

Hochfrequenztechnik
Duale Hochschule Karlsruhe
 Dozent: Gerald Oberschmidt

1 Antennen und Wellenausbreitung (8 Punkte)

Eine Funkstrecke, wie in Bild 1 gezeigt, ist zu analysieren. Die Anwendung ist eine aus dem Bereich der drahtlosen breitbandigen In-House Datenkommunikation.

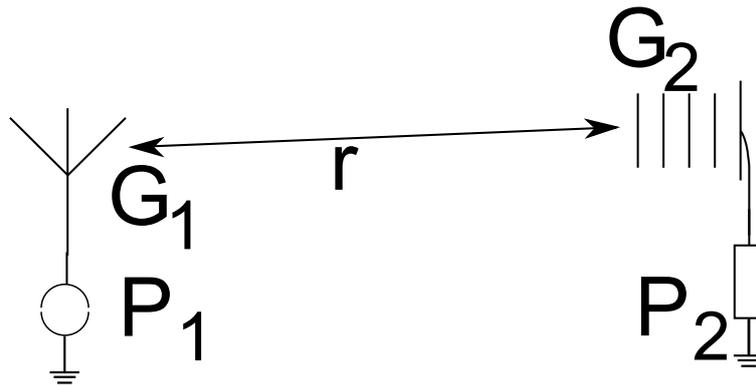


Bild 1: Kommunikationssystem

Die Antenne 1 (links) sei ein isotroper Kugelstrahler, Antenne 2 ist eine Yagi-Uda Antenne. Die Übertragungsfrequenz beträgt 100 GHz. Das Richtdiagramm der Antenne 2 ist separat beigelegt. Bemerkung: Wenn Sie Berechnungen/ Zeichnungen auf dem Beiblatt durchführen, dann geben Sie es bitte mit ab!

- (a) Bestimmen Sie aus dem Richtdiagramm den Gewinn der Antenne 2 und ihren 3 dB Öffnungswinkel! Wie groß ist die Nebenzipfelunterdrückung ("Side-lobes") (2 Punkte)
- (b) Wie schon bekannt, handelt es sich um eine Yagi-Antenne. Geben Sie (innerhalb eines Fehlerbereichs von $\pm 10\%$) die Länge der Strahler an! Wie sollte die von der Yagi-Antenne empfangene EM-Welle polarisiert sein, um maximale Empfangsleistung zu ermöglichen? (2 Punkte)

Gehen Sie bei den folgenden Überlegungen von einem Antennengewinn von $G = 10$ dBi aus! Wenn nötig, dürfen Sie $\pi = 3$ annehmen.

- (c) Die Eingangsempfindlichkeit des Empfängers (P_2) ist mit -80 dBm spezifiziert. Mit welcher Leistung P_1 muss der Sender arbeiten, um eine Reichweite von 10 m zu ermöglichen (Freiraumausbreitung kann angenommen werden)? (2 Punkte)
- (d) Eine ungünstige Aufstellung der Empfangsantenne (etwa versteckt in einem Bücherregal) führt zu einer zusätzlichen Dämpfung von 10 dB. Wie groß ist nun die Reichweite des Systems? (2 Punkte)

Beiblatt: Antennenaufgabe,

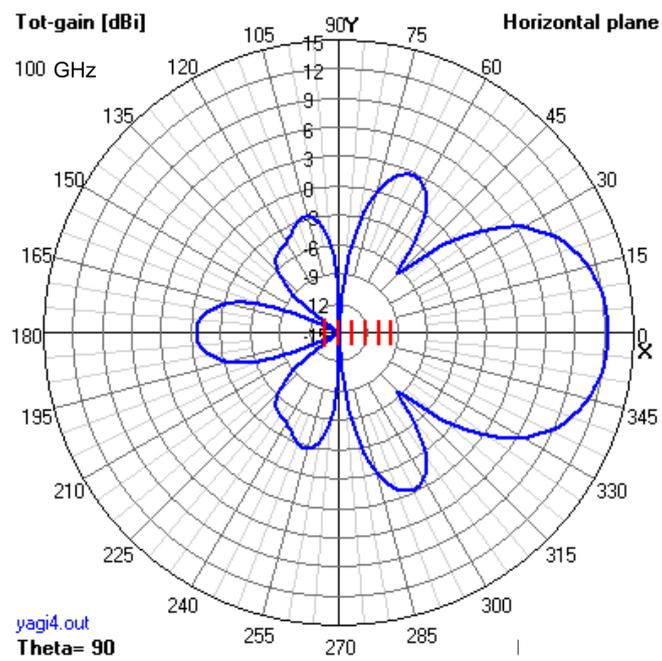


Bild 2: Richtdiagramm

2 Antennen und Wellenausbreitung (8 Punkte)

Ein GPS Empfängersystem ist auszulegen. Die Satelliten umkreisen die Erde in 20.000 km Höhe über der Erdoberfläche und Senden im L-Band (ca. 1,5 GHz) bei einer Wellenlänge von 20cm. Der Sender hat eine Ausgangsleistung von 25 W. Die Antenne des Satelliten, die den ganzen Erdball übertrahlen muss, hat einen Gewinn von 13 dBi.

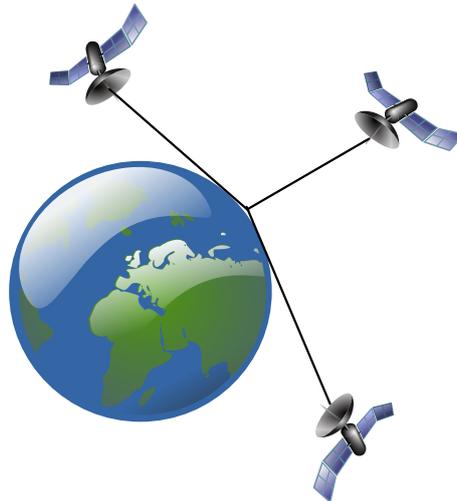
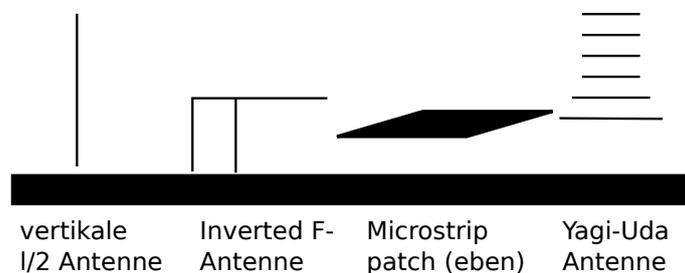


Bild 3: Kommunikationssystem

- Wie groß ist die effektive Leistung, die an einen isotropen Kugelstrahler gegeben werden müsste, um die gleiche Strahlungsdichte wie im Zentrum der Strahlungskeule der Richtantenne zu erzeugen (EIRP)? (1 Punkt)
- Wie groß ist die Freiraumdämpfung auf der Strecke vom Satelliten zur Erde? [Sie können $\pi^2 = 10$ vereinfachen] (1 Punkt)
- Welche Leistung kann ein isotroper Kugelstrahler auf der Erde empfangen? Wie groß ist das Signal-Rausch-Verhältnis bei einer Bandbreite von 2 MHz bei idealem (rauschfreiem) Empfänger? (2 Punkte)



- Diese Leistung erlaubt nur unter günstigen Verhältnissen einen genügenden Empfang. Daher soll die Antenne optimiert werden. Vier Vorschläge (siehe Zeichnung) stehen zur

Auswahl. Bewerten Sie die Vorschläge und erläutern Sie deren Vor- und Nachteile in Bezug auf Richtwirkung in den gesamten oberen Halbraum, Polarisation (das GPS-Signal ist zirkular polarisiert) und Kosten/ Praktikabilität! Wählen Sie eine Antenne aus! (3 Punkte)

- (e) Betrachten wir den Satelliten: Welche Grösse muss die Sendeantenne prinzipiell mindestens (Flächenwirkungsgrad 100 %) haben? Wenn nötig können Sie $\pi = 3$ annehmen! (1 Punkt)

3 Antennen und Wellenausbreitung (12 Punkte)

Auf der geostationären Bahn in 30.000 km über der Erdoberfläche befinden sich die bekannten Kommunikationssatelliten. Sie senden bei einer Wellenlänge von 3 cm. Die ausgesendete Leistung entspricht - verglichen mit dem isotropen Kugelstrahler - $EIRP=100\text{ kW}$.



Bild 4: Kommunikationssystem

1. Wie groß muss der Gewinn der Sendeantenne (in dBi) sein, wenn der Sender eine Ausgangsleistung von 100 W hat? (2 Punkte)
2. Wie groß ist die Freiraumdämpfung (in dB) auf der Strecke vom Satelliten zur Erde? [Sie können $\pi^2 = 10$ vereinfachen] (2 Punkte)
3. Die Empfangsantenne ist quadratisch und hat einen Gewinn von 33 dBi. Wie groß muss diese Antenne (Kantenlänge des Quadrates) bei einem Flächenwirkungsgrad von 60 % sein? (bei Bedarf ist $\pi = 3$) (2 Punkte)
4. Nennen Sie verschiedene Möglichkeiten, eine solche Antenne zu realisieren. Diskutieren Sie die Funktion mindestens eines Ihrer Vorschläge! (Der Formfaktor "Quadrat" ist nicht zwingend!) (4 Punkte)
5. Worauf ist bei der Auslegung des Empfängers zu achten und warum? (2 Punkte)