

Darmstadt University of Applied Sciences
– Faculty of Computer Science –

Protokoll Zellulare Netze Termin 1

Gruppe Bluetooth, 13.11.2023

Lukas Kohl
Lennart Eichhorn

PRAKTIKUMSTERMIN

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Ziel ist es, über die Messung von Signalstärke auf unterschiedlichen Distanzen das Alpha für den Path-Loss Graphen zu finden.

VERSUCHSAUFBAU

Für die Messung der Signalstärken wurden die Distanzen: *0.25m, 0.5m, 1m, 2m, 5m, 10m, 20m* gewählt. Die Messumgebung war dabei ein schmaler Flur. Dabei wurde der Sender und Empfänger jeweils auf einen Stuhl gestellt, damit diese nicht direkt auf dem Boden liegen, da bei Bodenlage das Signal deutlich schwächer war. Zusätzlich wurde die Antenne des Empfängers ausgetauscht, da die eigentlich bereitgestellte Antenne ab bereits *5m* ein nicht mehr wirklich von Grundrauschen unterscheidbares Signal lieferte. Es wurden pro Distanz 5 Messungen gemacht, wobei jede Messung das Grundrauschen und den maximalen Wert (Max hold) geliefert hat.

BERECHNUNG DER SIGNALSTÄRKE

Um die Signalstärke zu berechnen, wurde pro Messung das Grundrauschen vom Maximalwert abgezogen. Werden nun alle Messpunkte aufaddiert (Integral der Funktion) so ergibt das die empfangene Signalstärke P_r . Da bei den Messungen andere Geräte direkt neben dem genutzten Bluetooth Frequenzband gesendet haben, wurde nur ein recht schmaler Ausschnitt des Bandes für die Integralberechnung genutzt (*2,40125 GHz bis 2,40275 GHz*).

LINK BUDGET

Für die Path-Loss Berechnung wurde das Link Budget genutzt. Dabei wurde die Formel nach dem Path-Loss umgestellt und negiert, um den Path-Loss als Faktor zu nutzen:

$$PL^{dB} = -(P_t^{dB} + G_t^{dB} + G_r^{dB} - P_r^{dB})$$

Dafür wurden folgende Werte genutzt:

- $G_t^{dB} = 1dB$
- $G_r^{dB} = 5dB$
- $P_t^{dB} = -16dB$

Für die Berechnung des Path-Loss für die unterschiedlichen Distanzen wurde jeweils der Mittelwert der 5 Messungen gebildet.

FITTEN DER FUNKTION

Mit dem zuvor beschriebenen Link Budget können nun für die 7 Distanzen die Path-Loss Werte berechnet werden. Von besonderem Interesse ist dabei der PL Wert der Distanz $1m(d_0)$ welcher als Referenz dient. Um die Funktion zu bestimmen, wie die Distanz in Relation zum Path-Loss steht, wird folgendes Funktionsgerüst genutzt:

$$PL(d) = PL(d_0) - \alpha \cdot 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

Dabei gibt $PL(d)$ den Path-Loss für eine beliebige Distanz d an, während $PL(d_0)$ unsere Referenzgröße bei $1m(d_0)$ ist. Alpha ist dabei die Unbekannte, die ermittelt werden muss. Dafür werden Alpha Werte von 1 bis 10 in 0.001er-Schritten durchprobiert. Um zu ermitteln, wie gut ein einzelner Alpha wert ist, wird die Differenz zwischen dem PL der Funktion und dem PL des Link-Budgets berechnet. Dafür wird der MSE genutzt:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2$$

Der Alpha Wert der dabei den geringsten MSE aufzeigte ist 1,373.

Wir haben zusätzlich die ein Path-Loss Modell mit α und K als Parameter gefittet.

$$PL(d) = K - \alpha \cdot 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

Dabei haben wir $\alpha = 1.083$ und $K = -123,48$ als am besten passende Parameter gefunden

GRAPHEN

In [Diagramm 1](#) sieht man die Messwerte inklusive gefitteter Funktion und einer Referenzfunktion mit $\alpha = 2$.

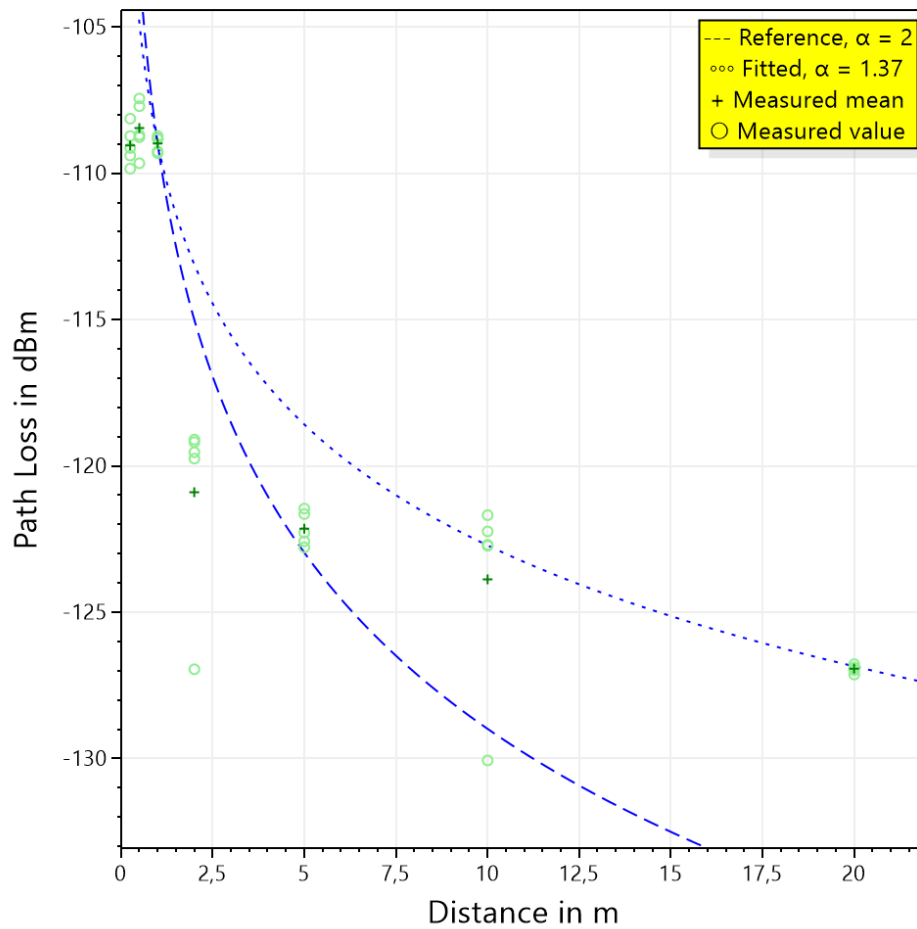


Diagramm 1. Fit for α

Diagramm 2 zeigt die Messwerte, die Funktion mit gefittetem α und K und eine Referenzfunktion mit $\alpha = 2$ und $K = PL(d_0)$.

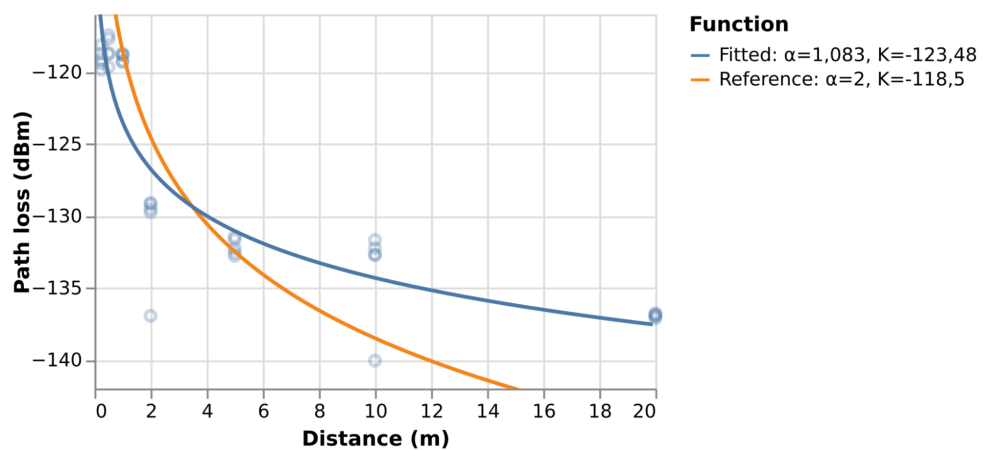


Diagramm 2. Fit for α and K

DISKUSSION

Der Versuch zeigte gut die Schwierigkeiten solcher Messungen auf, da sehr große Schwankungen bei kleinsten Bewegungen zu sehen waren. Außerdem ist das berechnete α deutlich kleiner als zuvor erwartet wurde. So wurde erwartet, dass ein Wert größer 2 herauskommen sollte. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass der Flur dafür gesorgt hat, dass die Signale gerichtet in Richtung unseres Empfängers geschickt wurden und somit ein kleinerer als quadratischer Abfall zu sehen war. Als andere Möglichkeit bleiben auch Ungenauigkeiten bei der Messung. Wir haben immer mindestens drei Pulse abgewartet, damit sich der Maximalwert stabilisiert, haben aber bei manchen Messung auch deutlich mehr Pulse gemessen. Ausserdem könnte durch das Verschieben des Senders, dessen Antenne anders ausgerichtet worden sein. Das könnte einen veränderten Antennen Gain bewirkt haben.