die Genauigkeit der Kabelverlegung wurde anhand der bei der Verlegung aufgezeichneten Gauß-Krüger-Koordinaten ermittelt, indem die vorgegebene Trasse und die Daten der Aufzeichnung graphisch überlagert wurden. Die Seitenabweichung liegt in den Grenzen der Trassenvorgabe.

Schlussbetrachtung

Die für die Ausschreibung erforderliche Voruntersuchung der Kabelzuführung am LT "Alte Weser" durch eine Firma, die nicht "selbstverständlich" wegen großer Fachkunde den Zuschlag der Ausschreibung erhielt, war und ist aus Sicht des AG richtig. In Anbetracht von Fehlschlägen bei dieser Bauausführung werden aber an dieser Nahtstelle die Gründe für ein Scheitern gesucht und sind nicht oder nur schwer beweisbar. Eine Kontrolluntersuchung durch die später beauftragte ARGE und Bestätigung der Voruntersuchungsergebnisse hätte in diesem Fall vor einigen Problemen schützen können.



Eine fachkundige ständige Bauaufsicht ist gerade bei Auftragnehmern, die Schwächen in der Bauausführung erkennen lassen, unverzichtbar, um derartige Projekte erfolgreich abschließen zu können.

Eine intensive Bauablaufprüfung im Rahmen eines Qualitätsmanagement ist unerlässlich bei solch komplexen, fernab jeder schnellen Hilfemöglichkeit, Baustellen im Offshore-Bereich.

Die Einschaltung externer Experten ist bei solch besonderen Anforderungen unerlässlich. Für uns wurde als beratender Ingenieur Dipl. Ing. P. W. de la Motte tätig, dessen Fach- und Sachkunde nicht zuletzt den Erfolg der Kabelverlegung und der vertraglichen Abwicklung wesentlich mit beeinflusst hat.

Literatur

- [1] Die Stromversorgung der Leuchttürme in der Außenweser.
Dipl. Ing. W. Bothmann
Hansa – Schiffahrt – Schiffbau – Hafen
107. Jahrgang 1970 – Nr.15
- [2] Die Geschichte des Radarturmes in Bremerhaven.
Bauamtsrat Gert Pohl
Abgeschlossen am 30. Juli 1989