

# Es geht hoch hinaus – Bau eines neuen Funkmastes auf Borkum

Dipl.-Ing. Günther Rohe, Dipl.-Ing. Martin Boekhoff, Dipl.-Ing. Peter Schneider, Wasser- und Schifffahrtsamt Emden

Nicht nur seine Höhe von rund 100 Metern ist imposant, sondern vor allem beeindruckt der neue Funkmast durch seine hohe Leistungsfähigkeit: Denn genau hier laufen alle wichtigen Daten für den Schiffsverkehr in der Außenems zusammen. Wo befindet sich ein Schiff? Welchen Kurs nimmt es ein? Mit welcher Geschwindigkeit ist es unterwegs? All diese Informationen nimmt der Funkmast auf und überträgt die Daten gebündelt in die Verkehrszentrale an der Knock. Sicherer kann Schifffahrt nicht sein.

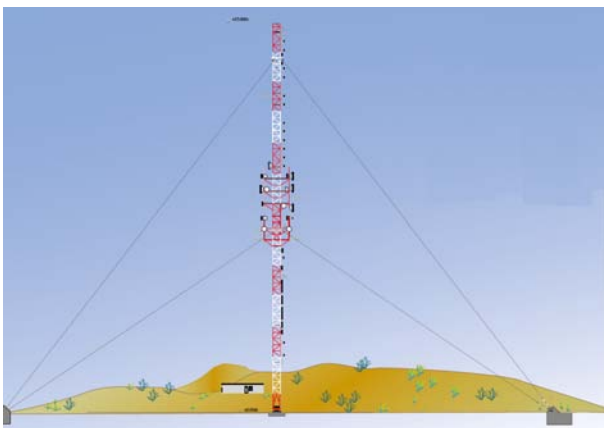


Abb. 1: Skizze des neuen Funkmastes

## Ausgangssituation

Seit ca. 1970 betreibt das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Emden auf dem Gelände beim kleinen Leuchtturm auf Borkum einen Antennenträger, der zur Funkabdeckung diverser Dienste dient und die Datenübertragung zwischen der Insel und dem Festland realisiert.

Bei dem vorhandenen Antennenträger handelt es sich um einen 67 Meter hohen, in drei Richtungen zweifach abgespannten Stahlgittermast. Das Mastfachwerk aus Profilstahl weist einen quadratischen Grundriss auf und ist als geschraubte Konstruktion ausgeführt. In bestimmten Höhen sind Plattformen mit Richtfunkantennen angeordnet. Des Weiteren sind diverse Antennen für die verschiedenen Funkbereiche sowie für Mobilfunk montiert. Die zugehörigen Funkanlagen befinden sich in einem Betriebsgebäude direkt unterhalb des Mastes.

Nach seiner Errichtung im Jahr 1967 diente der Antennenträger zur Revierfunkabdeckung von K 18 (UKW-Kanal für die Funkdienste der Verkehrssicherung „Ems Traffic“) und stellte eine Richtfunkverbindung zum Festland her. Dadurch wurde es möglich, von der Verkehrszentrale Ems den Außenemsbereich per Revierfunk zu erreichen und das Radarbild der sich ebenfalls auf dem Gelände befindenden Radarstation Borkum (Kleiner Leuchtturm) zu überwachen.

Im Laufe der Jahre kamen diverse Erweiterungen hinzu, wie z. B. die Revierfunkabdeckung für die Deutsche Bucht (Kanal 16 und Kanal 79) und die im Jahr 2002 durchgeführte Anbindung der Offshore-Forschungsplattform „FINO“. Auch „Dritte“ nutzten den vorhandenen Stahlgittermast wegen seiner zentralen Lage auf Borkum und der möglichen Antennenhöhen. Hierzu gehören u. a.:

- Feuerwehr/Rettungsdienst der Stadt Borkum,
- Land Niedersachsen (LGN, Landesvermessung),
- Mobilfunkbetreiber (D1, E-Plus).

## Handlungsbedarf

Bereits im Jahr 2002 waren mit der Montage der Richtfunkantenne zur Anbindung der Offshore-Forschungsplattform „FINO“ alle Tragreserven des Gittermastes ausgeschöpft. Ab diesem Zeitpunkt mussten zusätzliche Antennen für neue Funkdienste, wie z. B. das Automatische Identifikationssystem (AIS) und der Revierfunk für die Lotsenstation Borkum (K 9/K 12) am „Großen Leuchtturm“ und am „Kleinen Leuchtturm“ auf Borkum montiert werden.

Im Juli 2008 ergab die turnusmäßige Bauwerksprüfung, dass irreversible Verformungen an allen 6 Pardunenanschlüssen vorlagen (siehe Abb. 2). Die Anschlussbleche der Pardunen (Abspannseile) am Gittermast waren verdreht, die Befestigungsbolzen der Pardunen hatten sich gelängt. Hierdurch wurden erhebliche Zusatzbeanspruchungen in den jeweiligen Bolzen und Blechen hervorgerufen, die die Dauerhaftigkeit und somit die Standsicherheit des Bauwerkes gefährdeten. Das an der Bauwerksprüfung beteiligte Ingenieurbüro empfahl, den Stahlgittermast bis spätestens 2011 durch einen Neubau zu ersetzen. Im November 2008 wurde in einer konstituierenden Sitzung eine Projektgruppe, bestehend aus Bau- und Nachrichtentechnik-Ingenieuren, gegründet, die das anstehende Projekt umsetzen sollte.

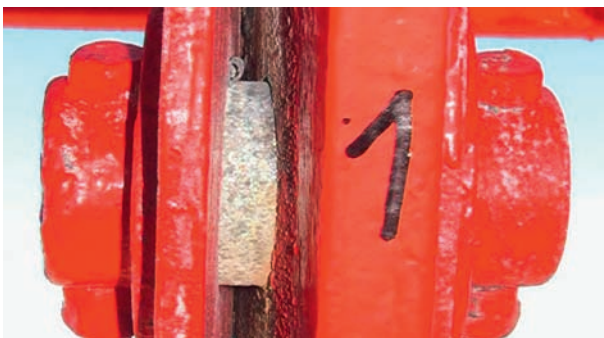


Abb. 2: Einkerbung am Anschlussblech

## Planung des neuen Antennenträgers

Bei den Planungen für den Neubau wurde zunächst das Anforderungsprofil unter Beteiligung aller Nutzer erstellt. Weiterhin hatte zwischenzeitlich die Bundespolizei Interesse bekundet, den neuen Antennenträger für eine Funkzelle des sich momentan im Aufbau befindlichen BOS-Funknetzes (BOS = Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben) zu nutzen. Es ergaben sich folgende Anforderungen:

- Bestehende Funkdienste der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung waren vollständig zu übernehmen.
- Die zwischenzeitlich am „Großen Leuchtturm“ und am „Kleinen Leuchtturm“ untergebrachten Funkdienste sollten zum neuen Antennenträger verlagert werden. Gründe dafür waren die Entlastung der Leuchttürme (Erscheinungsbild), die Bündelung der Technik an einem Standort und die damit verbundene Optimierung der Instandhaltung.
- Die im Zuständigkeitsbereich der Wasser- und Schifffahrtsdirektionen (WSDn) Nord und Nordwest eingesetzte Maritime Verkehrstechnik erfährt durch den Aufbau des „System Maritime Verkehrstechnik“ (SMV) eine grundlegende Modernisierung. Hierfür waren Reserven, insbesondere im Hinblick auf Revierfunk und Richtfunk, zu berücksichtigen.
- Weiterhin befinden sich zusätzliche Dienste in der Planungsphase, für die ausreichende Reserven vorzusehen waren.



### Planung der neuen Antennenbasisstation

Zur Unterbringung der zum Antennenträger gehörigen Funkanlagen und deren Infrastruktur war in unmittelbarer Nähe des neu zu errichtenden Antennenträgers eine neue Antennenbasisstation zu bauen. Gemäß Anforderungsprofil waren für folgende Nutzer Technikräume zur Verfügung zu stellen:

- WSV (ca. 50 Schränke),
- Bundespolizei (ca. 5 Schränke),
- Dritte (ca. 10 Schränke).

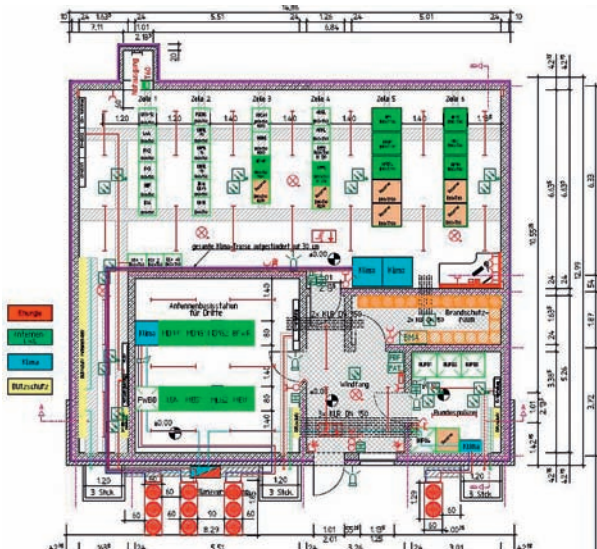


Abb. 4: Antennenbasisstation (neu)

Weiterhin waren ein Windfang und ein separater Raum für die Brandmelde- und Brandlöschanlage notwendig (Abb. 4). Der Raumbedarf erforderte eine Grundfläche von 15 x 13 m bei einer Höhe von ca. 4,50 m.



Abb. 5: Vorderansicht Antennenbasisstation (neu)

Zur größtmöglichen Wahrung des vorhandenen Landschaftsbildes sollte die Antennenbasisstation so weit wie möglich in die am Ort vorhandenen Dünen integriert werden (Abb. 5).

### Stromversorgung

Die Stromversorgung der Anlagen wird bei Netzausfall über unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) in Verbindung mit einer Netzersatzanlage sichergestellt. Die am Standort Süderstraße vorhandene Netzersatzanlage war nicht in der Lage, zusätzlich die neue Antennenbasisstation inkl. der dort installierten Klimaanlage zu betreiben. Dies erforderte den Ersatz der vorhandenen Netzersatzanlage durch ein stärkeres Aggregat und die Erneuerung der gesamten Schaltanlage.

### Planung des Geländes

Als Gelände für den Neubau hatte das WSA Emden zwei mögliche Standorte in Betracht gezogen:

- Errichtung des neuen Antennenträgers in unmittelbarer Nähe des abgängigen Stahlgittermastes,
- Aufbau des neuen Stahlgittermastes im Hafengebiet.

Die geplante Maßnahme und die möglichen Standorte wurden dem Rat der Stadt Borkum in einer interfraktionellen Ratssitzung vorgestellt. Daraufhin teilte die Stadt Borkum mit, dass sie den alten Standort in der Süderstraße bevorzuge.

Aufgrund der einzuhaltenen Grenzabstände reichte das der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) gehörende Gelände nicht aus, so dass der Antennenträger und die Antennenbasisstation östlich der bestehenden WSV-Anlagen auf einer vom Domänenamt Norden anzupachtenden Fläche zu errichten waren. In Abb. 6 sind die auf dem Gelände vorhandenen Gebäude und die Positionen des Neubaus (Stahlgittermast, Antennenbasisstation, Kabelgraben) dargestellt:

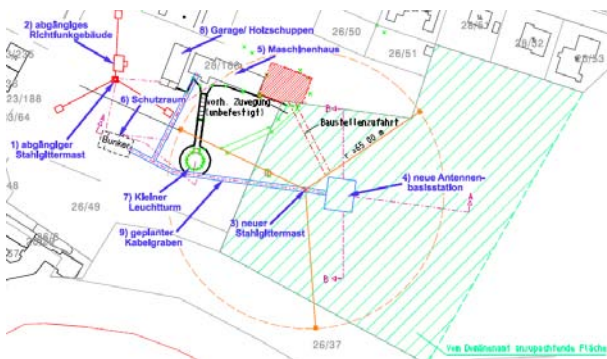


Abb. 6: Baufeldübersicht

1. abgängiger Stahlgittermast
2. abgängiges Richtfunkgebäude
3. neuer Stahlgittermast
4. neue Antennenbasisstation
5. Maschinenhaus
6. Schutzraum/Bunker
7. kleiner Leuchtturm
8. Garage/Holzschuppen
9. geplanter Kabelgraben

Die Zuwegung zum neuen Antennenträger und zur Antennenbasisstation erfolgt über den neu anzulegenden Kabelgraben, der die Antennenbasisstation und den Antennenträger mit dem kleinen Leuchtturm, dem Schutzraum und dem Maschinenhaus verbindet.

Zur Beurteilung der Boden- und Grundwasserverhältnisse wurde ein Ingenieurbüro beauftragt. Die Bauwerkslasten konnten mittels Flachgründung in den Baugrund eingeleitet werden.

## Genehmigungen

Für die Maßnahme waren diverse Genehmigungen erforderlich, die unmittelbar nach der Planungsphase beantragt wurden. Im Einzelnen waren dies:

- Naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung gemäß Niedersächsischem Naturgesetz,
- Einvernehmen mit der Stadt Borkum,
- Zustimmungsverfahren gemäß Niedersächsischer Bauordnung, Zustimmung des Niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit,
- Deichrechtliche Ausnahmegenehmigung gemäß Niedersächsischem Deichgesetz vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN),
- Beantragung der Nutzung „Domänenfiskalischer Flächen“ im Bereich des kleinen Leuchtturmes auf Borkum.

Bis alle erforderlichen Genehmigungen vorlagen, verging ein Zeitraum von mehr als einem Jahr.

## Entwurfsaufstellung

Der Entwurf der Haushalts- und Ausführungsunterlagen wurde der Wasser- und Schifffahrtsdirektion (WSD) Nordwest Ende August 2010 vorgelegt und durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) genehmigt. Die Finanzierung der Maßnahme in Höhe von 4,3 Mio. Euro erfolgte aus dem Konjunkturpaket 2. Damit verbunden war die Anforderung, den Bau noch im Jahr 2011 abzuschließen.

## Umsetzungsverfahren der Maßnahme

Bereits bei der Entwurfsaufstellung waren alle auszuführenden Arbeiten aufgenommen und in einem Projektplan für die Gesamtmaßnahme abgebildet worden. Es waren Arbeiten in diversen Disziplinen, wie

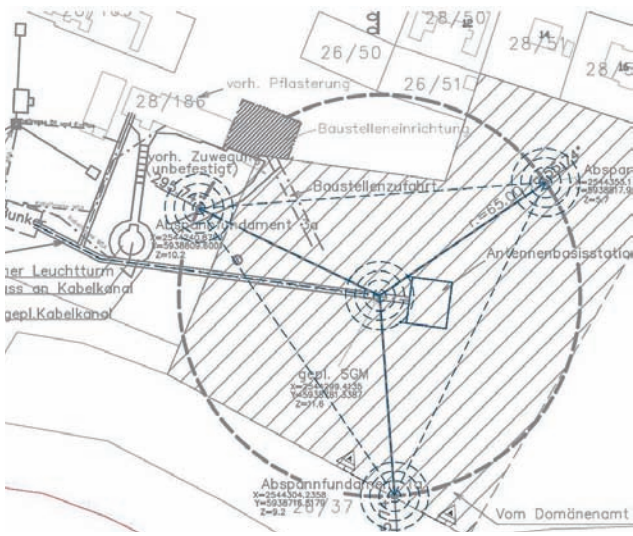


Abb. 7: Übersicht der einzelnen Blitzschutzzonen

Bautechnik, Stahlbau, Nachrichtentechnik, Elektrotechnik, etc. durchzuführen.

Die in diesem Zusammenhang getätigten Vergaben und deren Durchführung werden im Folgenden detailliert beschrieben.

### Standortbescheinigung und EMV-Gutachten

Die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) wurde durch eine entsprechende Standortbescheinigung der Bundesnetzagentur nachgewiesen. Diese definiert zwar die einzuhaltenen Sicherheitsabstände zum Antennenträger, enthält aber keine direkten Aussagen über die tatsächliche Belastung durch elektromagnetische Strahlung.

Aus diesem Grund hatte der Rat der Stadt Borkum im Jahre 2009 angeregt, gerade im Hinblick auf den Kurort-Status der Insel ein gesondertes Gutachten erstellen zu lassen, da ein Bauwerk dieser Größenordnung mit einer hohen Antennenanzahl gegebenenfalls mit einer signifikanten Belastung durch elektromagnetische Strahlung in Verbindung gebracht werden könne.

Daher wurden in einem von der Firma Serco verfassten EMV-Gutachten die zu erwartenden Strahlungswerte in Bodennähe berechnet und mit den zulässigen Grenzwerten der „26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes“ verglichen. Die maximale Grenzwertausschöpfung in unmittelbarer Nähe des Bauwerkes betrug ca. 3%. Die Ergebnisse des Gutachtens wurden in verständlicher Form aufgearbeitet und den direkten Anwohnern vorgestellt. Auf diesem Weg konnten Bedenken ausgeräumt und dadurch die Akzeptanz der Maßnahme gesteigert werden.

### Blitzschutz-Risikoanalyse

Das Thema Blitz- und Überspannungsschutz bekommt bei zunehmender Vernetzung der Anlagen und vermehrtem Einsatz von Rechner- und Kommunikationstechnik eine immer größere Bedeutung. Gerade bei einer umfangreichen Maßnahme wie dieser waren aufwendige Blitzschutzmaßnahmen durchzuführen, um die eingesetzte Technik und Personen optimal zu schützen. Ende November 2010 wurde das Ingenieurbüro „John Becker-Ingenieure“ beauftragt, für den gesamten Standort eine umfassende Blitzschutz-Risikoanalyse zu erstellen.

Der Blitzschutz der neuen Bauwerke musste in geeigneter Weise mit dem Bestand zusammengeführt werden. Um den Personenschutz zu gewährleisten, wurde eine Potentialsteuerung zur Verminderung der Schrittspannung erforderlich (Abb. 7, 8), die erforderlichen Erdungswiderstände werden durch spezielle Tiefenerder erreicht.

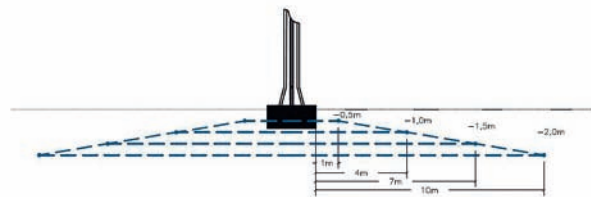


Abb. 8: Übersicht der zu verlegenden Tiefenerder

Im Hinblick auf den Schutz der Anlagen waren diverse Blitzschutzzonen zu bilden. Alle in die Blitzschutzzonen ein- und ausgehenden Kabel (Daten, Antennen, Energie) wurden mit entsprechenden Blitz- und Überspannungsableitern beschaltet. Der Einbau eines antistatischen und geerdeten Fußbodens sichert die Antennenbasisstation gegen elektrostatische Aufladung.

### Erneuerung der Netzersatzanlage

Wie bereits erläutert, waren die Netzersatzanlage und in Verbindung damit auch die gesamte Schaltanlage zu erneuern. Diese befinden sich im Maschinenhaus (Abb. 6). Der Auftrag wurde im Februar an die Firma MWB aus Bremerhaven vergeben. Allerdings verzögerte die Erdbebenkatastrophe in Japan diese Maßnahme um ca. 3 Monate, da Elektronikkomponenten der Motorsteuerung zeitweise nicht lieferbar waren. Die Arbeiten konnten somit erst im Juni 2011 beginnen.

### Umbau Maschinenhaus Borkum

Zwecks kurzer Ausfallzeiten beim Umbau von der alten auf die neue Netzersatzanlage wurde die neue Netzersatzanlage parallel zum alten Aggregat in einem neu geschaffenen Raum aufgebaut. Den Auftrag zur Herrichtung dieses Raumes erhielt die Firma Hofschröder aus Lingen im Februar 2011.

Nach Umschaltung auf die neue Netzersatzanlage wurde die abgängige Netzersatzanlage zurückgebaut und die frei gewordene Räumlichkeit in Labor und Lager umfunktioniert. Die Fertigstellung erfolgte im August 2011.

### Bauarbeiten

Der Auftrag zur Erstellung der Antennenbasisstation und der Fundamente des Stahlgittermastes wurde ebenfalls an die Firma Hofschröder aus Lingen vergeben. Die Bauarbeiten begannen im März 2011 mit Vermessungsarbeiten, bei denen die Positionen der Antennenbasisstation, des Gittermastes und der Abspannfundamente festgelegt wurden.

Das Verfahren zur Gewährleistung der Kampfmittelfreiheit regelt der „Erlass zur Kampfmittelbeseitigung an Bundeswasserstraßen“. Nach einer Luftbildauswer-

tung für den Standort wurde es als notwendig erachtet, vor der Ausführung von Baggerarbeiten die Baufelder sowie die Kabel- und Blitzschutztrassen zu sondieren. Den Auftrag dazu erhielt die Firma Bitek aus Bremen.

Bei den Arbeiten wurde eine Granate (Abb. 9) gefunden und anschließend fachgerecht entsorgt.



Abb. 9: Wurfgranate aus dem 2. Weltkrieg

Die Funktion der verkehrstechnischen Anlagen auf Borkum durfte durch die Bauarbeiten auf keinen Fall gefährdet werden. Deshalb erfolgte die Ausweitung der Sondierungsarbeiten auf die im Gelände verlegten Energie- und Datenkabel im Bereich der Kabel- und Blitzschutztrassen. Die Kabel wurden sondiert und freigelegt, teilweise per Handschachtung.

Nach Abschluss der Sondierungsarbeiten wurden die Baufelder auf die entsprechenden Höhenlagen gebracht, was aufgrund der unterschiedlichen Geländehöhen zu erheblichen Sandbewegungen führte. Die Baustraßen zu den Abspannfundamenten und zur Antennenbasisstation, die später auch als Zuwegungen für Bauwerksprüfungen und für Arbeiten an der auf dem kleinen Leuchtturm befindlichen Radarantenne dienen, wurden mit Recycling-Bauschutt angelegt.

Es folgten die Arbeiten zum fachgerechten Einbau der Blitzschutzkomponenten der Antennenbasisstation (Flächenerder unter der Sohlplatte, Verbindung zur Bewehrung). Im April 2011 fand dann schließlich die Betonage der Bodenplatte statt.

Parallel zur Errichtung der Antennenbasisstation begannen im Rahmen dieses Auftrages die Arbeiten zur Herstellung der Abspannfundamente sowie des Fundamentes für den Gittermast. Die Baugruben wurden ausgehoben und angeböschet, die Sauberkeitsschicht wurde eingebracht. Es folgten die exakte Einmessung, Ausrichtung und Fixierung der Stahlkonstruktionen zum Anschluss der Pardunenseile (Abb. 10).



Abb. 10: Abspannfundament Nr. 2

### Technische Ausrüstung Antennenbasisstation

Den Auftrag zur Ausrüstung der neuen Antennenbasisstation mit allen zum Betrieb erforderlichen Systemen und Komponenten erhielt im Juni 2011 die Firma Wieting Elektrotechnik GmbH aus Stadland. Alle Komponenten (Netzeinspeisungen, E-Verteilungen, USV-Anlagen, Doppelbodenanlage, Zutrittskontrollsystem, Brandmelde- und Brand-Löschanlage, Klima-Anlagen, etc.) wurden von Juli bis September 2011 zeitgerecht montiert und in Betrieb genommen.

### Stahlgittermast (Stahlbau)

Der Stahlgittermast wurde über eine separate Ausschreibung beauftragt. Auftragnehmer war die Firma TSN (Turmbau Steffen Nölle) aus Berlin, die Auftragser-

teilung erfolgte Anfang März 2011. Nach einem ersten Abstimmungsgespräch begannen umgehend die Konstruktionsarbeiten für den Gittermast und die Fundamente. Auf Grund des sehr engen Zeitrahmens erfolgte die Prüfung der Statiken durch ein externes Ingenieurbüro parallel zur Konstruktion.

Der Stahlgittermast wurde durch TSN in Slowenien gefertigt und erhielt auch dort die rot-weiße Tageskennzeichnung gemäß der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“. Nach der werksseitigen Güteprüfung durch ein externes Ingenieurbüro erfolgte die Verbringung der insgesamt 16 vormontierten Schüsse per LKW und Schiff nach Borkum.

Mitte August 2011 waren die Fundamente des Mastes bereits ausreichend durchgehärtet, so dass die Mastmontage mithilfe eines 100-Meter-Kranes erfolgen konnte. Für die Aufstellung des Kranes musste ein entsprechender Stellplatz in der Dünenlandschaft vorbereitet werden. Ende September 2011 war die Errichtung des neuen Stahlgittermastes abgeschlossen (Abb. 11).

### Ausrüstung des neuen Stahlgittermastes

Um die verkehrstechnischen Anlagen auch während der Migrationsphase vom alten auf den neuen Gittermast hochverfügbar vorzuhalten, war die vorherige Ausrüstung des neuen Stahlgittermastes mit allen Antennensystemen notwendig. Der Auftrag dazu wurde Ende Juni 2011 an die Firma „telent“ vergeben.

Der Auftrag beinhaltete die Beschaffung und Montage aller Antennen, die Kabelverlegung im und vom Mast über den neuen Kabelgraben in die Antennenbasisstation, die Ausstattung mit Blitzschutzelementen, die weitere Verlegung der Kabel zum vorgesehenen Platz der Funkanlage sowie die Messung und Dokumentation der Antennenparameter. Weiterer Bestandteil war eine Hindernisbefeuern gemäß der „Allgemeinen



Abb. 11:  
Ansicht des neuen  
Funkmastes

Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“. Die Fertigstellung erfolgte im November 2011.

### **Die neue Richtfunkstrecke Borkum – Campen – Knock**

Eine weitere Voraussetzung für möglichst kurze Ausfallzeiten der verkehrstechnischen Anlagen während der Migration war der Aufbau der Richtfunkstrecke vom neuen Stahlgittermast zum Festland und der zeitweise Parallelbetrieb mit der vorhandenen Richtfunkverbindung. Erst nach der Migration aller Dienste auf den neuen Mast wurde die Richtfunkstrecke vom alten Stahlgittermast zurückgebaut. Den Auftrag erhielt ebenfalls die Firma „telent“, die Fertigstellung erfolgte im November 2011.

### **Migration der Funksysteme vom alten auf den neuen Stahlgittermast**

Nach Fertigstellung aller Bauwerke folgte im November 2011 die Migration der Funksysteme vom alten zum neuen Antennenträger. Die hierzu erforderlichen Arbeiten wurden von der Fachgruppe Nachrichtentechnik des WSA Emden wahrgenommen bzw. organisiert.

Die verkehrstechnischen Anlagen waren auch während der Migrationsphase hochverfügbar vorzuhalten. Es durften nur einzelne Systeme kurzfristig abgeschaltet werden, zeitweise musste der Tonnenleger „Gustav Meyer“ die Verkehrssicherung übernehmen.

Mitte November 2011 konnten alle Funkdienste am neuen Antennenträger aktiviert werden.

### **Rückbau des alten Stahlgittermastes und Rekultivierung**

Umgehend nach der Migration konnten die Arbeiten zum Rückbau des über 40 Jahre alten Stahlgittermastes und die Rekultivierung des Geländes beginnen. Die Antennen wurden vorab demontiert; Exemplare in gutem Zustand gingen in den Reservebestand.

### **Zusammenfassung**

Die Wettbewerbsfähigkeit der Seeschifffahrt setzt neben leistungsfähigen Wasserstraßen und Häfen künftig vermehrt auch eine optimierte maritime Verkehrstechnik voraus.

Hierfür war – wie beschrieben – der komplexe Aufbau eines zentralen Knotenpunktes für die Datenübertragung auf Borkum, der die Grundlage eines gut funktionierenden Kommunikationsweges mit hoher Verfügbarkeit im Bereich der Außenems bildet, erforderlich.

Der neue Antennenträger hat insofern nicht nur die bisherigen Funktionen des alten Gittermastes übernommen, sondern trägt auch schon dem zunehmenden Schiffsverkehr, der sich zum Beispiel aus der Erweiterung des Eemshavens und dem Aufbau von Offshore-Windparks ergibt, Rechnung.