

Umbau der Richtfunkstrecke Borkum–Knock auf Grund von Industrieansiedlungen in Eemshaven (NL)

Dipl.-Ing. Günther Rohe
Dipl.-Ing. Peter Aggen
Dipl.-Ing. Peter Schneider

Einleitung

Das WSA Emden betreibt das deutsch-niederländische Verkehrssicherungssystem Ems am Standort Knock. Wesentlicher Bestandteil des VTS Ems (VTS = Vessel Traffic System) ist die Radarüberwachung von der Ansteuerung Westerems bis zum Emdener Hafen. Das VTS verfügt über insgesamt 6 Radarstationen mit den

Standorten Borkum, Eemshaven (NL), Oude Schip (NL), Knock, Wybelsum und Emden, siehe Abb. 1.

Die Datenübertragung von den Radarstationen Borkum, Eemshaven und Oude Schip zur Verkehrszentrale an der Knock erfolgt über Richtfunkstrecken.



Abb. 1: Darstellung der einzelnen Radarstationen und deren Erfassungsbereiche



Abb. 2: Gittermast am Borkumer Südstrand

Die Richtfunkstrecke Borkum–Knock wurde Anfang der 70er-Jahre errichtet. Neben der Übertragung von Radardaten werden über diese Strecke weitere wichtige Signale wie UKW-Seefunk, Pegel­daten sowie meteorologische Daten zur Verkehrs­zentrale Ems übermittelt. Auf Borkum dient der Gittermast beim kleinen Leuchtturm in der Süderstraße (Abb. 2) als Antennenträger für die Parabolantennen. Bis zum im Folgenden beschriebenen Umbau waren die landseitigen Antennen dieser Richtfunkstrecke am Radarturm Knock neben der Verkehrs­zentrale Ems montiert (Abb. 3).

Zum Zeitpunkt der Errichtung dieser Richtfunkstrecke erfolgte die Signalübertragung noch in analoger Röhrentechnik. Da die 36 km lange Strecke sowohl über Wasser als auch über Land verlief, wies sie eine Reihe von Besonderheiten auf. Das Streckenverhalten wurde durch die Tide und meteorologische Größen wie



Abb. 3: Verkehrszentrale Ems und Radarturm Knock

Regen, Nebel, Verdunstung etc. beeinflusst. Es traten starke Signalpegelschwankungen in Abhängigkeit vorgenannter Parameter auf. Um diese Schwankungen auszugleichen, erfolgte seinerzeit der Aufbau der Strecke in so genannter „Raumdiversity“. Dabei werden jeder Sendeantenne 2 Empfangsantennen in unterschiedlicher Höhe zugeordnet. In Abb. 4 ist der prinzipielle Aufbau einer derartigen Strecke dargestellt.

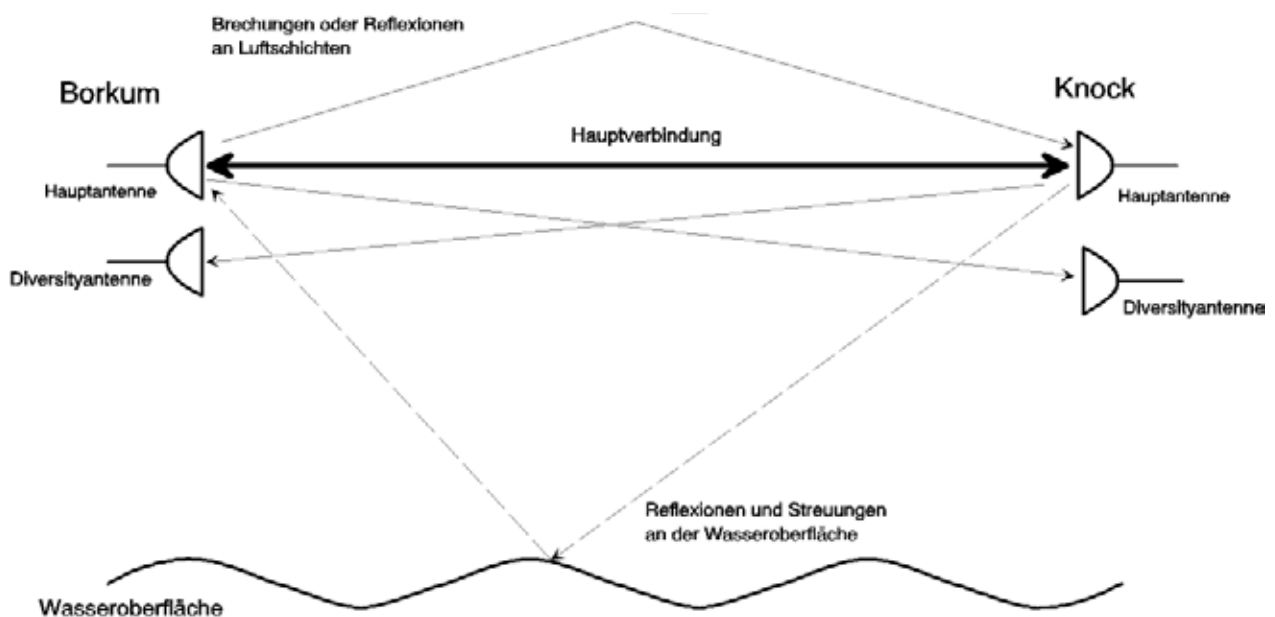


Abb. 4: prinzipieller Aufbau einer Richtfunkstrecke in Raumdiversity

Die Signalverarbeitung wertet das Empfangssignal beider Antennen aus und verwendet das bessere Signal. Im Idealfall verhalten sich beide Antennensignale eines Standortes gegenläufig, d. h. wird das Signal einer Antenne schwächer, verbessert sich das Signal der anderen Antenne. Dadurch lassen sich Schwankungen des Empfangspegels ausgleichen und die Strecke arbeitet stabiler und weitgehend ohne Übertragungsfehler.

Im Gegensatz zur Theorie wies die Richtfunkstrecke Borkum–Knock jedoch einige Besonderheiten auf, die durch das Zusammenspiel folgender Eigenschaften hervorgerufen wurden:

- Auf Grund der Entfernung Borkum–Knock von 36 km war das Funkfeld relativ lang.
- Der Streckenverlauf führte über Wasser und Land (wechselweise).

- Die Richtfunkstrecke verlief über niederländisches Gebiet (Eemshaven). Das dortige Gaskraftwerk ragte zum Teil in die erste Fresnelzone, so dass dadurch Beeinträchtigungen auftraten.
- Die Optimierung der Diversityabstände und die Ausrichtung der Parabolspiegel gestaltete sich aufwendig.

Trotz des Systemaufbaus in Raumdiversity kam es vereinzelt zum Ausfall der Strecke, so dass der Verkehrstechnik-Standort Borkum zeitweise nicht zur Verfügung stand. Erst als die Strecke Mitte der 90er-Jahre digitalisiert wurde, verbesserte sich die Verfügbarkeit erheblich und Ausfälle waren nicht mehr zu verzeichnen.

Verlegung der vorhandenen Richtfunkstrecke als Folge geplanter Industrieansiedlungen im Eemshaven

Das niederländische Eemshaven befindet sich direkt am seetiefen Fahrwasser der Ems und soll in naher Zukunft durch die Ansiedlung von Industrie- und Windkraftanlagen sowie Kohlekraftwerken in großem Maße erweitert werden. Es sind diverse Bauten geplant, von denen sich einige – insbesondere Windkraftanlagen – im Freihaltebereich der Richtfunkstrecke befinden. Zur Sicherstellung der Planungsfreiheit für Investoren auf niederländischer Seite blieb als Konsequenz nur die Verlegung der Richt-

funkstrecke. Dabei wurde das Verursacherprinzip angewendet, d. h. die niederländische Seite, hier der Hafentreiber Groningen Seaports, hatte die gesamten durch den Umbau der Strecke entstehenden Kosten zu tragen. Mitte 2006 wurde eine deutsch-niederländische Arbeitsgruppe gegründet, die mehrere Varianten einer veränderten Signalübertragung von Borkum zur Verkehrszentrale Ems betrachtete und wirtschaftlich bewertete. Als einzig sinnvolle Alternative blieb die Verlegung der Strecke von Borkum zum Campener Leuchtturm und dann die Weiterführung per Glasfaserkabel von Campen zur Verkehrszentrale Ems übrig. Abb. 5 zeigt die veränderte Trassenführung.



Abb. 5: Richtfunkstrecke mit Lichtwellenleitertrasse

Realisierung der Maßnahme

Von Seiten des WSA Emden und der Bündelungsstelle Maritime Verkehrstechnik (BüMVt) wurden Vorgaben zur Ausführung der Technik festgelegt. Die Vergabe erfolgte durch den Hafensbetreiber Groningen Seaports als Verursacher der Maßnahme.

Seitens des WSA Emden war die Infrastruktur des Verkehrstechnikstandortes Campen sowohl baulich als auch technisch zu ertüchtigen. Komponenten wie die Netzersatzanlage, die Ortssteueranlage, die Brandmeldeanlage etc. waren den neuen Anforderungen (Einbindung des Standortes Campen in sicherheitsrelevante Systeme) anzupassen.

Im März 2007 begannen die Arbeiten zur Verlegung des Glasfaserkabels im Deichfuß zwischen Campen und der Knock auf einer Länge von ca. 10 km. Ein 50-mm-Leerrohr wurde per Pflug-Verfahren in 80 cm Tiefe verlegt. Die Spleisschächte befinden sich im Abstand von ca. 4 km. Nach Einführung des Leerrohres in die Betriebsräume beim Campener Leuchtturm und in den Keller des Radarturmes an der Knock wurde das Glasfaserkabel (Typ: 24 Fasern, Single Mode 9/125) eingeblasen.

Auf Grund der starken Veränderungen des neuen Funkfeldes waren aufwendige Berechnungen erforderlich. Die resultierenden Montagehöhen für die Antennen am Leuchtturm Campen betragen 63 m für die Hauptantenne und 17 m für die Diversityantenne.

Für eine sichere Montage der Antennensysteme waren umfangreiche Stahlbauarbeiten am denkmalgeschützten Campener Leuchtturm auszuführen. Im August 2007 wurden die beiden Antennen montiert, die Kabel in das Betriebsgebäude geführt und die Anlagentechnik aufgestellt.

Am Standort Borkum mussten die vorhandenen Antennen genutzt werden, da der Gittermast statisch ausgelastet war und keine zusätzlichen Antennen

mehr aufnehmen konnte. Daher wurden die vorhandenen Antennen lediglich um 8° in Richtung Campen gedreht. Da auch ein Versetzen der vorhandenen Antennen nicht möglich war, konnte man den Diversityabstand nicht weiter optimieren.

Die Inbetriebnahme der neuen Strecke erfolgte am 11. Oktober 2007. Da die Strecke zwangsläufig für die Zeit der Umschaltung und Einstellarbeiten außer Betrieb gesetzt werden musste, stand der Verkehrstechnik-Standort Borkum für ca. 1 Tag nicht zur Verfügung. Die Umschaltung musste daher an einem Tag mit gutem Wetter erfolgen, teilweise übernahm der Tonnenleger „Gustav Meyer“ die Verkehrsicherung für den Borkumer Bereich.

Erfahrungen mit der „neuen“ Strecke

Um sich ein detailliertes Bild von der Performance der neuen Strecke zu verschaffen, war ein Zeitraum von mindestens einem Jahr erforderlich, um nahezu alle möglichen Wetterbedingungen zu durchlaufen.

Zur Erfassung der Streckenparameter wurde ein aufwendiges Monitoringsystem betrieben, das folgende Messwerte kontinuierlich aufzeichnete:

- **Feldstärkewerte**
- **Bitfehlerrate**
- **Wasserstände**
- **Wetterbedingungen**
- **Systemmeldungen**

Abb. 6 zeigt den Zusammenhang zwischen den Feldstärkewerten der einzelnen Empfänger, der Witterung und der Tide über den Zeitraum von einem Tag. Besonders auffällig sind die extremen Feldstärkeschwankungen bei Regen bzw. Nebel und die Abhängigkeit von der Tide.

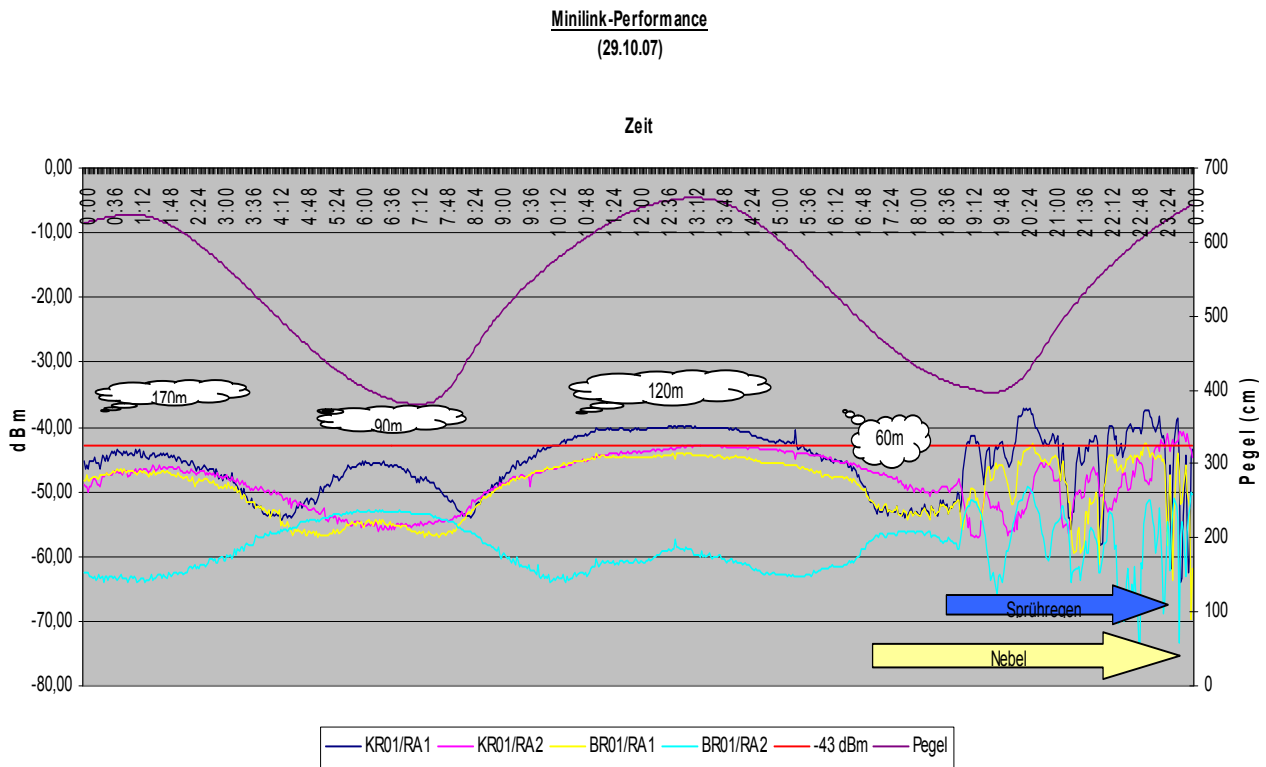


Abb. 6: Visualisierung der Empfangspegel in Abhängigkeit von Tide und Witterung

In der Regel verhalten sich durch die Raumdiversity die Feldstärkeverläufe der beiden Empfangsantennen gegenphasig, d. h. verschlechtert sich das Signal an einer Antenne, verbessert sich das Signal an der anderen. Die Strecke bleibt insgesamt stabil.

Durch das Funkfeldmonitoring ließ sich jedoch feststellen, dass es ebenso Wetterlagen gibt, bei denen die Feldstärkeverläufe gleichphasig sind. Dann verringert sich die Feldstärke an beiden Antennen gleichzeitig. Dies trat insbesondere im Sommer bei so genannten Inversionswetterlagen auf, bei denen sich ein sog. Verdunstungswellenleiter bildet, welcher die Funkwellen zu unerwünschten Ausbreitungswegen zwingt. Es kann sich dann auf der Empfangsseite ein Interferenschwund aufbauen, mit erheblichen Feldstärkeschwankungen. Die Strecke kam dadurch zeitweise an ihre Empfindlichkeitsgrenze und die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Systemreserven waren ausgeschöpft. Eine Optimierung der Streckenberechnung ergab, dass die Vergrößerung des Durchmessers der oberen Antenne am Campener Leuchtturm die Systemreserven verbessert. Nach Erhöhung des Antennendurchmessers von 60 cm auf 120 cm verbesserte sich das Streckenverhalten deutlich. Ausfälle sind bis heute nach 1,5-jährigem Betrieb nicht mehr zu verzeichnen.

Fazit

Insgesamt betrachtet hat sich die Verlegung der Richtfunkstrecke bewährt. Im niederländischen Eemshaven wurde Planungsfreiheit erreicht, die entsprechenden Freihaltebereiche konnten entfallen.

Die Performance der neuen Richtfunkstrecke ist nach der Antennenvergrößerung mit den Werten der alten Strecke vergleichbar. Die Bitfehlerrate bewegt sich im zulässigen Bereich und erreicht die geforderte Verfügbarkeit.

Generell stellt die Realisierung von Richtfunkstrecken über Wasser bzw. Wattengebieten hohe Anforderungen an die Technik und Planung. Im Vergleich mit Richtfunkstrecken über Land sind Überwasserfunkfelder im Wattbereich unterschiedlichen Störgrößen ausgesetzt, die nur durch eine optimale Planung der Antennensysteme beherrschbar sind.