

# Wie werden elektromagnetische Strahlen durch verschiedene Stoffe beeinflusst?

Laure Wagner

Pit Mootz

Yann Bernard

14.03.2014

Concours Jonk Fuerscher

# 1. Einleitung

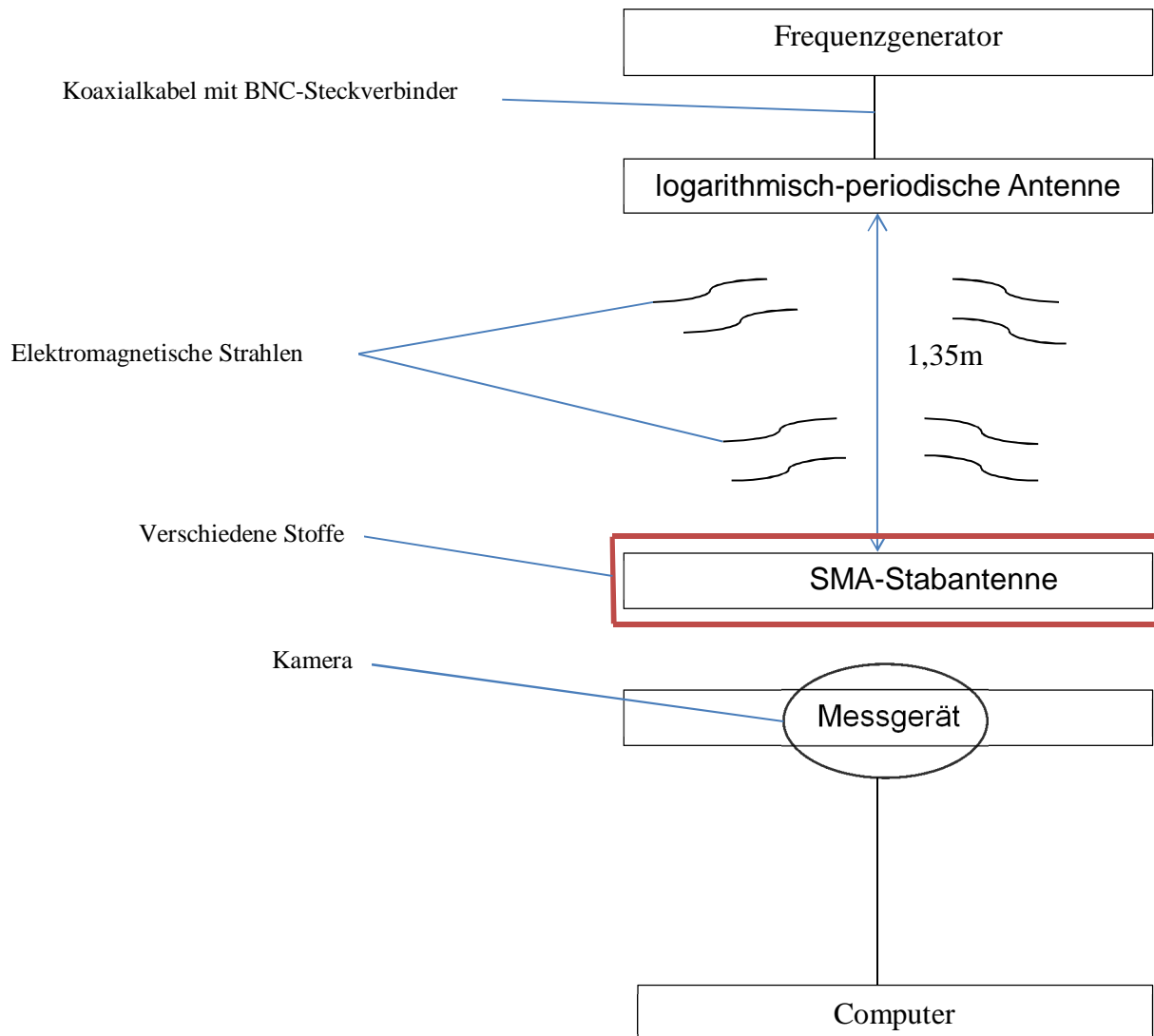
Anfangs suchten wir lange nach einem geeigneten Thema für eine Teilnahme am Wettbewerb Jonk Fuerscher, als wir dann auf das Thema der elektromagnetischen Strahlung stießen. Als eigentliche Arbeitshypothese wollten wir die Messung der Strahlungsintensität eines Mobiltelefons nehmen. Da dieses jedoch ständig die Sendeleistung, je nach Aktivität und Stabilität der Verbindung anpasst und da im Frequenzbereich des Mobiltelefons zu viele Störungen für die Ermittlung der genauen Übertragungsfrequenz, stellte sich ein Versuch mit einem solchen Gerät als zu kompliziert heraus. Aus diesem Grunde ersetzten wir das Mobiltelefon durch einen Frequenzgenerator, der eine präzise Frequenz und Intensität abgibt, um schließlich die Beeinflussung dieser durch verschiedene Stoffe zu messen und zu beurteilen.

## 2. Methode

### Materialien:

- Hochfrequenzgenerator (Hameg HM8135), Frequenzspektrum 1Hz bis 3 GHz.
- logarithmisch-periodische Antenne
- Koaxialkabel mit BNC-Steckverbinder
- Hochfrequenzmessgerät (Spectran HF 6065 V4), Frequenzspektrum 10 MHz bis 6 GHz.
- SMA-Stabantenne
- Halterungen
- Materialien, in Form eines Tubus' (Durchmesser 15-35mm; Durchmesser der Ausbohrung 12mm; Tiefe der Ausbohrung 110mm; Tiefe des ganzen Tubus' 120mm, die die Antenne aufnimmt:
  - Holz ( 30mm Durchmesser )
  - Aluminium ( 30mm Durchmesser )
  - Messing ( 30mm Durchmesser)
  - Eisen ( 15; 20; 25; 30; 35 mm Durchmesser )
- Eine Kamera, die mit einem Computer verbunden ist, um die Messergebnisse auf Distanz abzulesen.

## Skizze:



## Arbeitsweise:

Die Antennen der beiden Geräte, Frequenzgenerator und Messgerät, werden gegenüber einander mit 1,35m Abstand aufgestellt. Die logarithmisch-periodische Antenne zeigt der Länge nach auf die Antenne des Messgerätes, die im 90° Winkel zu der des Generators steht. Die Kamera wird auf das Display des Messgerätes gerichtet um das Bild auf den Computer zu übertragen damit die Resultate in gleicherbleibender näherer Umgebung ermittelt werden können, also ohne jegliche Störungen wie durch einen

Menschen etwa, der die Resultate ablesen möchte. Dies haben wir bemerkt, da unsere ersten Messungen sehr ungenau und somit unbrauchbar für genauere Analysen waren, da sie stark schwankten. Daraus erschlossen wir, dass die Präsenz eines Menschen in der Nähe der Messung, so die Person, die die Ergebnisse ablesen wollte, ein überwiegender Einfluss auf die gemessene Intensität der Strahlung hatte. Somit machten wir die weiteren Messreihen mit einer Kamera, die es uns ermöglichte die Ergebnisse des Messgerätes aus größerer Distanz abzulesen und genauere Werte zu erhalten.

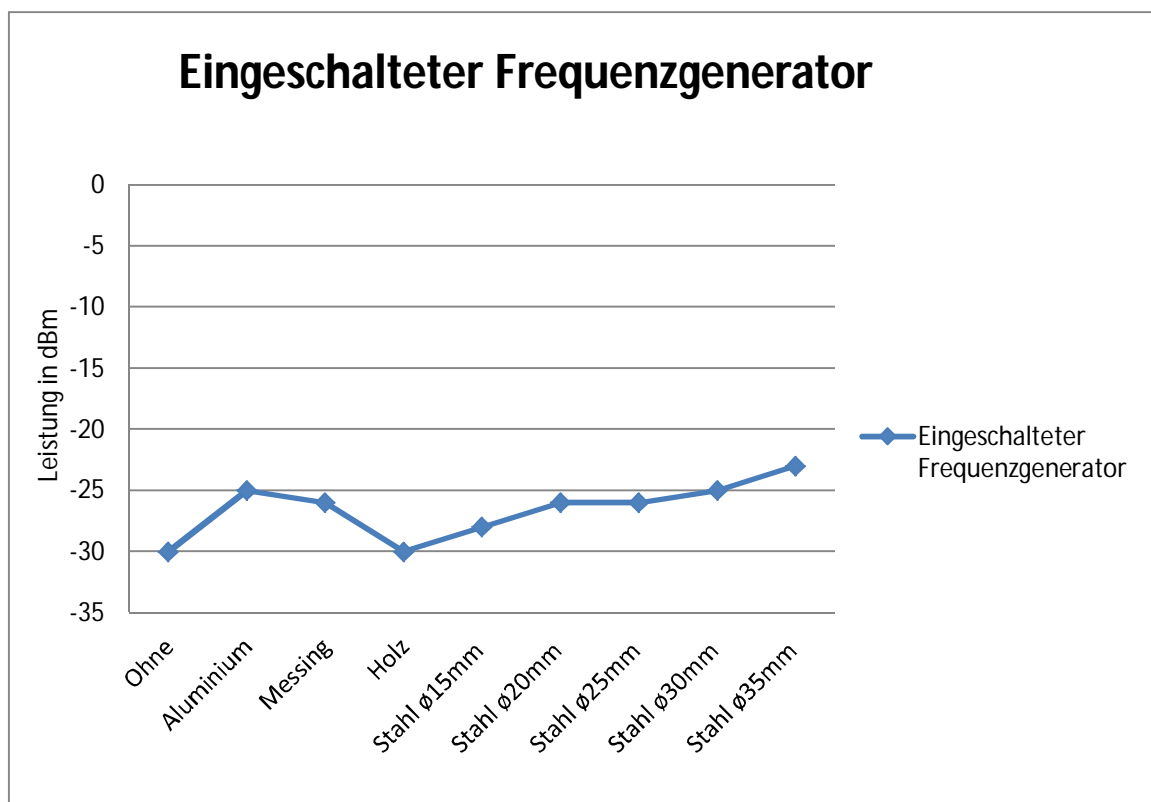
Anfangs hatten wir uns auf eine Frequenz von 700 MHz geeinigt. Allerdings merkten wir schnell, dass diese Frequenz sehr viel Grundrauschen aufwies. Deshalb wechselten wir die Frequenz des Frequenzgenerators und des Messgeräts auf 940,5 MHz. Eine Intensität von 7 dBm wurde eingestellt und die Geräte angeschaltet. Dann wurden die verschiedenen Metalle auf die Antenne des Messgeräts geschoben, um diese abzudecken. Schließlich wurde jeweils eine Messung durchgeführt, mit an dem Metall angebrachtem Erdungskabel, und angeschaltetem Frequenzgenerator, sowie ausgeschaltetem Frequenzgenerator.

### 3. Ergebnisse

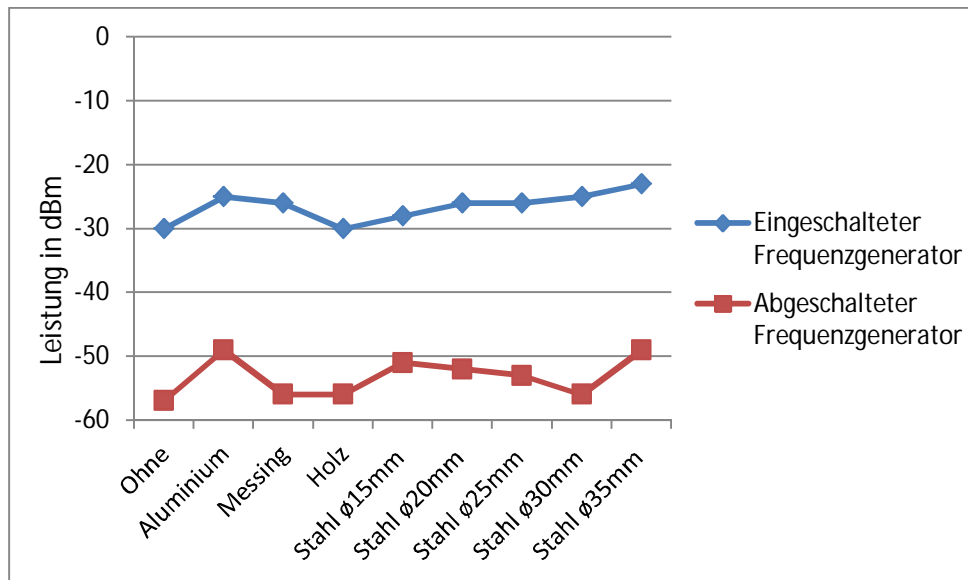
Hier führen wir nun die verschiedenen Messergebnisse an, natürlich in negativen Dezibel, bei denen 1 Milliwatt als Referenzwert gilt, da es sich um eine Leistung handelt, die unter einem Milliwatt liegt. (-50 dBm < -40 dBm):

	Eingeschalteter Frequenzgenerator	Abgeschalteter Frequenzgenerator
Material	Strahlungsintensität (dBm)	Strahlungsintensität (dBm)
Ohne	-30	-57
Aluminium	-25	-49
Messing	-26	-56
Holz	-30	-56
Stahl ø15mm	-28	-51
Stahl ø20mm	-26	-52
Stahl ø25mm	-26	-53
Stahl ø30mm	-25	-56
Stahl ø35mm	-23	-49

Hier eine Grafik, die die gemessene Intensität der Strahlung wiedergibt, im Vergleich mit der materiallosen Messung (Ohne):



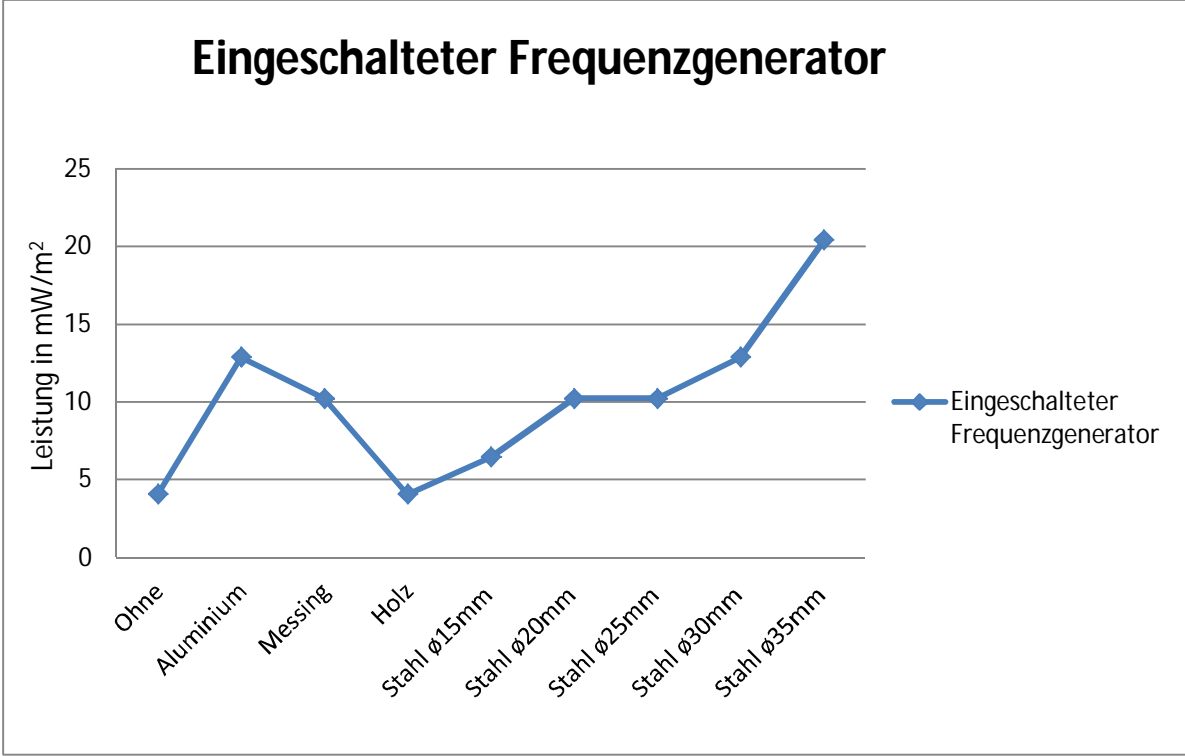
Ein eine weitere Grafik, die diesmal auch die Werte bei ausgeschaltetem Frequenzgenerator wiedergibt:



Wir haben zudem die logarithmischen Dezibel-Werte in positive lineare Mikrowatt/Quadratmeter umgerechnet:

	Eingeschalteter Frequenzgenerator	Abgeschalteter Frequenzgenerator
Material	Strahlungsintensität ( $\mu\text{W}/\text{m}^2$ )	Strahlungsintensität ( $\mu\text{W}/\text{m}^2$ )
Ohne	4,078	0,008
Aluminium	12,895	0,051
Messing	10,243	0,01
Holz	4,078	0,01
Stahl ø15mm	6,463	0,032
Stahl ø20mm	10,243	0,026
Stahl ø25mm	10,243	0,02
Stahl ø30mm	12,895	0,01
Stahl ø35mm	20,437	0,051

Hier in einer Graphik, die nur die Ergebnisse der Messung bei eingeschaltetem Frequenzgenerator zeigt, da die, bei abgeschaltetem Frequenzgenerator, im Vergleich nicht mal bei genauerem Hinsehen sichtbar wären:





## 4. Diskussion

An diesen Ergebnissen erkennt man sehr gut, dass die verschiedenen Stoffe einen Einfluss auf die Intensität der empfangenen Strahlung haben. Hierbei muss man nämlich beachten, dass Dezibel-Milliwatt eine logarithmische Einheit ist, mit Faktor 10. Eine Zunahme von 10 dBm entspricht somit einer Verzehnfachung. Somit ist ein Unterschied von ein paar Dezibel-Milliwatt schon relevant. Auch wenn wir in den Ergebnissen bei jeder Messung die Intensität der elektromagnetischen Strahlung bei abgeschaltetem Frequenzgenerator als weitere Information angegeben haben, so ist diese eigentlich sehr unpräzise und irrelevant, da sie eigentlich nur ein Grundrauschen wiedergibt. Jedoch fanden wir nicht wie erwartet eine Abschirmung der Strahlung vor, sondern stellten wir fest, dass die Intensität der Strahlen im Vergleich zum Versuch ohne Abschirmung zugenommen hat. Dies erscheint bei der ersten Betrachtung sehr kontrovers, da wir ja eigentlich das Gegenteil erreichen wollten. Diese Eigenart ist nicht üblich, vergleicht man den Versuch mit anderen Studien. Wahrscheinlich ist dieser Effekt auf den Umstand zurückzuführen, dass unsere Abschirmungsmaterialien eine zylindrische Form aufweisen. So kann es sein, dass die Strahlen im Inneren des Rohres mehrfach reflektiert werden. Außerdem stellten wir fest, dass die Intensität der Strahlen zunahm je größer der Durchmesser des Materials wurde. (→ Messergebnisse Eisen).

## 5. Zusammenfassung

So erkennen wir anhand der Messergebnisse, dass Holz kaum Einfluss auf die Intensität der elektromagnetischen Strahlung hat, wobei die von uns gemessenen Metalle eine deutliche Beeinträchtigung auf die Messergebnisse haben. Eigentlich hatten wir uns ein Dämpfung der Strahlungsintensität erwartet, doch maßen wir eine Bündelung, verursacht, so vermuten wir, durch die Runde Form unserer Metalle. Außerdem stellten wir fest, dass mit dem zunehmenden Durchmesser des Materials auch die Intensität der Strahlung zunahm. Auch wenn bei unseren Messungen der umgekehrte Effekt als erwartet eintrat, so ist dies nicht üblich.

## 6. Index

- [http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische\\_Welle](http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetische_Welle)
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Leistungspegel>

## 7. Nachwort

Hiermit wollen wir ein großes Dankeschön an die folgenden Personen und Institutionen geben:

- Herr Michel Marso, Professor Doktor in „Technology of Telecommunications“ an der „Université du Luxembourg“
- Herr Pascal Damon, Physiklehrer im LGL, Betreuer
- Lars Juul, PhD Student an der „Université du Luxembourg“