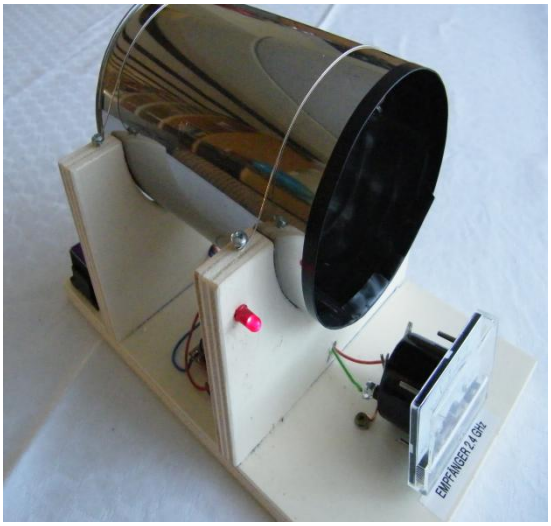
Wir experimentieren mit Radiowellen

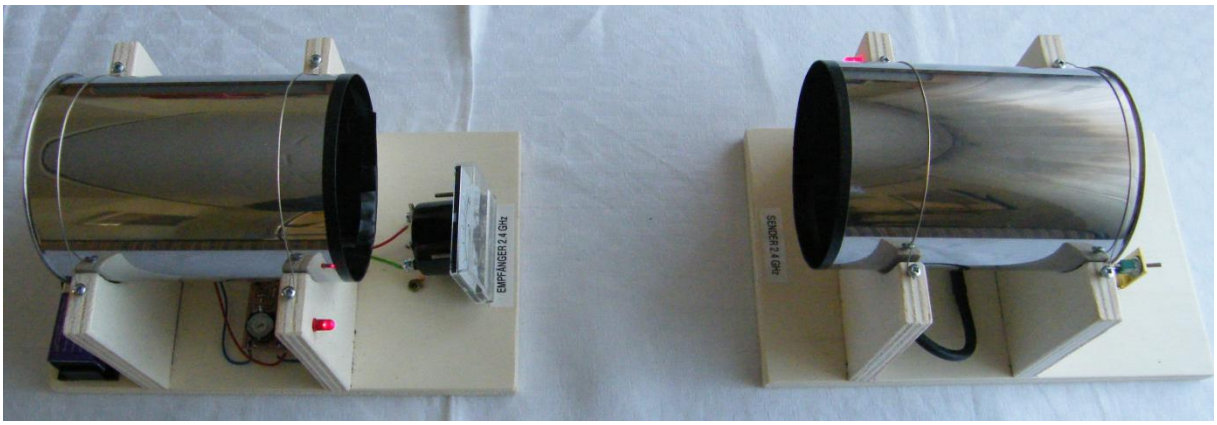
Wir wollen nachweisen, dass sich Radiowellen wie Lichtwellen verhalten. Dazu habe ich einen Sender und Empfänger gebastelt. Die beiden Dosenantennen bündeln die Radiowellen zu einem Strahl. Man kann also mit ihnen die Radiowellen wie einen Lichtstrahl aussenden und empfangen. Die Frequenz der Radiowellen ist ungefähr 2,4 GHz. Im sog. ISM-Band ist damit das Funken und Fernsteuern mit geringer Leistung allgemein erlaubt. Die Wellenlänge ist ungefähr 12 cm. Immerhin sind sie über zweihunderttausendmal länger als Lichtwellen. Diese Wellen werden übrigens auch im WLAN, also der drahtlosen Vernetzung von Computern verwendet. Im folgenden Foto seht ihr den Sender und den Empfänger.

SENDER 2.4 GHz



EMPFÄNGER 2.4 GHz

1. Versuch



Wir wollen zeigen, ob sich Radiowellen wie Licht abschirmen lassen. Dazu untersuchen wir verschiedene Stoffe. Viele Dinge sind ja undurchlässig für Licht. Allerdings sind unsere Fensterscheiben aus Glas, das das Licht fast ungehindert passieren lässt. Glas ist für Lichtwellen also durchsichtig. Und wie ist das mit den Radiowellen?

Wir stellen Sender und Empfänger in einer Linie gegenüber und beobachten das Zeigerinstrument. Der Zeiger bewegt sich kaum, wenn wir ein Blatt Papier in den Strahl halten. Der Zeigerausschlag geht deutlich zurück, wenn wir den Strahl mit der Hand unterbrechen. Und er zeigt Null, wenn wir eine Metallplatte in den Strahl halten.

Also ist Metall für Radiowellen nicht durchlässig. Und unsere Hand enthält Wasser. Man spricht von einer Dämpfung der Radiowellen, die unser Körper bewirkt. Papier hingegen stellt kein Hindernis dar. Wir könnten auch ein dünnes Holzbrett nehmen oder eine Kunststoff-Folie. In beiden Fällen werden die Radiowellen kaum gedämpft.

Wir haben also erfahren, dass die verschiedenen Materialien sehr unterschiedlich auf die Radiowellen einwirken. Übrigens wird ein Teil der Energie der Radiowellen in unserer Hand z.B. in Wärme umgewandelt. Im Mikrowellenherd macht man sich diese Wirkung zunutze. Fleisch, Gemüse und andere Lebensmittel enthalten alle Wasser. Die Mikrowellen erwärmen dieses Wasser und unser Essen wird warm oder heiß. Es ist den Herstellern vorgeschrieben, den Sender in der Mikrowelle vor dem Öffnen der Tür sofort abzuschalten. Würde der Mikrowellenstrahl unsere Augen treffen, könnten wir erblinden. Der Sender in einem Mikrowellenherd kann bis zu 1000W Sendeleistung entwickeln. Unser Sender aber hat nur wenige Tausendstel Watt. Er ist also harmlos und ihr müsst wegen der Strahlung nicht ängstlich sein. Eine Erwärmung unserer Hand ist deshalb auch nicht zu spüren, wenn wir sie vor die Sendeantenne halten.

2. Versuch

Licht kann man mit einem Spiegel umlenken. Geht das auch mit Radiowellen? Das wollen wir nachprüfen.

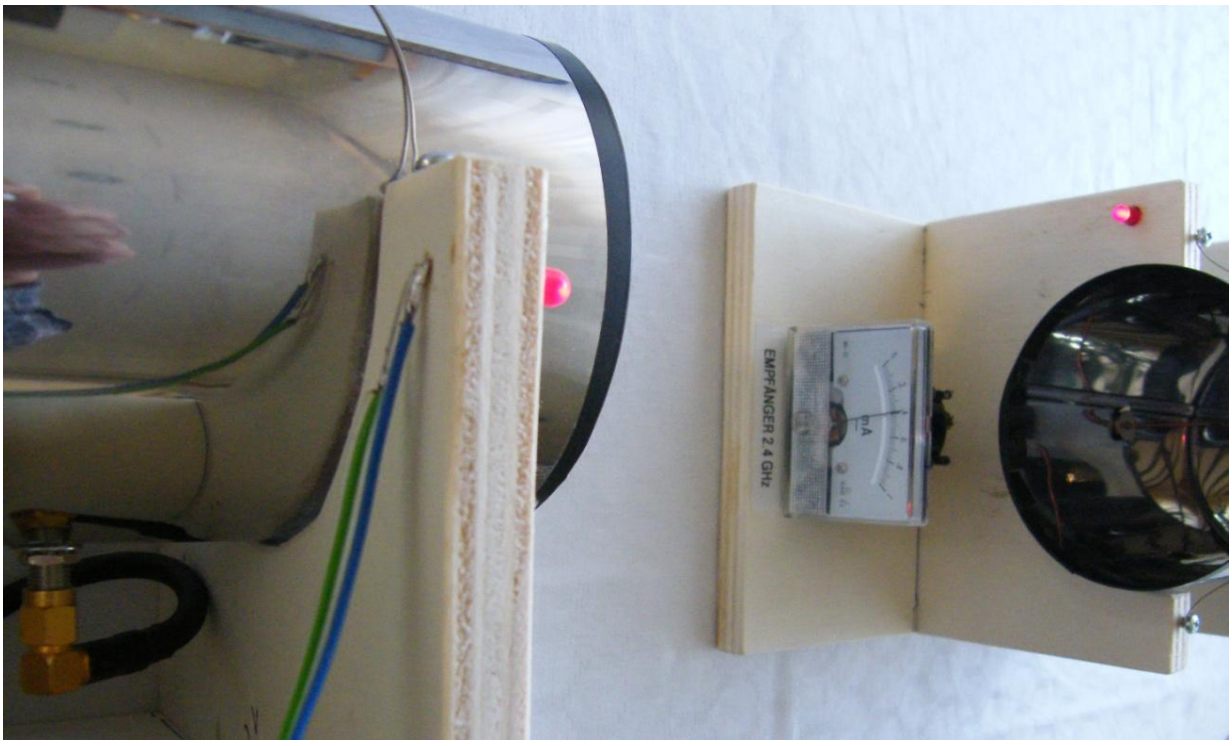
Zwischen Sender und Empfänger stellen wir eine Metallplatte so auf, dass nach dem Gesetz der Spiegelung der Winkel des einfallenden Strahls gleich dem Winkel des ausfallenden Strahls ist. Sender und Empfänger stehen also in einem rechten Winkel zueinander, wie es das Foto zeigt. Durch feinfühliges Justieren wird es uns gelingen, den Zeigerausschlag am Empfänger auf ein Maximum zu bringen. Jetzt wird das optische Gesetz erfüllt. Die Radiowellen breiten sich nicht direkt aus, sondern werden an der Metallplatte gespiegelt. Halten wir wieder einmal die Hand in den einfallenden oder den ausgehenden Strahl, so beobachten wir die Dämpfung. Es ist tatsächlich so, dass man von einem Wellenstrahl sprechen kann, der am Metall umgelenkt bzw. gespiegelt wird.

Die Radiowellen sind für uns nicht sichtbar, Licht würde sich aber genauso verhalten. Nur dass man Licht mit einer speziellen Metallschicht spiegelt. Es ist eine hauchdünne Schicht hinter einer Glasscheibe, die wir Spiegel nennen. Sie besteht aus Aluminium oder Silber. Aber auch Wasser kann Licht spiegeln. Das trifft ebenso für die Radiowellen zu. So werden die Kurzwellen, die wir mit unserem Radio empfangen, ständig zwischen der leitenden Schicht in der Ionosphäre und der Erde hin und her gespiegelt. Die Erde enthält Wasser oder die Wellen treffen auf die Oberfläche der Ozeane.

3. Versuch

Auch Radiowellen haben eine bestimmte Polarität. Darunter versteht man die Ebene, in der man sich die Schwingungen vorstellt. Wie beim Licht spricht man von der Polarisation. In diesem Versuch zeigen wir, dass senkrecht polarisierte Radiowellen den Empfänger dann gut versorgen, wenn dessen Antenne auch senkrecht gestellt ist. Sie liegt in derselben Polaritätsebene wie die Sendeantenne. Das folgende Bild zeigt links den Sender. Seine Antenne ist senkrecht in der Dose montiert. Ebenso ist auch die Antenne in der Dose des Empfängers ausgerichtet. In diesem Fall zeigt das Instrument einen großen Zeigerausschlag.

Nun drehen wir den Sender um 90 Grad. Seine Antenne in der Dose ist jetzt waagerecht ausgerichtet. Die Antenne des Empfängers bleibt unverändert senkrecht. Beide Polaritätsebenen sind maximal entkoppelt. Die Radiowellen vom Sender erreichen in horizontaler Polarität die Empfangsantenne, die aber nur für senkrecht ausgerichtete Wellen empfindlich ist. Daher sehen wir einen geringen Zeigerausschlag. Die Empfangsantenne nimmt die senkrecht polarisierten Radiowellen nur mäßig auf.



Erkenntnisse

Wir haben durch drei Versuche erfahren, dass Radiowellen und Licht sich ähnlich verhalten. Viele Stoffe sind für die Radiowellen mehr oder weniger durchlässig. Wollen wir Radiowellen total abschirmen, nehmen wir dazu am besten Metall. Während Radiowellen das Mauerwerk durchdringen können, ist das beim Licht nicht der Fall. Licht lässt sich also leichter abschirmen. Aber seien wir doch froh, dass die Radiowellen in unser Haus eindringen, denn sonst könnten wir im Inneren nicht der Musik lauschen, die aus unseren Taschenradios kommt. Und tatsächlich werden Radiowellen auch in unserer Wohnung an verschiedenen Stellen gespiegelt und gestreut. So erfüllen sie den ganzen Raum wie ein helles Licht. Aber weil sie die Wände fast ungehindert passieren, ist es nicht erforderlich, sie wie das Licht zum Fenster hinein zu lassen. Es macht also eigentlich keinen Sinn, ein Radio am Fenster zu betreiben. Doch manchmal ist in modernen Häusern so viel Eisen(Stahl-Beton) verbaut, dass dieses „Metallgitter“ eine merkliche Dämpfung der Radiowellen bewirkt. Dann hilft es schon mal, wenn man ein UKW-Radio in die Nähe des Fensters bringt.

DF8ZR, 17.Dez. 2011