

Dipl.-Ing. Martin Erger, kontakt@sy-merger.de

Auswahl und Installation eines VHF-Funkgerätes für den Betrieb auf Sportbooten.

Einleitung

Ein UKW-Funkgerät [1] ist ein wichtiges Teil der Sicherheitsausrüstung eines Sportbootes. Es ermöglicht nicht nur die Kommunikation mit anderen Schiffen und den Empfang von Wetterberichten sondern vor allem auch das Absetzen von Notrufen.

In Deutschland ist wie in vielen anderen Ländern zum Betrieb eines Schiffsfunkgerätes ein Funkzeugnis notwendig. Der Schwerpunkt der Prüfungsinhalte liegt auf der Abwicklung von Funkverbindungen. Die Technik wird in der Ausbildung nur sehr rudimentär abgehandelt. Wohl deshalb wenden sich Segelkameraden immer wieder mit Fragen zur Auswahl und Installation eines Funkgerätes an mich. Ich möchte dies zum Anlass nehmen in einem Aufsatz einmal die wichtigsten Punkte zusammen zu fassen.

Vorweg sei mir noch ein Hinweis gestattet. Als Berufsnachrichtentechniker kenne ich mich einigermaßen mit der Technik aus. Jetzt im Vorruhestand bin ich in der glücklichen Lage nicht mehr vom Verkauf von Geräten abhängig zu sein. Ich verkaufe nichts und bin auch keinem Händler verpflichtet. Deshalb versuche ich keinerlei Empfehlungen für oder gegen ein bestimmtes Gerät zu geben. Sollte ich dies ausnahmsweise doch einmal tun, erfolgt dies weil ich persönlich entweder von der Qualität überzeugt bin oder ein Angebot am Markt als ausgesprochenen Unsinn empfinde. Auch bitte ich zu bedenken, dass ich unmöglich alle angebotenen Produkte kennen noch mich immer auf dem aktuellen Stand halten kann. Mein Ziel ist für einen Laien verständlich die Kriterien zu erläutern, die bei Auswahl und Installation wichtig sind, so dass der Leser selbst in die Lage versetzt wird die richtige Wahl gemäß seinen Anforderungen zu treffen. Hilfe zur Selbsthilfe trifft es wohl am ehesten.

Wer jetzt meint, das ist mir alles zu anstrengend und ich will mich mit solchen technischen Details nicht belasten, sollte auch bedenken, dass Wissen durch nichts zu ersetzen ist. Irgendwann kommt der Tag an dem etwas ausfallen wird. Auf See ist man dann allein und auf sich selbst angewiesen. Spätestens dann ist man dankbar auf die z.B bei der Installation erworbenen Kenntnisse zurückgreifen zu können. Das gilt selbstverständlich nicht nur für Funkgeräte sondern für alle Technik an Bord.

Auswahl des Funkgerätes

Handfunkgeräte als Erstgerät sind in Deutschland nur in Ausnahmefällen zulässig. Meine Ausführungen beziehen sich daher in erster Linie auf fest eingebaute Funkgeräte. Deren Auswahl ist einfacher als es auf den ersten Blick erscheint.

Alle Funkgeräte müssen bei der Bundesnetzagentur in Hamburg angemeldet sein und werden in der Frequenzzuteilungsurkunde eingetragen. Nur von dort mit einer Registrierungsnummer versehene Geräte sind zulassungsfähig. Um die Zuteilung dieser Nummer kümmert sich normalerweise der Hersteller bzw. Importeur des Gerätes. Dies ist zu beachten, wenn man z.B. daran denken sollte ein Gerät im Ausland zu kaufen. Wird dieses in genau der gleichen Ausführung auch auf dem deutschen Markt angeboten ist dies kein Problem. Ohne

Zulassungsnummer der BNA hat man dagegen keine Chance. Auch dann nicht, wenn das Gerät alle Bestimmungen einhalten sollte.

Abhängig vom Einsatzbereich werden verschiedene Funkgerätevarianten angeboten. Es ist also zunächst zu klären, ob ein Gerät Binnen, auf See oder in beiden Verkehrsbereichen benutzt werden soll. Für **Binnenbetrieb** muss das Gerät das sogenannte ATIS (Automatic Transmitter Identification Signal) aussenden. Dabei wird das Rufzeichen des Schiffes automatisch beim Loslassen der Sendetaste ausgestrahlt. Man lasse sich nicht täuschen, wenn man selbst davon nichts wahrnimmt. Das Signal wird im Binnenbereich von den Behörden überwacht und es gibt mit Sicherheit Rückfragen, wenn es fehlen sollte.

Im **Seefunkbereich** ist DSC (Digital Selective Calling) seit vielen Jahren Standard und alle aktuellen Funkgeräte sind dafür eingerichtet. Wie beim Telefon hat jedes Schiff eine individuelle Rufnummer MMSI (Maritime Mobile Service Identity) über die es gerufen werden kann. Im Falle eines Notrufes wird diese eindeutige Identifikation zusammen mit dem aktuellen Standort automatisch übermittelt und gibt den Rettungsorganisationen damit wichtige Informationen.

Viele Sportboote werden zumindest zeitweise in **beiden Verkehrsbereichen** eingesetzt. In solchen Fällen machen Kombigeräte, die alle Betriebsarten beherrschen, Sinn. Es liegt dann in der Verantwortung des Betreibers am Gerät die richtigen Funktionen einzustellen. In der Praxis ist dies kein Problem, denn das hat man ja beim Erwerb der Funkzeugnisse gelernt.

Alle wichtigen Funktionen sind genormt und gehören daher zum Leistungsbereich jedes Funkgerätes. Auch der Preis sagt nicht viel über die Funktionalität eines Gerätes aus. Die Geräte unterscheiden sich von daher ausschließlich in der Bedienoberfläche. Darunter verstehe ich nicht nur die Tasten und Regler, die während des Funkbetriebes zu bedienen sind, sondern auch Anschlussmöglichkeiten für weitere Geräte. Nach dem Einsatzbereich wird die Auswahl eines Funkgerätes von daher in erster Linie vom Boot und von den individuellen Bedürfnissen des Eigners bestimmt.

Auf einem kleinen Boot ist es bestimmt ausreichend ein Funkgerät z.B. in der Navigationsecke zu installieren. Aber auch dann sollte man darüber nachdenken ob man z.B. den Funkkanal individuell einstellen möchte oder ob es ausreichend ist einfach durchzuschalten bis man den gesuchten Kanal gefunden hat. Auch ob man mit Lautsprecher und Mikrofon arbeiten möchte oder einen Handhörer wie am Telefon bevorzugt, kann eine Rolle spielen. M.E. ist die Zeit der Handhörer, die eine gewisse Vertraulichkeit gewährleisten, vorbei, seit es nicht mehr üblich ist über das Seefunkgerät Telefongespräche zu führen. Ob man dagegen die Funktionen direkt am Gerät oder am Mikrofon bzw. Handhörer bedienen möchte ist dagegen Geschmackssache.

Nicht diskutieren kann man dagegen, dass man einen eingehenden Anruf jederzeit mitbekommen muss. Dazu kann es sinnvoll sein zumindest einen Außenlautsprecher im Cockpit zu installieren. Ein solcher Lautsprecher macht auch Sinn um den Funkverkehr auf dem jeweiligen Revierkanal mitzuhören. Allein dadurch bekommt man schon eine Menge Informationen und erspart sich selbst aktiv nachzufragen. Selbstverständlich muss ein solcher Außenlautsprecher abschaltbar sein. Man will ja nicht den ganzen Hafen beschallen, wenn man spät am Abend noch den Wetterbericht hören möchte.

Auf großen Booten macht es sicher auch Sinn vom zweiten Steuerstand oder Cockpit das komplette Funkgerät bedienen zu können. Diese Funktion einer zweiten Sprechrichtung kann bei weitem nicht jedes Gerät. Sollte dies evt. erst zu einem späteren Zeitpunkt gewünscht sein, ist schon bei der ersten Auswahl des Gerätes darauf zu achten.

Immer eine gute Idee ist sich vor dem Kauf die Bedienungsanleitung, der in der engeren Wahl befindlichen Geräte, vorab zu besorgen und gründlich zu studieren. Durch das Internet ist das relativ leicht. Zumindest die englische Fassung sollte sich mit dem Gerätetyp und dem Zusatz „Manual“ über eine Suchmaschine leicht finden lassen. Wenn man für die Prüfung des Betriebszeugnisses nicht nur stur auswendig gelernt sondern die Zusammenhänge wenigstens einigermaßen verstanden hat, kommt man später in der Praxis auch ohne Betriebsanleitung recht gut zurecht. Nach meiner Erfahrung sind alle Funkgeräte mehr oder weniger intuitiv bedienbar, auch wenn man bei selten benutzten Funktionen bisweilen etwas suchen muss.

Antenne

Bei der Installation der Antenne kann man sicher die meisten Fehler machen. Für sich gesehen, sind die meisten harmlos und zu vernachlässigen. Macht man mehrere gleichzeitig addieren sich die Auswirkungen. Ein Fachmann wird dies sofort bemerken, für alle anderen möchte ich ein paar Hinweise geben.

Entgegen weit verbreiteter Laienmeinung spielt nicht die Sendeleistung sondern die **Aufbauhöhe** der Antenne die entscheidende Rolle für die Reichweite der gesamten Funkstation. Näherungsweise entspricht sie der optischen Sichtweite vom jeweiligen Standort aus. Man kann die Reichweite deshalb überschlägig mit der bekannten Formel für das Feuer in der Kimm [2] berechnen. Da die Strahlung in Wirklichkeit noch ein bisschen über den optischen Horizont hinaus reicht, wird es in der Praxis sogar immer noch ein paar Meilen weitergehen. So wird man bspw. bei einer auf dem Mast in 12 m Höhe montierten Antenne ein anderes Boot noch in 50 sm Entfernung erreichen können, wenn dieses ebenfalls eine 12 m hoch angebrachte Antenne hat. Handelt es sich beim Funkpartner dagegen um ein kleines Motorboot mit einer Antenne in nur 2 m Höhe, ist bei etwa 30 sm Schluss. Aus diesen Überlegungen heraus sollte eine Antenne immer am höchstmöglichen Punkt angebracht werden. Bei einem Segelboot ist dies normalerweise die Mastspitze.

Fast alle auf dem Markt angebotenen **Antennen** sind für eine Masttopmontage geeignet. Sie sind etwa 95 cm lang (das entspricht 5/8 der Wellenlänge) und werden am unteren Ende über ein Koaxkabel eingespeist. Das geht nicht ohne ein entsprechendes Anpassungsnetzwerk. Diese Anpassung ist Teil der Antenne und in der Verdickung, die alle Antennen unten am Fuß haben, untergebracht. Als Nebeneffekt dieser Anpassung sind normalerweise alle Antennen DC-closed. Das bedeutet, das diese Antennen für Gleichstrom (nicht für die Hochfrequenz) einen Kurzschluss bilden. Diese bei dieser Art der Antennenspeisung fast unvermeidbare Eigenschaft wird von Verkäufern gerne als wichtige Schutzmaßnahme gegen Blitzeinschläge gepriesen. Da ist weitgehend Unsinn. Wenn überhaupt wird darüber statische Ladung abgeleitet. Ein wirklicher Blitzeinschlag ist glücklicherweise extrem selten. Ihn würde weder die Antenne noch das daran angeschlossene Funkgerät überleben. In der Praxis hat DC-closed einen wichtigen Vorteil, den viele Segler überhaupt nicht kennen. Durch diese Eigenschaft kann man von unten durch das Koaxkabel mit einem ganz einfachen Multimeter auf Durchgang prüfen. Unterbrechungen an irgendwelchen Steckern oder Anschlüssen sind die weitaus häufigsten Fehler bei UKW-Seefunkantennen, die auf diese Weise ganz bequem ohne in den Mast zu steigen von unten überprüft werden können.

Überbewertet wird von Laien auch oft das Thema **Antennengewinn**. Eine Antenne kann auch nicht zaubern. Ein Gewinn in einer Richtung bedeutet auch immer einen Verlust in einer anderen. Der Antennengewinn bei rundstrahlenden Seefunkantennen wird aus der vertikalen Komponente bezogen. Es wird also stärker gebündelt. Dies ist nachteilig bei Krängung und wirkt sich umso stärker aus, je höher der Mast ist. Antennen mit Gewinn sind immer auch länger und von daher auf einer Mastspitze auch leicht instabil. Ich würde eine Seefunkantenne immer nach mechanischer Stabilität und Wetterfestigkeit auswählen. Alle anderen Eigenschaften sind dagegen zweitrangig.

Dämpfungsarme **Koaxkabel** werden auch immer wieder diskutiert. Das Ganze relativiert sich sehr, wenn man mal ein bisschen rechnet. Billiges RG 58 (0,60€/m) hat 19 dB [3] während Aircell 7 (1,70€/m) nur 7,9 dB Dämpfung auf der Betriebsfrequenz bei 100 m Länge hat. Bei einer für Segelboote typischen Leitungslänge von 20 m entspricht das 3,8 bzw. 1,58 dB. Das sind 2,2 dB Unterschied. Was bedeutet das für die Praxis?

Wenn man einen Funkamateure fragt, wird der bedenklich mit dem Kopf wiegen und irgend etwas von „ganz schlimm“ murmeln. Wenn er sich gut auskennt, wird er zu Bedenken geben, dass bei 3dB die Hälfte der Sendeleistung auf dem Kabel verloren geht. Ein Funkamateure muss so denken. Solche Leute interessiert normalerweise immer die Reichweite ihres Sender und da gilt es jedes dB und damit ein paar km zu schinden. Als Ingenieur, dem wertanalytisches Denken (So gut wie nötig, nicht wie möglich!) in Fleisch und Blut übergegangen ist, sehe ich das etwas differenzierter. Wie groß wird der Unterschied in der Reichweite denn sein ist die Frage, die man sich stellen muss. Um darauf eine Antwort zu geben, muss man sich ein wenig mit der Ausbreitung von Funkwellen beschäftigen.

Wie bei der Diskussion der Antennenhöhe schon beschrieben, breiten sich Funkwellen im UKW-Bereich ähnlich wie optisches Licht aus. Wie Licht gehen Funkwellen aber noch ein bisschen weiter als die reine Sichtweite und da liegt der Unterschied. Erklären kann man das gut an einem Sonnenauf- bzw. untergang. Noch bevor die Sonne am Horizont (das Feuer in der Kimm) aufgeht dämmt es. Die Helligkeit und auch die Zeit dieser Dämmerung ist davon abhängig ob der Himmel bedeckt oder klar ist. Auf das Funksignal bezogen bedeutet „bedeckter Himmel“ eine größere Dämpfung. Mit Erhöhung der Sendeleistung kann man folglich nur die Größe dieser „Dämmerungsphase“ beeinflussen. Ist es das wert? Die Antwort ist m. E. zumindest auf das Kriterium Dämpfung leicht. Wenn Geld keine Rolle spielt nimmt man das bessere Kabel ansonsten das billigere. Den Unterschied wird man in der Praxis nur in Ausnahmefällen (wenn überhaupt) bemerken. Ähnlich ist es mit der Sendeleistung, die von der Spezifikation her bei den meisten Geräten schon ± 3 dB Toleranz hat. Ein auf auf 25 W eingestellter Sender gibt demnach irgend etwas zwischen 12,5 und 50 W ab. Das ist völlig normal und fällt in der Praxis überhaupt nicht auf.

Mit **Steckverbindern** ist es ähnlich. Auch hier spielen die Dämpfungseigenschaften nur eine untergeordnete Rolle. Man verwende also den Steckertyp, der vom Gerät her vorgesehen ist. Ich kenne kein Funkgerät, das nicht eine SO-Buchse für PL 259 Stecker hat. N-Stecker, wie sie von Funkamateuren immer gern verwendet werden, sind sicherlich besser aber nicht wirklich notwendig. Absolut notwendig ist es jedoch einen zum Kabeldurchmesser passenden Stecker zu verwenden. Ein nicht passender Stecker ist mechanisch instabil und eine Quelle ständigen Ärgers.

Steckverbinder für Koaxkabel sind nicht wirklich wetterfest. Ich würde unter allen Umständen vermeiden, sie im Freien einzusetzen und die Trennstelle am Mast immer unter Deck verlegen. Wenn man nur eine kleine Decksdurchführung hat, kann ich BNC-Stecker empfehlen. Infrage kommt ausschließlich die Version zum Crimpen. Die Lötversion ist für einen Laien fast nicht ordnungsgemäß montierbar und Profis verwenden sie deshalb nicht. Für den Übergang von BNC auf PL gibt es preiswerte Adapter im Fachhandel.

Antennenseitig wird das Koaxkabel normalerweise direkt angeschlossen. Sollte hier ausnahmsweise doch ein PL-Stecker vorgesehen sein, würde ich ihn auf jeden Fall mit selbstverschweißendem Klebeband oder noch besser mit Schrumpfschlauch gegen Witterungseinflüsse zusätzlich schützen.

Stromversorgung

Die Zeiten, in denen ein Bordfunkgerät an eine eigene Batterie mit zweipoligem Schalter angeschlossen werden musste, sind vorbei.. Heute wird es jedem Skipper selbst überlassen, wie er die Funktionsfähigkeit sicherstellt. Üblich ist ein einfacher Anschluss an die Bordbatterie, deren Zuverlässigkeit dank moderner Überwachungsmethoden wesentlich höher als noch vor 50 Jahren ist. Ein eigener mit ca. 5-8 A abgesicherter Stromkreis sollte aber auch ohne strenge Vorschriften selbstverständlich sein.

GPS-Anschluss

Die Installation eines Funkgerätes wäre nicht vollständig, wenn man nicht auch eine Verbindung zwischen GPS und Funkgerät vornehmen würde. Nur dann kann man die Vorteile des GMDSS nutzen und durch einen einfachen Druck auf den Distress-Knopf des Funkgerätes einen Notruf absetzen, bei dem die aktuelle Position automatisch übertragen wird. Dazu muss man die beiden Geräte über die NMEA Schnittstelle verbinden. Alle Informationen die man dazu braucht, findet man in den Betriebsanleitungen der Geräte. Für manche mögen das böhmische Dörfer sein. Mit minimalem Grundwissen und dem Willen sich in das Thema hineinzudenken kann man das aber gut selbst machen. Ich erkläre gern wie es geht.

Ziel der Geräteverbindung ist die Standortinformationen des GPS dem Funkgerät zur Verfügung zu stellen. D.h. es müssen Daten vom GPS zum Funkgerät gesendet werden. Die umgekehrte Richtung ist obwohl technisch möglich uninteressant und kann weggelassen werden. Die Daten werden fast immer über eine sogenannte NMEA-Schnittstelle ausgetauscht. Das Protokoll und auch Übertragungsgeschwindigkeit und -pegel sind genormt und machen keine Schwierigkeiten. Nicht genormt sind Steckerbelegungen bzw. Aderfarben und Signalbezeichnungen.

Das GPS ist also der "Sender" der Positionsdaten. Wir suchen deshalb dort in der Schnittstellenbeschreibung nach einem Signalnamen der TX mit dem Zusatz NMEA, V24, RS232 oder so ähnlich heißt. Wenn es zusätzlich auch noch ein + gibt ist es dieser Anschluss. Manchmal ist die Bezeichnung auch ganz einfach TXOUT oder TXD. Dieser Anschluss wird mit der Schnittstelle am Funkgerät verbunden. Dort heißt der Anschluss dann RX mit den entsprechenden Zusätzen oder auch ganz einfach RXIN bzw. RXD. Das ist die Datenleitung. Zusätzlich wird noch ein Bezugspegel gebraucht. Die Leitung heißt wie oben aber mit einem -. Oft gibt es den Namen auch nicht, dann verbindet man mit Ground (GND) bzw. Ground untereinander. Das ist schon alles, es gibt also nur zwei Verbindungsleitungen zwischen GPS und Funkgerät.

Bei einem GPS-Gerät mit eigenständiger Stromversorgung ist es also ganz einfach. Der Anschluss einer sogenannten GPS-Maus kann dagegen etwas komplizierter sein. Eine reine USB-GPS Maus ist zum Anschluss an PCs gedacht und nicht zum Anschluss an eine NMEA Schnittstelle geeignet. Von daher ist es wichtig darauf zu achten eine sogenannte „Kombimaus“ zu kaufen, die die oben genannten Anschlüsse zusätzlich zu USB hat. Solche Mäuse müssen außerdem noch mit Spannung versorgt werden. Wenn ausschließlich 5 V akzeptiert werden muss man sich etwas basteln, dass aus den 12 V der Bordversorgung 5 V macht. Ein 7805 löst das Problem mit wenig Aufwand. Die Beschaltung ist so simpel, dass ich mir eine Beschreibung hier spare. Wer damit Probleme haben sollte, lässt sowieso besser die ganze Verbindung durch einen Fachmann machen.

AIS

Seit dem AIS (Automatic Identification System) für die Berufsschifffahrt eingeführt wurde, installieren auch immer mehr nichtausrüstungspflichtige Sportboote zumindest einen Empfänger. Ein solcher Empfänger gehört eigentlich mit in das Funkgerät und wäre dort mit sehr wenig Mehraufwand zu realisieren, da die meisten Komponenten sowieso schon vorhanden sind. Logischerweise gibt es solche Geräte auch schon von allen bekannten Herstellern. Für mich unverständlich ist aber keines dieser Geräte bisher (Stand Nov. 2009) für die Installation auf deutschen Schiffen zugelassen. Man kann nur hoffen, dass sich dies bald ändert.

Derzeit bleibt nichts anderes als ein eigenständiges AIS-Gerät zu installieren. Um dafür nicht eine extra Antenne zu brauchen, werden am Markt sogenannte Splitter angeboten. Diese Splitter sind etwa 2-3 mal so teuer wie eine Antenne und haben sich nach meiner Erfahrung als sehr anfällig erwiesen, was regelmäßig auch zum Ausfall des Funkgerätes führte. Von daher rate ich dazu für AIS eine extra Antenne z.B. auf dem Heckkorb zu installieren. Wegen der niedrigen Aufbauhöhe hat diese natürlich nicht die Reichweite, die man von einer Mastantenne erwarten könnte. Für AIS braucht man diese Reichweite auch nicht. Da die schnellfahrende Berufsschifffahrt die Antenne durchweg hoch montiert wird man diese trotz der eigenen tief montierten Antenne schon aus über 20 sm empfangen und andere Sportboote, soweit sie überhaupt selbst AIS senden, auch aus etwa 10 sm. Auf einem Sportboot reicht das allemal um das Geschehen um sich herum wahrzunehmen.

UKW-Rundfunkempfang

Mit Bezeichnungen wie **Duplexer** oder **Weiche** werden am Markt Geräte angeboten, die den UKW-Rundfunkempfang zusätzlich über die Seefunkantenne ermöglichen sollen. Sie verrichten ihren Dienst mehr schlecht als recht, weil sie die für Rundfunk eigentlich zu kurze Seefunkantenne natürlich auch nicht auf Resonanz bringen können. Wesentlich billiger und vor allem effektiver ist eine eigene Antenne. Die kann man leicht selbst bauen. Für ein Autoradio hat sich z.B. ein einfacher Dipol bewährt. Dazu werden einfach je ein 75 cm langer Draht an Seele und Schirm eines beliebig langen Koaxkabels gelötet. Die Drähte schiebt man in entgegengesetzte Richtungen unter die Verkleidung der Kabinendecke und fixiert sie mit Klebeband. Auf GFK-Booten funktioniert das einwandfrei. Stahlbooteigner greifen besser auf eine konventionelle Autoantenne zurück.

Notantenne

Auch von den im Fachhandel angebotenen Notantennen halte ich nicht viel. Für das was sie leisten sind sie mit etwa 50 € einfach zu teuer. Für den Fall, dass man den Mast und damit die

Antenne verlieren sollte, kann man mit Bordmitteln in wenigen Minuten selbst eine Notantenne bauen. Dazu eignet sich der eben beschriebene Dipol sehr gut. Für Seefunk sollten die Drähte möglichst exakt 42,2 cm lang sein. Eine solche simple Antenne hat mir bspw. sehr gute Dienste auf meiner Überführungsfahrt über die Binnenwege vom Ijsselmeer ans Mittelmeer geleistet. Ansonsten empfehle ich statt einer Notantenne doch etwas mehr anzulegen und ein Handfunkgerät als Zweitgerät anzuschaffen. Damit hat man nicht nur eine zweite Antenne sondern auch Redundanz für den Fall, dass das erste Funkgerät ausfallen sollte. Im Fall des Falles kann man es sogar mit in die Rettungsinsel nehmen. Wenn man beim Kauf darauf achtet, dass man es nicht nur mit Akkus sondern zusätzlich auch mit gewöhnlichen Batterien betreiben kann, ist man für alle Fälle gerüstet.

Stichwortverzeichnis

[1] UKW (Ultrakurzwelle) englisch VHF (Very High Frequency), Schiffsfunkgeräte arbeiten bei ca. 160 MHz

[2] Feuer in der Kimm näherungsweise $D = 2,075(H_1 + H_2)$ Distanz in sm, Höhe in m

[3] dB (dezi Bel) ist ein logarithmisches Verhältnismaß in dem z.B. Verstärkungen oder auch Dämpfungen (= negative Verstärkung) angegeben werden. Auf die Leistung bezogen bedeuten 3 dB eine Verdopplung bzw. eine Halbierung.

Urheberrecht und sonstige Hinweise:

Dieser Artikel darf jederzeit weitergegeben werden, solange dies ungekürzt unter Nennung des Autors und kostenlos geschieht ohne jedwede kommerzielle Zwecke zu verfolgen. In allen anderen Fällen, auch im Falle der Übersetzung in andere Sprachen, ist vorher die Einwilligung des Autors einzuholen. Alle Rechte der Verwertung liegen in jedem Fall beim Autor.

Trotz sorgfältiger Arbeit sind Fehler nicht immer zu vermeiden. Für Hinweise und Verbesserungsvorschläge bin ich jederzeit dankbar.