



ANTENNEN | ANTENNAS



Antennen/ANTENNA

Messprotokoll / MEASUREMENT REPORT

MEASURED PRODUCT

***Entkopplung zwischen zwei GSM-R-Antennen
in Abhängigkeit des Abstandes zueinander***



ANTENNEN | ANTENNAS

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Theoretische Vorbetrachtungen	3
3. Simulationsergebnisse	4
3.1. Einrichtung der Simulation	4
3.2. Entkopplung zwischen 25 cm bis 400 cm Abstand	5
4. Zusammenfassung	6

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1 - Entkopplung in Abhängigkeit des Abstandes am Beispiel zweier Dipole (Quelle: Procom)</i>	3
<i>Abb. 2 - OmPlecs-Antennen auf Zugdach / Simulation der Entkopplung s21</i>	4
<i>Abb. 3 - Variabler Abstand der Antennen zueinander</i>	4
<i>Abb. 4 - Entkopplungskurven in Abhängigkeit vom Abstand der Antennen zueinander</i>	5
<i>Abb. 5 - Verlauf der Entkopplungswerte bei $f = 885$ MHz über den Abstand</i>	6

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1 - Tabellarische Übersicht über Entkopplungswerte bei $f = 885$ MHz über den Abstand</i>	6
---	---

1. Einleitung

Die Entkopplung zwischen zwei räumlich nah beieinander montierten Antennen ist eine der häufigen Fragen seitens Systemdistributoren und Verkehrsbetrieben. Sie ist von den Empfangsmodulen oft vorgegeben, bestimmt den Montageort auf den Dächern der auszurüstenden Fahrzeuge und geht somit auch in die Kaufentscheidung ein. Dieses Dokument nimmt sich diesem Thema an und erklärt anhand zweier GSM-R-Antennen und unter Zuhilfenahme einer Simulationssoftware wie Entfernung und Entkopplung zueinander in Beziehung stehen.

2. Theoretische Vorbetrachtungen

Unter der Entkopplung (auch Dämpfung genannt) zwischen Antennen versteht man im Allgemeinen die Unterdrückung der Strahlungskopplung zwischen zwei oder mehr Antennen, z.B. bei Antennenarrays. Diese Strahlungskopplung führt dazu, dass die Antenne nicht mehr nur die Signale einer gewünschten Funkverbindung empfängt sondern auch von der Antenne in ihrer räumlichen Nähe. Die Antennen reagieren aufeinander und die Funkverbindung wird gestört. Im schlechtesten Fall ist keine Kommunikation mehr möglich. Dies gilt sowohl für den Empfangs- als auch für den Sendefall und kann auch die Richtcharakteristik der betroffenen Antennen verändern.

Es gibt verschiedene Ansätze um die Entkopplung zwischen Antennen zu verbessern. Die Verwendung unterschiedlicher Polarisationssebenen gehört dazu, ebenso wie die Abschirmung mit Hilfe von Blechen oder der Einsatz von Filtern. Am effektivsten - und wohl auch am preiswertesten - ist die Vergrößerung des Abstandes zwischen den Antennen.

Angegeben wird die Entkopplung in dB. Gemessen wird sie indem in eine Antenne ein Signal eingespeist und an einer anderen Antenne gemessen wird, wieviel von diesem Signal noch ankommt. Je kleiner der Wert, desto größer die Entkopplung. Eine Faustregel besagt, dass für eine gute Entkopplung ein Abstand von 5 - 10 λ (λ Lambda = Wellenlänge) eingehalten werden sollte. In der Praxis hat sich gezeigt, dass bereits mit einem Abstand von 3 λ eine gute Entkopplung erreicht werden kann. Für GSM-R bedeutet dies, dass die Antennen min. einen Meter voneinander entfernt montiert werden sollten ($3 \times \lambda_{(900 \text{ MHz})} \approx 100 \text{ cm}$).

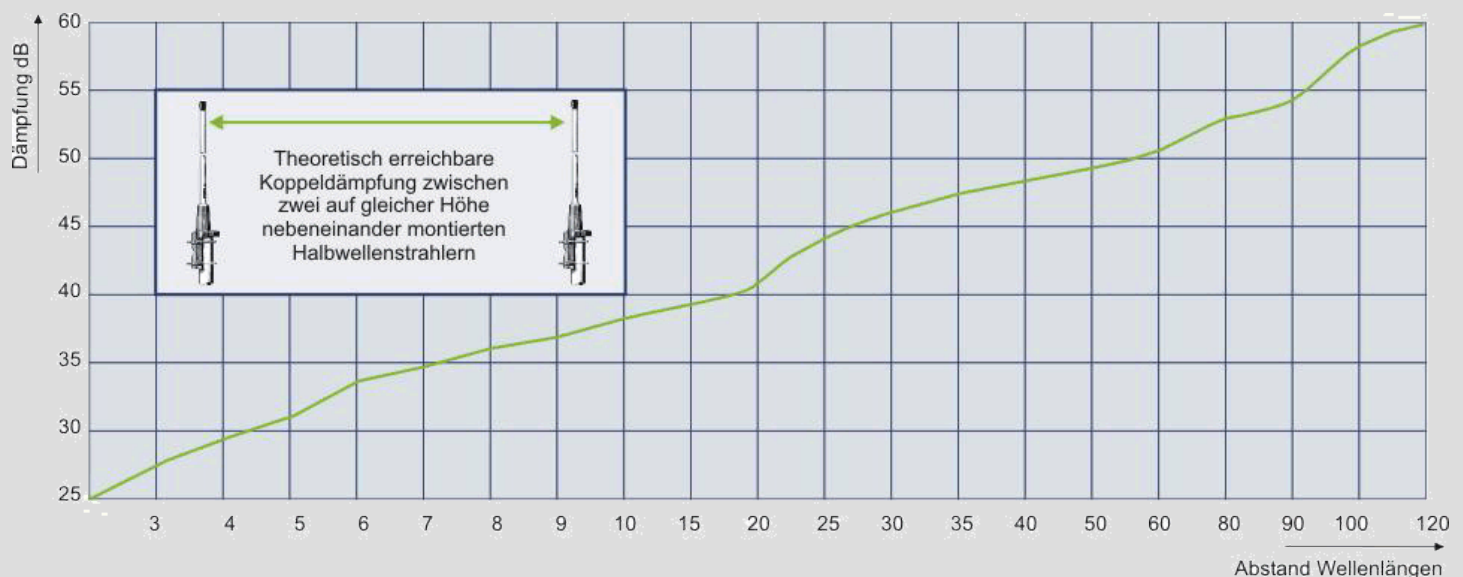


Abb. 1 - Entkopplung in Abhängigkeit des Abstandes am Beispiel zweier Dipole (Quelle: Procom)

3. Simulationsergebnisse

3.1. Einrichtung der Simulation

Mit Hilfe einer 3D-Feldsimulationssoftware wird gezeigt, wie die Entkopplung zwischen zwei Antennen mit zunehmendem Abstand steigt. Dafür werden auf einem Zugdach zwei Antonics OmPlecs-TOP 200 AMR MF-04 - 5- -Antennen gesetzt und der s-Parameter s_{21} berechnet (s. Abb. 2), d.h. wieviel des bei Antenne ② eingespeisten Signals an Antenna ① gemessen wird.

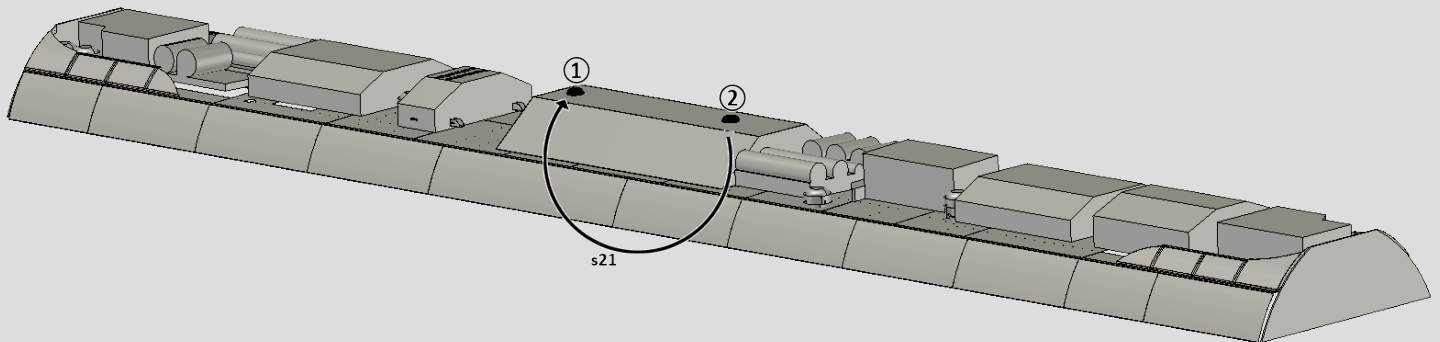


Abb. 2 - OmPlecs-Antennen auf Zugdach / Simulation der Entkopplung s_{21}

Der Abstand zwischen den beiden Antennen wird zwischen 25 - 400 cm variiert und die Entkopplung bei jedem Schritt berechnet. Die ersten Schritte sind kleiner gewählt um die Entkopplung differenzierter darstellen zu können. Die Entkopplung steigt innerhalb dieser Schritte schneller (wird also besser) als bei größerem Abstand (s. Abb. 5).

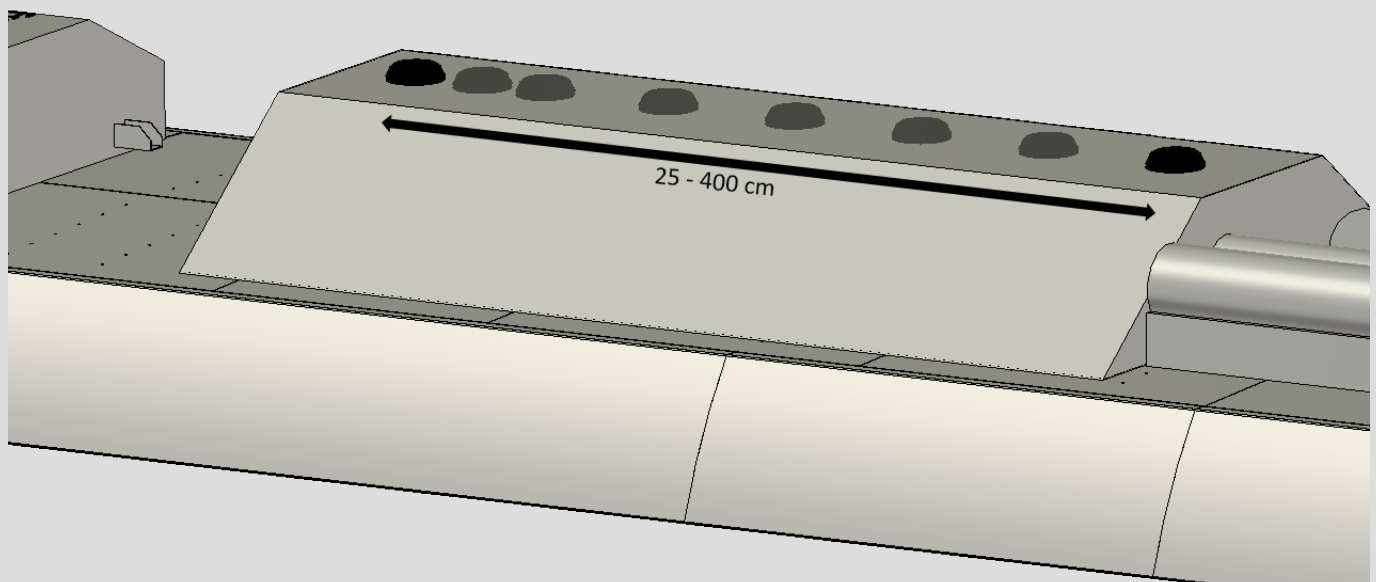


Abb. 3 - Variabler Abstand der Antennen zueinander

3.2. Entkopplung zwischen 25 cm bis 400 cm Abstand

Nachdem sich in neun Schritten der Abstand der beiden Antennen stetig vergrößerte, werden die berechneten Entkopplungskurven in einem Diagramm zusammengefasst. Mit Hilfe dieses Diagrammes ist sehr gut ersichtlich, wie die Entkopplung mit steigender Entfernung der Antennen zueinander ebenfalls ansteigt (Abb. 4).

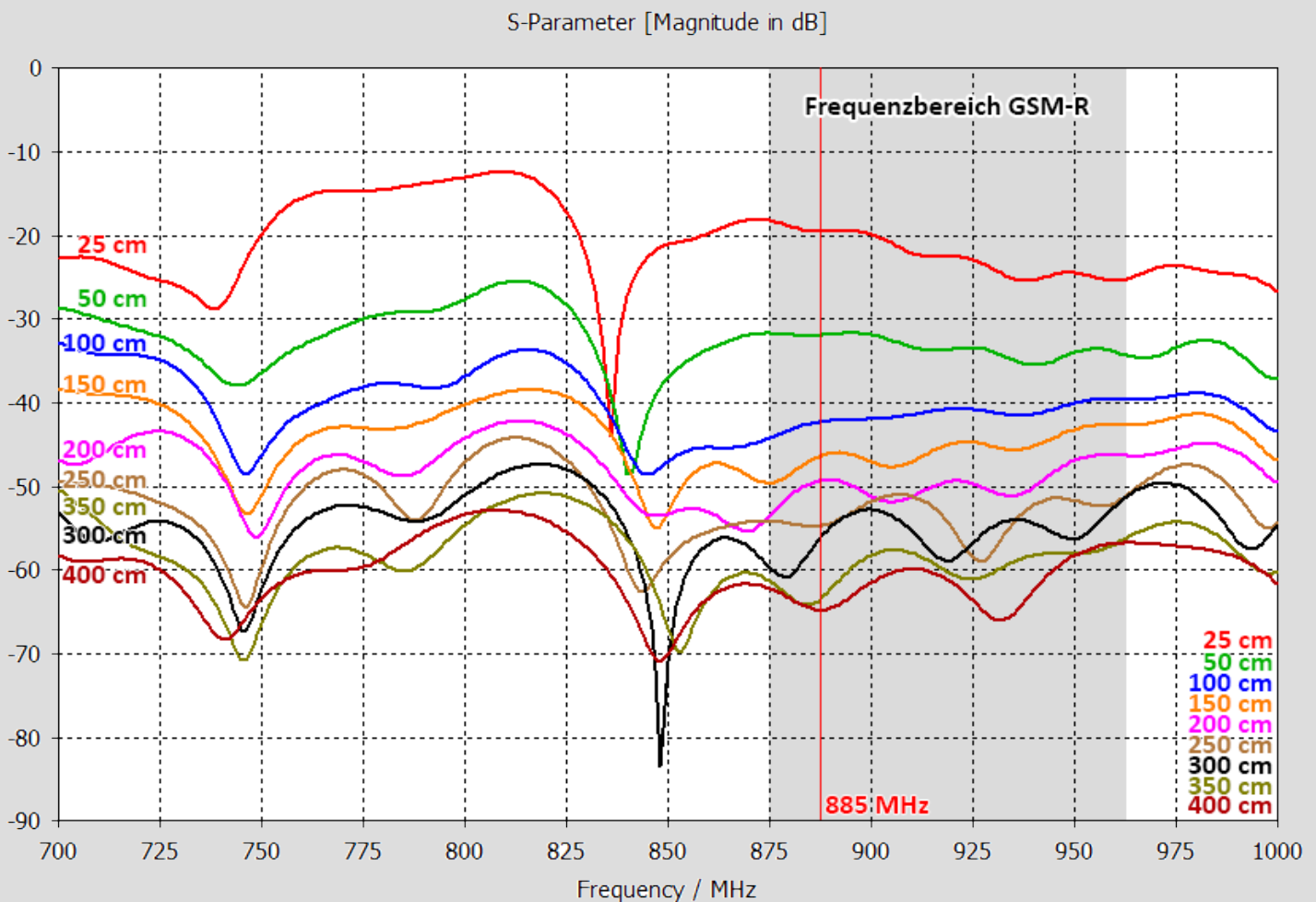


Abb. 4 - Entkopplungskurven in Abhängigkeit vom Abstand der Antennen zueinander

Im Fall des geringsten Abstandes beträgt die Entkopplung bei 885 MHz schon recht gute -19,5 dB, dieser Abstand entspricht etwa 75% einer Wellenlänge im GSM-R-Band. Eine Vergrößerung des Abstandes auf 50 cm (1,5-fache Wellenlänge) bringt bereits eine Verbesserung um 12,5 dB, die Entkopplung beträgt nun schon -32 dB. Dies ist für viele Anwendungen bereits ausreichend gut.

Ein Abstand von 100 cm (etwa drei Wellenlängen) bringen bereits sehr gute -42,5 dB Entkopplung. Eine Vergrößerung des Abstandes darüberhinaus bringt zwar eine weitere Verbesserung der Entkopplung, die Entkopplungswerte steigen aber nicht mehr so stark an (-47 dB bei 150 cm Abstand $\hat{=}$ 4,5-fache Wellenlänge, -57,7 dB bei 300 cm Abstand $\hat{=}$ 9-fache Wellenlänge). Der Graph in Abb. 5 macht dies deutlich. Er stellt die Entkopplungswerte für die Frequenz $f = 885$ MHz über den Abstand zwischen den beiden Antennen dar und zeigt, wie die Entkopplung mit größer werdendem Abstand abflacht.

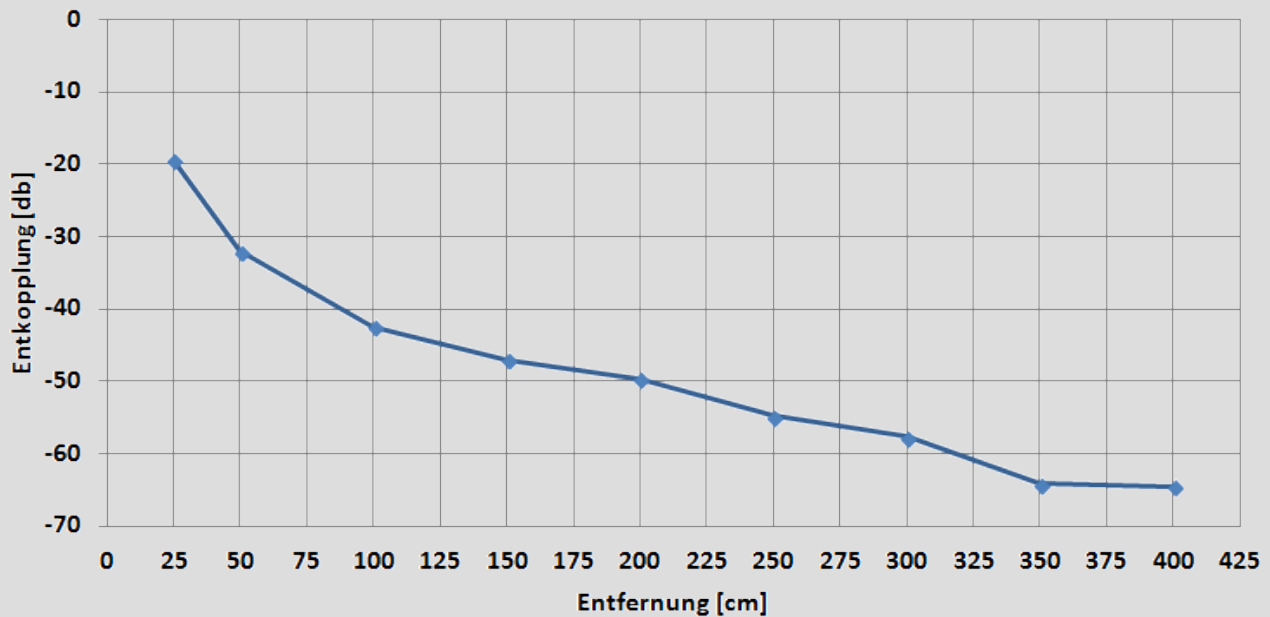


Abb. 5 - Verlauf der Entkopplungswerte bei $f = 885$ MHz über den Abstand

Tabelle 1 - Tabellarische Übersicht über Entkopplungswerte bei $f = 885$ MHz über den Abstand

Abstand [cm]	25	50	100	150	200	250	300	350	400
Entkopplung [dB]	-19,5	-32	-42,5	-47	-49,6	-54,8	-57,7	-64,2	-64,6

4. Zusammenfassung

Die Simulation macht deutlich, wie eine Vergrößerung des Abstandes zwischen zwei Antennen maßgeblich die Entkopplung zwischen diesen verbessern kann. Der Abstand richtet sich nach der Wellenlänge des tiefsten genutzten Frequenzbereiches, d.h., je tiefer die Frequenz desto größer der Abstand. Der benötigte Abstand ergibt sich auch aus den Anforderungen des Zugbetreibers. So ist bekannt, dass die Deutsche Bahn Entkopplungswerte bis -60 dB fordert. Aus den simulierten Werten ist ersichtlich, dass ein Abstand von 350 cm ausreicht um diese Anforderung zu erfüllen. 350 cm entsprechen im GSM-R Frequenzbereich einer Strecke von etwas mehr als 10 Wellenlängen.

Bei der Montage ist natürlich die Richtcharakteristik zu beachten. Zwei Richtstrahler die in entgegengesetzte Richtungen angeordnet sind werden sich auch bei kleiner räumlicher Nähe zueinander nicht so sehr stören wie das im Fall zweier Rundstrahler ist. Desweiteren sollten die hier gemachten Angaben als Richtwerte aufgefasst werden. Durch Aufbauten in der Nähe der Antenne und den Einsatz verschiedener Antennentypen, Polarisierungsebenen und Frequenzbereiche kann die Entkopplung positiv oder negativ beeinflusst werden. Eine Messung des tatsächlichen Antennenaufbaus liefert hier die genaueren Ergebnisse.



ANTENNEN | ANTENNAS



KONTAKT

ANTONICS-ICP GmbH

Ameisenweg 5 (Businesspark Velten)
16727 Velten
DEUTSCHLAND

Telefon: +49 3304 25 42 04

Telefax: +49 3304 25 43 48

Internet: www.antonics.de

Mail: vertrieb@antonics.de



ANTENNEN | ANTENNAS