

Das höchste Bauwerk Deutschlands. Die neue Sendeantenne in Mühlacker kurz vor ihrer Vollendung. Die Antenne hat in diesem Bauabschnitt eine Höhe von 255 m erreicht.

HELMUT RUPP

Eine moderne Sendeantenne für den Rundfunk

Deutschlands höchstes Bauwerk

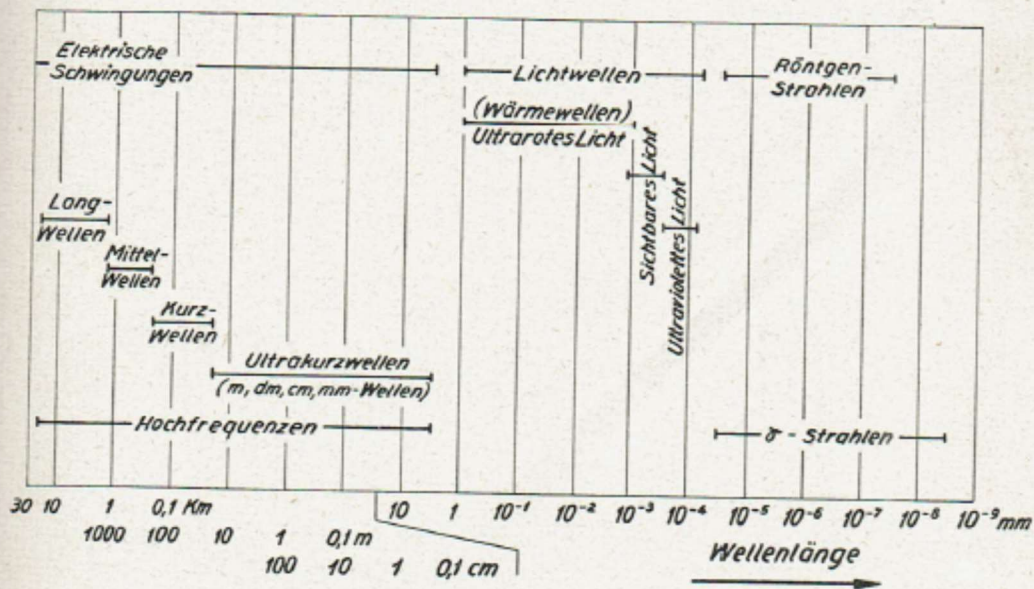
Wer mit der Eisenbahn von Stuttgart nach Karlsruhe oder Heidelberg fährt, kann in dem kleinen Städtchen Mühlacker auf einer Anhöhe ein merkwürdiges Bauwerk sehen. Eine senkrechte Nadel von gewaltiger Höhe ragt zum Himmel empor. Es handelt sich um die neue Antenne des Großsenders Mühlacker, der das Programm des Süddeutschen Rundfunks in Stuttgart aus-

strahlt. Dieser Antennenmast ist das höchste Bauwerk der Deutschen Bundesrepublik und mit seinen 273 Metern beinahe so hoch wie der Eiffelturm.

Jedermann weiß heute, was eine Antenne ist, doch wie sie funktioniert und nach welchen Gesichtspunkten speziell die Riesenantenne eines modernen Rundfunkgroßsenders gebaut ist, die eine Energie von 100 000 Watt und mehr in den Raum strahlen kann, ohne daß die Menschen dies mit ihren Sinnen wahrzunehmen vermögen, darüber sind meist nur die Elektrofachleute genauer orientiert.

Bekanntlich handelt es sich bei den Radiowellen um elektromagnetische Schwingungen. Die Frage, was man sich eigentlich unter einer solchen elektromagnetischen Schwingung vorstellen soll, ist nicht leicht zu beantworten; denn es gibt auch noch andere Arten elektromagnetischer Schwingungen, die der Mensch mit seinen Sinnen durchaus empfindet. Das Licht beispielsweise können wir sehen. Auch die Wärmestrahlen, die ein Ofen spendet, sind elektromagnetischer Natur; wir spüren sie mit den in der Hautoberfläche eingelagerten wärmeempfindlichen Nervenzellen. Worin besteht nun aber der Unterschied zwischen einer Radiowelle, einer Lichtwelle und einer Wärmewelle? Physiker antworten hierauf: Alle diese Wellen sind elektromagnetische Schwingungen, lediglich die Wellenlängen sind verschieden.

Einen Überblick über die Wellenlänge der uns bekannten elektromagnetischen Schwingungen vermittelt nachstehende Zeichnung. Die Wellenlängen werden ganz einfach in Kilometer, Meter, Millimeter und so weiter gemessen. Außer den Radio- oder Hochfrequenzwellen, den Lichtwellen und den Wärmewellen gehören auch die Röntgenstrahlen, die Gammastrahlen

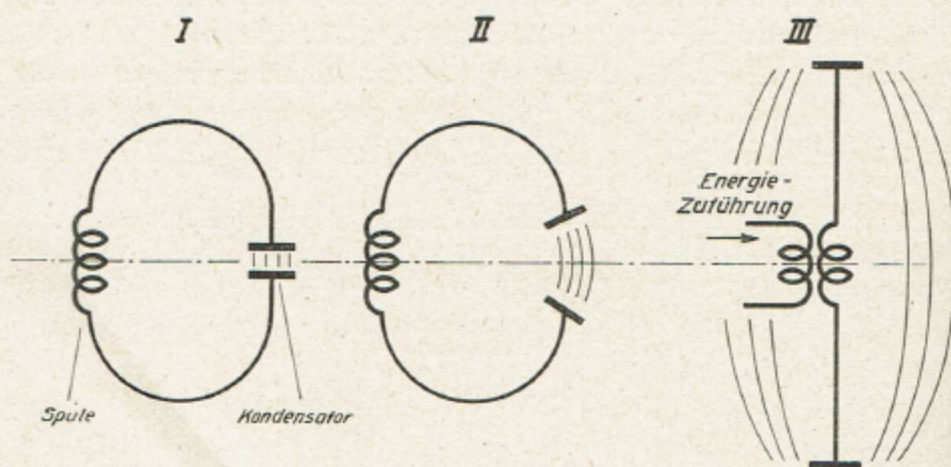


Wellenlängen der elektromagnetischen Schwingungen

der radioaktiven Stoffe und die aus dem Weltall zu uns gelangenden Höhenstrahlen zu den uns bekannten elektromagnetischen Wellen.

Jede Lichtquelle und jede Wärmequelle stellt demnach einen Sender für elektromagnetische Schwingungen dar; und in der Tat gibt man den Radioantennen für sehr kurze Wellen eine ähnliche äußere Form, wie wir sie von den Lichtscheinwerfern her kennen. Bei diesen Antennen für extrem kurze Radiowellen, den sogenannten Richtstrahlern, wird die elektromagnetische Energie wie das Licht vom Scheinwerfer nur in einer bestimmten Richtung abgestrahlt. Auch für Rundfunksender mit einer Wellenlänge von ungefähr 200 bis 500 Meter ließe sich ein derartiger Richtstrahler bauen, doch würde dieser „Scheinwerfer“ entsprechend der größeren Wellenlänge bereits einen Durchmesser von einigen Kilometern haben müssen. Der Sinn eines Rundfunksenders ist jedoch, möglichst gleichmäßig nach allen Seiten seine Energie zu verteilen; seine Antenne hat deshalb eine andere Form.

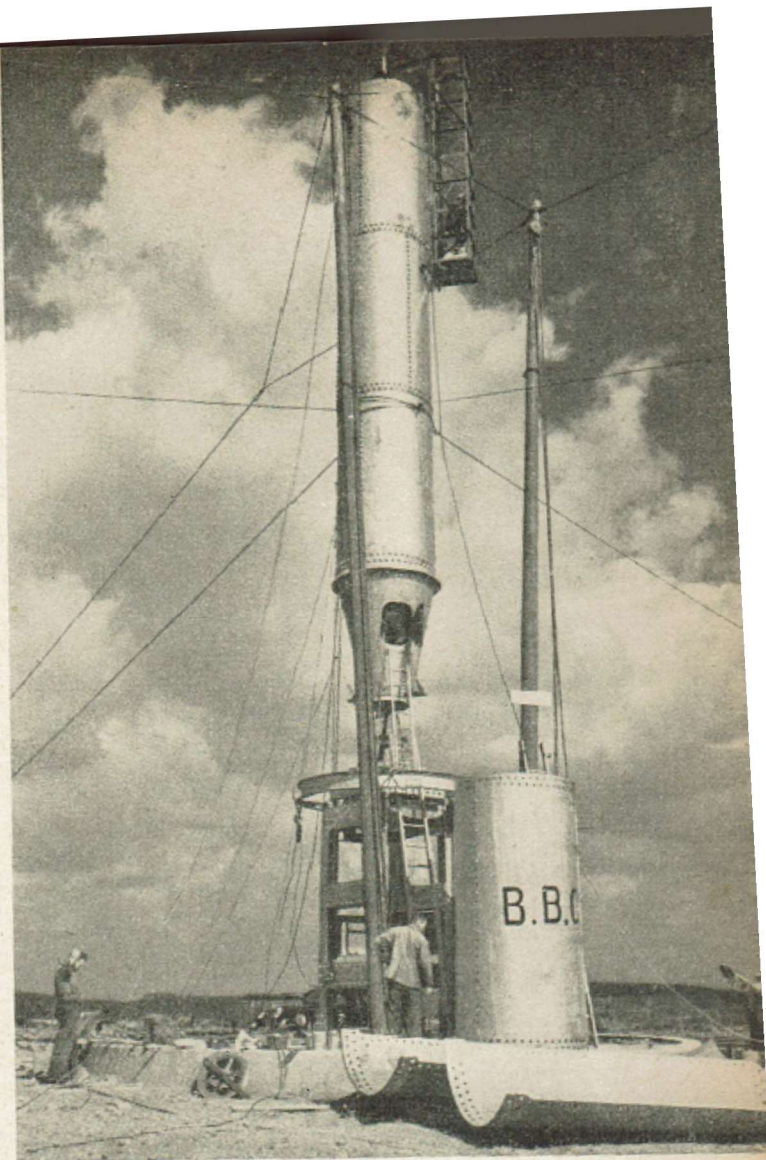
Um uns eine Vorstellung von der Wirkungsweise der Antenne eines Rundfunksenders machen zu können, betrachten wir zunächst einmal den sogenannten elektrischen Schwingungskreis; er besteht aus der Zusammenschaltung einer Spule und eines Kondensators. Die Spule stellt hierbei einen Speicher für magnetische Energie und der Kondensator einen Speicher für



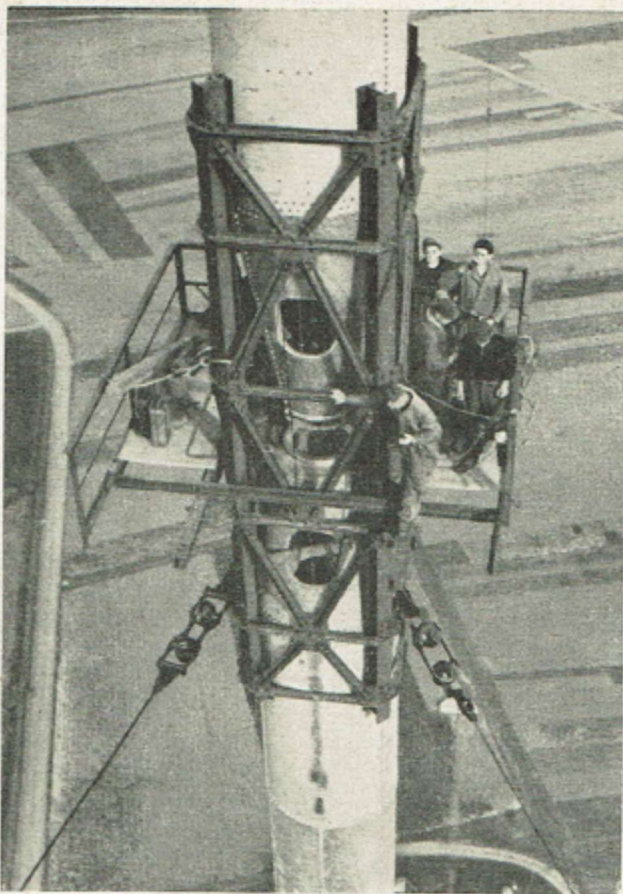
Entstehung eines offenen Schwingkreises (Antenne) aus einem geschlossenen

elektrische Energie dar. Wird dieser Kreis durch einen elektrischen Spannungsstoß angeregt, indem auf den Kondensator eine elektrische Ladung gelangt, so pendelt die Energie zwischen Spule und Kondensator hin und her, das heißt der Kreis schwingt mit einer bestimmten Schwingungszahl.

Das aus einzelnen Ringen zusammengeschrubte Stahlblechrohr dieser neuartigen Antenne wird auf ein Antennenhauschen aufgesetzt. Zwischen das Rohrende und den Fuß kommt noch der Isolator.



seiner Eigen- oder Resonanzschwingungszahl. Diese Schwingungszahl ist ein direktes Maß für die Wellenlänge. Es gilt die einfache Beziehung, daß die Wellenlänge umgekehrt proportional der Schwingungszahl ist, also je niedriger die Schwingungszahl, desto größer ist die Wellenlänge, und umgekehrt. Biegt man die Kondensatorplatten auseinander (vgl. Abb. Seite 194), so entsteht aus dem geschlossenen Schwingkreis mit wachsender Öffnung des Kreises ein gerades, ausgestrecktes Gebilde, ein sogenannter offener Kreis. Dies ist jedoch nichts anderes als eine Antenne. Diese Antenne besitzt wie jeder Schwingungskreis eine Kapazität und eine Selbstinduktion, ist also ebenfalls ein schwingungsfähiges Gebilde. Die Eigenschwingungszahl ist gegeben, wenn die Länge der Antenne gleich der halben Wellenlänge ist. Im Gegensatz zum geschlossenen Schwingungskreis strahlt der offene Schwingungskreis, wenn er in seiner Eigenwelle erregt wird, Schwingungen aus. Das Ablösen der elektromagnetischen Wellen von der Antenne ist ein physi-



Auf dem Montagegerüst in halber Höhe. An dieser Stelle wird der Antenne die Energie zugeführt. Der Mast ist deswegen durch einen Zwischenisolator unterbrochen.

kalisch sehr komplizierter Vorgang. Die Linien des elektromagnetischen und des elektrostatischen Feldes wandern nach außen weg, es entstehen merkbare Fernwirkungen dieser Felder. Durch Abschnürung der Feldlinien wird die Energie dann abgestrahlt. Zugeführt wird die Energie zum offenen Schwingungskreis durch eine Ankopplungsspule in der Mitte der Antenne.

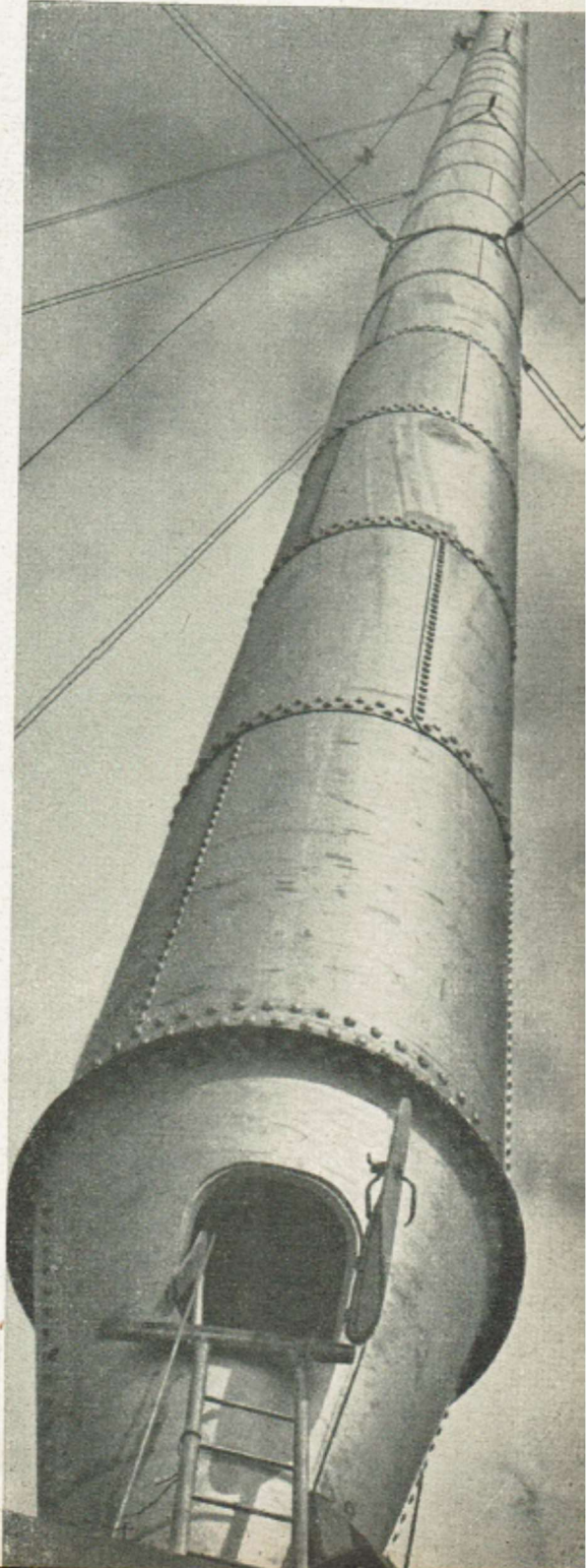
Und nun wollen wir uns mit diesen Vorkenntnissen wieder der modernen Antenne des Großsenders Mühlacker zuwenden. Die Antenne besteht aus einem Stahlblechrohr von 1,67 Meter Durchmesser und hat eine Länge von 260 Meter. Dieses Blechrohr setzt sich aus einzelnen 3,20 Meter hohen Rohrringen zusammen; für das Verschrauben dieser Rohrringe wurden über 50 000 Schrauben benötigt. Die Wandstärke des Rohres beträgt unten zwölf Millimeter und verringert sich nach oben bis auf acht Millimeter. Isoliert angebrachte Abspannseile, die Pardunen, die an drei Stellen übereinander befestigt sind, schützen das Antennenrohr gegen Umfallen. Das Stahlrohr, das als Antenne wirkt, ist isoliert auf einem Antennenhäuschen aufgesetzt. Der hierfür erforderliche Isolator aus Steatit hat eine Höhe von 80 Zentimeter und einen mittleren Durchmesser von 40 Zentimeter. Er muß die gewaltige Last von 280 Tonnen tragen und Hochfrequenzspannungen bis zu 50 000 Volt bei jeder Witterung standhalten.

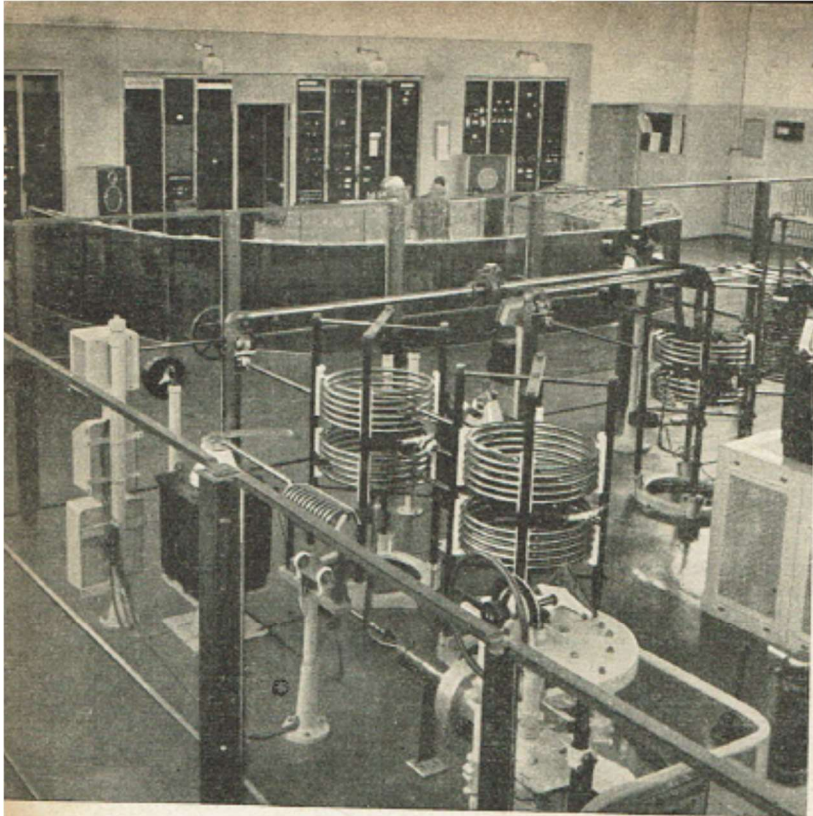
Wie wir bei unserem kleinen Ausflug in die Physik der Antenne gesehen haben, wird die Energie in der Mitte zugeführt. Zu diesem Zweck ist der Mast in ungefähr der halben Höhe durch einen Zwischenisolator unterbrochen, der es gestattet, den unteren Mastteil und den oberen Mastteil mit Hochfrequenzenergie zu speisen. Die Hochfrequenzenergie selbst wird von einem etwa 20 Meter entfernten Sendehaus über ein Spezialkabel, das in der Erde verlegt ist, zugeleitet. Die abgestrahlte Leistung der Antenne beträgt 100 Kilowatt.

An der Spitze der Rundfunkantenne für den Mittelwellensender befindet sich noch eine kleinere Antenne, die für den Ultrakurzwellensender bestimmt ist. Während der Mittelwellensender mit einer Wellenlänge von 523 Meter arbeitet, beträgt die Wellenlänge des Ultrakurzwellensenders nur ungefähr drei Meter. Aus diesem Grund ist auch die Länge der Ultrakurzwellenantenne entsprechend kleiner.

Die Schwierigkeiten beim Bau einer solchen Antenne liegen darin, daß die Erfordernisse des Elektrotechnikers mit den Möglichkeiten des Bauingenieurs in Einklang gebracht werden müssen. Dies ist bei dem hier beschriebenen Bauwerk in vorbildlicher Weise geschehen. Die statische Konstruktion ist so leicht, daß das senkrecht in den Himmel ragende Eisenblechrohr als im physikalischen Sinne ideale Antenne betrachtet werden kann, das heißt als ein senkrecht aufragender elektrischer Leiter, der die halbe Länge der ausgestrahlten Wellenlänge hat. In frü-

Senkrecht in den Himmel ragt das 273 m lange Eisenrohr, das 12 Abspannseile vor dem Umfallen bewahren. Rohr mastantennen besitzen eine wesentlich größere schwundfreie Empfangszone.





Schaltraum des Sendehauses mit dem Hauptschaltpult. Im Sendehaus wird die Hochfrequenzenergie erzeugt, die der Antenne über ein Spezialkabel zugeleitet wird. Aufnahmen Laun-Dölker, Stuttgart

herer Zeit hatte man meist die Antenne aus kupfernen Seilen gebaut, die zwischen eisernen Masten ausgespannt waren. Hierbei dienten die Masten nur als Träger für die eigentliche Antenne.

Diese älteren Antennen hatten eine sehr nachteilige Eigenschaft. Jeder Radiohörer wird schon beobachtet haben, daß der Empfang ferner Sender oft in der Lautstärke schwankt. Dieser Schwund des Empfangs oder Fadings beginnt in einem Abstand von hundert bis zweihundert Kilometer vom Sender. Er rührt daher, daß ein Teil der von der Empfangsantenne aufgenommenen Energie direkt von der Sendeantenne kommt, während ein anderer Teil von der Sendeantenne schräg nach oben abgestrahlt wird, an der sogenannten Heaviside-Schicht, einer durch Ionisation leitenden Schicht in hundert bis dreihundert Kilometer Höhe, reflektiert und über diesen Umweg ebenfalls von der Empfangsantenne aufgenommen wird. Da die Weglängen verschieden sind, sind auch die Laufzeiten der empfangenden elektromagnetischen Schwingungen verschieden, es ergeben sich Interferenzen, die durch dauernde Änderungen in der Heaviside-Schicht abwechselnd zu einem verstärkten Empfang und zu einem teilweisen oder ganzen Auslöschen des Empfangs führen.

Die Rohrmastantenne in Mühlacker ist nun eine moderne, schwundmindernde Sendeantenne. Die längs der Erdoberfläche und die nach oben abgestrahlte Energie kann so eingestellt werden, daß die Schwundzone erst in größerem Abstand vom Sender beginnt. Der Unterschied gegenüber einer normalen Sendeantenne ist so groß, daß die schwundfrei versorgte Empfangszone flächenmäßig um 80 bis 100 Prozent vergrößert wird.

Für die Fliegerei stellen derartig hohe Antennen gefährliche Hindernisse dar. Der Stahlmast wird deshalb bei Nacht beleuchtet. Entsprechend den internationalen Flugsicherungsvorschriften strahlen bei Nacht 25 rote Warnlampen, die über die ganze Höhe und auf alle Seiten des Mastes verteilt sind, ihr Licht aus; bei Tag dient ein rot-weißer Anstrich als Warnung. An der Spitze des Mastes befindet sich ein elektrischer Aufzug, der es gestattet, außen am Mast hochzufahren, um Anstricharbeiten und die übrige notwendige Wartung vornehmen zu können.

Aus physikalischen Überlegungen und Erkenntnissen wurde hier ein technisches Wunderwerk geschaffen. Aus einem kleinen Schwingkreis, bestehend aus einer Spule und einem Kondensator, wie ihn jeder Schüler in der Physikstunde gezeigt bekommt, wurde eine Antenne, diese Antennen nahmen im Laufe der Zeit immer größere Formen an, und auch die senkrecht in den Himmel ragende Rohrmastantenne des Großrundfunksenders, eines der höchsten Bauwerke Europas, ist physikalisch gesprochen doch eben nur ein „offener Schwingungskreis“.