

Herstellen einer WLAN Verbindung über grosse Distanzen

Martin Eigenmann

1.3.2015

Chapter 1

Einleitung

Motivation und Fragestellung

Aufgabenstellung

Thema

Ziel der Arbeit ist es ein mit WLAN weit über die spezifizierte Distanz eine Datenverbindung auf zu bauen.

Ausgangslage

Mobile Geräte besitzen meist eine ständige Verbindung ins WWW. Ist es aber auch möglich grosse Distanzen nur mit bekannten WLAN-Technologie zu überwinden und so von Drittanbietern unabhängig zu werden? Welche Voraussetzungen müssen dafür erfüllt werden?

Ziele der Arbeit

Das Ziel der Seminararbeit besteht in der Analyse der Möglichkeiten mit bekannten WLAN-Komponenten grössere Distanzen (im Bereich von Kilometern) zu überbrücken. Es soll theoretisch und praktisch ergründet werden, wo die Grenzen der WLAN-Technologie liegen und ob mit leichten Modifikationen der Sende- und Empfangs-Geräte höhere Distanzen überbrückt werden können.

Aufgabenstellung

A1 Recherche:

- Definition der Fachbegriffe
- Erarbeitung der technischen Grundlagen

A2 Analyse:

- Analyse der Limitationen der WLAN-Standards

A3 Konzept:

- Konzeption von Vorschlägen um die Reichweite zu erhöhen

A4 Umsetzung:

- Umsetzung von zwei Lösungsvorschlägen

A5 Review:

- Bewertung der umgesetzten Lösungsvorschlägen

Erwartete Resultate

R1 Recherche:

- Glossar mit Fachbegriffen
- Erläuterung der WLAN-Standards

R2 Analyse:

- Dokumentation der Limitationen im Bezug auf die Reichweite und Übertragungsrate der WLAN-Standards.

R3 Konzept:

- Dokumentation der Konzepte der Lösungsvorschläge

R4 Umsetzung:

- Dokumentation der Umsetzung der beiden Lösungsvorschläge

R5 Review:

- Dokumentation der Bewertung der Lösungsvorschläge

Chapter 2

Projektplanung

Projektplan

Die Seminararbeit wird im Zeitraum von 04.03.2015 bis 10.06.2015 durchgeführt. Der detaillierte Projektplan ist im Appendix unter “Zeitplan” aufgeführt.

Rahmenbedingungen

Zeitlicher Rahmen

Der offizielle Projektstart erfolgt mit dem Kick-Off am 04.03.2015. Spätestens am 27.05.2015 muss ein Draft eingereicht werden. Am 17. und 18.06.2015 finden die Präsentationen statt.

Der Aufwand für die Bearbeitung der Seminararbeit soll mindestens 50 Stunden umfassen.

Organisatorischer Rahmen

In der nachstehenden Tabelle sind alle massgeblich involvierten Personen aufgeführt.

Table 2.1: Involvierte Personen

Personen	Kontakt
Dr. Reto Knaack (Studeingangs Leiter)	ZHAW Standort Zürich Lagerstrasse 41 / 8004 Zürich Reto.Knaack@zhaw.ch

Personen	Kontakt
Peter Egli (Lehrperson)	ZHAW Standort Zürich Lagerstrasse 41 / 8004 Zürich eglp@zhaw.ch
Martin Eigenmann (Student)	Harfenbergstrasse 5 / 9000 St.Gallen study@eigenmannmartin.ch

Stakeholder und Zielgruppe

Chapter 3

Analyse

Fachliche Grundlagen

Diskussion Aufgabenstellung

Technische Limitationen

Das elektromagnetische Signal einer WLAN Anlage wird durch das Übertragungsmedium (Luft) gedämpft. Dies wird als Freiraumdämpfung wie folgt beschreiben wenn f die Frequenz und c die Lichtgeschwindigkeit ist.

$$F = \left(\frac{4\pi r * f}{c}\right)^2$$

Mit den eingesetzten Werten ergibt sich eine logarithmische Funktion.

Neben der Freiraumdämpfung, vermindern auch das Signalkabel vom Sender zur Antenne und Steckverbinder die Ausgangsleistung der Anlage. Gängige Antennenkabel weisen eine Dämpfung von 117.9dB/100m bis 16.0dB/100m auf. Steckverbinder dämpfen zusätzlich mit 0.2dB bis 0.5dB.

Moderne Wlan-Geräte besitzen eine Empfangsempfindlichkeit von bis zu -96dBm bei 1Mbps. Bei höheren Übertragungsraten nimmt die Empfangsempfindlichkeit systembedingt ab. So sind bei 54Mbps bei guten Endgeräten -73dBm zu erwarten.

Bei einer Sendeleistung von genau 20dBm und unter Verwendung eines isotropen Kugelstrahler (einer idealen Rundstrahlantenne) können bei einer Empfangsempfindlichkeit von -73dBm maximal 443m Distanz überwunden werden. In der Praxis werden weder 20dBm Ausgangsleistung erreicht noch existieren störungsfreie Räume.

Rechtliche Limitationen

Die rechtliche Beschränkungen sind je nach Einsatzgebiet unterschiedlich und werden in der Schweiz vom Bundesamt für Kommunikation vorgeschrieben.

2.4 GHz Frequenzband

Die Leistung der gesamten Anlage ist im 2.4 GHz Band auf maximal 100mW begrenzt. (“WLAN / RLAN” 2011)

5 GHz Frequenzband

Die Leistung der Anlage ist für das untere 5 GHz Frequenzband (5.15 - 5.35 GHz) ist auf maximal 100mW (200mW falls die Anlage TPC unterstützt) und für das obere 5 GHz Frequenzband (5.47 - 5.725 GHz) auf maximal 500mW (1000mW falls die Anlage TPC unterstützt) begrenzt. (“WLAN / RLAN” 2011)

Chapter 4

Konzept

Verminderung der Dämpfung

Um die Ausgangsleistung zu maximieren, muss die Dämpfung zwischen Sender und Antenne minimiert werden. Dies wird durch qualitativ hochwertige Steckverbinder und kurze Signalkabel sichergestellt.

Auf der Basisstation sind von der Antenne bis zum Sender nur 2 Meter Kabel verbaut. Das Gegenstück der Basisstation kommt hingegen mit nur 1 Meter Antennenkabel aus. Verwendet werden soll ein Kabel mit einer Dämpfung von maximal 1.2dB/m.

Erhöhung der Sendeleistung

Die maximal zulässige Sendeleistung von 20dBm wird nicht von allen WLAN-Karten unterstützt. Der Ubiquiti SuperRange Cardbus kann bei einer Übertragungsrate von 54Mbps immer noch mit einer Sendeleistung von 20dBm operieren. Unterhalb Übertragungsraten von 24Mbps sind sogar 24dBm möglich.

Richtstrahlantenne

Statt einen Rundstrahler zu verwenden, kann auch eine Richtung des Signals vorgenommen werden. Dazu werden typischerweise Richtstrahlantennen eingesetzt.

Neben der Yagi-Uda-Antenne, Wendelantenne und der Quadantenne gibt es auch Parabolantennen.

Yagi-Uda-Antennen erreichen eine Richtverstärkung von 3dBi bis 18dBi. Ähnlich stark sind auch Quadantennen sowie Wendelantennen. Parabolantennen erreichen hingegen Antennengewinne von 20dBi bis weit über 50dBi hinaus.

Die Signalausbreitung der verschiedenen Antennen unterscheiden sich sehr im Öffnungswinkel (Strahlbreite) der Hauptkeule, sowie der Ausbildung von Neben- und Rückkeulen.

Die verwendete Richstrahlantenne ist eine Yagi-Uda-Antenne mit einem Antennengewinn von 18dBi.

Die verwendete Parabolantenne hat einen Antennengewinn von ~ 30 dBi.

Da die Funkverbindung über eine Distanz von 8.5 Km mit der Yagi-Uda-Antenne instabil und langsam betreiben werden konnte, wurde eine Yagi-Uda-Antenne auf einem Parabol-Spiegel fixiert, um so eine improvisierte Parabolantenne zu erhalten.

Abschluss

Chapter 5

Umsetzung

Vorgehen und Messungen

verbesserte Antenne

Richtstrahlantenne

Parabolspiegel



Figure 5.1: Parabolantenne

Chapter 6

Review

Chapter 7

Fazit und Schlusswort

Appendix A

Appendix

Zeitpan

“WLAN / RLAN.” 2011. <http://www.bakom.admin.ch/themen/geraete/00568/01232/index.html?lang=de>.