

# Pflichtenheft zur Master-Thesis

Titel:

**Entwicklung eines Systems zur Entfernungsabschätzung für Phasen  
basiertes UHF RFID Tracking durch Verwendung evolutionärer  
Berechnungsverfahren**

Projektname:

**PRPS-Evo**

Erstellt durch

**Christoph Gnip**

Fachbereich Elektrotechnik und angewandte Naturwissenschaften  
Westfälische Hochschule

Mai 2013

## **Zusammenfassung**

Dieses Dokument beschreibt ausführlich die Aufgabenstellung der Masterarbeit von Christoph M. Gnip. Es ist in Form eines Pflichtenheftes aufgebaut, es existiert kein zugehöriges Lastenheft.

# **Inhaltsverzeichnis**

|          |                                 |          |
|----------|---------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Motivation</b>               | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Aufgabenstellung</b>         | <b>2</b> |
| 2.1      | Musskriterien . . . . .         | 3        |
| 2.2      | Sollkriterien . . . . .         | 3        |
| 2.3      | Wunschkriterien . . . . .       | 3        |
| 2.4      | Abgrenzungskriterien . . . . .  | 3        |
| <b>3</b> | <b>Umsetzung</b>                | <b>3</b> |
| 3.1      | Problembeschreibung . . . . .   | 3        |
| 3.2      | Genrelle Überlegungen . . . . . | 4        |
| <b>4</b> | <b>Systemkenndaten</b>          | <b>4</b> |
| 4.1      | Hardware . . . . .              | 4        |
| 4.2      | Software . . . . .              | 4        |
| <b>5</b> | <b>Werkzeuge und Umgebungen</b> | <b>4</b> |
| 5.1      | Quellcodeverwaltung . . . . .   | 4        |
| 5.2      | Programmierung . . . . .        | 4        |
| 5.3      | Dokumentation . . . . .         | 5        |
| <b>6</b> | <b>Projektplanung</b>           | <b>5</b> |
| 6.1      | Projektlaufplan . . . . .       | 5        |
| <b>A</b> | <b>Projektlaufplan</b>          | <b>7</b> |

# 1 Motivation

Die Positionsbestimmung (Tracking) mittels RFID (Radio-Frequency Identification) bietet gegenüber vergleichbaren Methoden (z.B. Ultraschall, Optisch) verschiedene Vorteile. Das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal ist, dass keine direkte Sichtlinie sog. LOS (Line of Sight) notwendig ist um ein Objekt zu lokalisieren. Der Grund dafür ist das zugrunde liegende Messprinzip. Insbesondere im Vergleich mit optischen Verfahren ist RFID damit überlegen. Weiterhin erlauben die als Positionsgeber verwendeten Tags zusätzliche Informationen auf ihnen abzulegen, beispielsweise eine Identifikationsnummer und Weiteres. Dadurch wächst das Anwendungsspektrum weiter. Das Auslesen von zusätzlichen Informationen ist in keiner der anderen Technologien möglich.

Das von dem Messsystem der Amedo GmbH verwendete Verfahren basiert auf der Messung der Phasenlage der Antwort eines Tags. Die Phasenlage ist direkt proportional zu einer Entfernung. Dabei kommt es aufgrund der Physik im wesentlichen zu folgenden Problemen:

1. Die Messung der Position erfolgt über die Auswertung der Phasenlage des empfangenen Signals in Bezug auf ein Referenzsignal. Da in der EU sind nur bestimmte Frequenzen für die Verwendung für RFID erlaubt (865,5–867,5 MHz) kann man die Wellenlänge mit:  $\lambda \simeq 0,35m$  angeben. Daraus folgt, dass alle 35 cm die gleiche Konfiguration der Phase vorliegt. In dieser Arbeit wird dieser Umstand Isophasen genannt. Die gewonnene Information aus der Phase ist somit redundant, d.h. es lässt sich durch die Kenntnis der Phase nicht unmittelbar auf die korrekte Position schließen. Man kann das Problem umgehen in dem man auf die errechnete Position ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge addiert. Die sog. Wellenzahl (vgl. (1)).
2. Das System der Amedo STS verwendet eine spezielle Antennenanordnung um die Position zu ermitteln. Dabei wird eine Antennenanzahl  $>4$  eingesetzt. Für jede dieser Antennen muss eine eigene Wellenzahl bestimmt werden. Durch Auslöschung des Signals, Absorption etc. kann es dazu kommen, dass eine Antenne eine unbestimmte Zeit lang kein Signal vom Tag empfängt. Wenn die Antenne nach dieser Zeit erneut ein Signal empfängt ist die ihr zugehörige Wellenzahl unbekannt und muss neu bestimmt werden.
3. In realen Umgebungen treten zusätzlich noch Reflexionen und ein sog. Multipath-Effekt auf. Dabei wird das Signal nicht auf dem Direkten Weg Antenne-Tag-Antenne empfangen sondern über einen unbekannten, längeren Weg. Dadurch kommt es zu einem Fehler in der Phase. Zusätzlich ist dieser Effekt individuell für jede Antenne.

Eine analytische Lösung des Problems ist schwierig und bisher nicht gelungen. In dieser Arbeit soll mittels numerischer Methoden und Modellen die beschriebenen Probleme zu gelöst werden.

# 2 Aufgabenstellung

Im Folgenden ist die Aufgabenstellung detailliert ausgeführt. Die Anforderungen der Arbeit sind in Muss-, Soll- und Wunschkriterien unterteilt. Entsprechend dieser Einteilung ergibt sich die Priorität der Aufgaben.

## 2.1 Musskriterien

Ziel dieser Arbeit ist es ein System zu entwerfen und umzusetzen, das die eingangs beschriebene Problematik, der unbekannten, nicht analytisch bestimmbar Wellenzahl löst. Dazu sollen evolutionäre Verfahren verwendet werden. Zu Beginn der Arbeit wird eine State of the Art-Erhebung durchgeführt, um die geeignetste Methode zu finden. In Vor

## 2.2 Sollkriterien

Die Vorarbeiten zu diesem Projekt lassen erwarten, dass die aktuell vorliegenden Messdaten nur bedingt für die Auswertung verwendet werden können. Sollte sich diese Annahme im Laufe der Arbeit bestätigen, sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, denkbar wären:

- Filterung der Daten
- Anpassung der Messdatenaufnahme

## 2.3 Wunschkriterien

Ein in der Bearbeitung impliziertes Problem betrifft die Kalibrierung des Systems. Es ist sehr erstrebenswert, dass die Ergebnisse dieser Arbeit auch einen Lösungsansatz zu dieser Problemstellung liefern. In Vorüberlegungen zu dieser Arbeit wurden Abschätzungen vorgenommen über die Realisierbarkeit der Aufgabe, dabei wurde auch ein Lösungsansatz mittels Neuronaler Netze diskutiert. Die Beurteilung dieses Ansatzes umfasst, dass es zur Zeit nicht praktikabel ist die entsprechend große Anzahl an Datensätzen zu generieren, der Ansatz generell vielversprechend ist. Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen der Kalibrierung ausreichend viele Daten anfallen, um ein Neuronales Netz zu trainieren. Wenn es in die Bearbeitungszeit der Arbeit passt, wird dieser Ansatz weiter verfolgt.

## 2.4 Abgrenzungskriterien

Algorithmen und Testanordnungen welche bereits entwickelt wurden sind einzusetzen und nicht neu zu erfinden. Es dürfen/ sollen alle bereits erbrachten Arbeitsergebnisse der Amedo STS genutzt werden und werden in dieser Masterarbeit mit entsprechender Quellenangabe verwendet werden.

# 3 Umsetzung

Dieses Kapitel beschreibt die beabsichtigte Herangehensweise des Autors an die ihm gestellte Aufgabenstellung. Aus den Beschreibungen geht hervor welche Schritte durchgeführt werden um das Projekt zu bearbeiten.

## 3.1 Problembeschreibung

Die Entfernungsmessung über die Phasenlage des Empfangenen Signals kann durch folgende Gleichung beschrieben werden:

$$d(\Theta) = \frac{\lambda}{2} \left( \frac{\Theta}{2\pi} + n \right) \quad , \lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1)$$

$d(\Theta)$  meint die Distanz von einem Tag für eine bekannte Phase  $\Theta$

## 3.2 Genrelle Überlegungen

# 4 Systemkenndaten

## 4.1 Hardware

Das Projekt verwendet das PRPS-System der Amedo STS. Es handelt sich dabei um ein System aus mehreren Antennen, die mehrere RFID-Tags ausmessen können. Die Messdatenaufnahme erfolgt durch einen leistungsstarken FPGA (Field Programmable Gate Array). In dem System steht ein PC mit dem Betriebssystem Ubuntu zur Verfügung. Nach der Vorverarbeitung durch den FPGA werden die Daten zu dem PC übertragen und dort die abschließende Positionsrechnung durchgeführt. Die Schnittstelle zum Endkunden/ andere Software erfolgt via TCP/IP und dem PRPS-Protokoll. Über das Protokoll kann die Hardware gesteuert werden. Weiterhin steht ein CNC-gesteuerter Lineartisch für die Messdatenaufnahme zur Verfügung.

## 4.2 Software

Für die Steuerung der Hardware wird das Tool AmedoPRPSHow eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine der Entwicklung dienende Software, die es ermöglicht über das PRPS-Protokoll das PRPS-System zu steuern, die Daten zu empfangen und zu visualisieren.

In den Vorgesprächen zu dieser Arbeit wurde die Softwareplattform: Shark entdeckt. Shark ist eine Library, die bereits viele evolutionäre Methoden beinhaltet. Im Rahmen dieser Arbeit soll sie verwendet werden, da sie die Referenzimplementierung für dem CMA-ES-Algorithmus ist. Weiterhin ist sie in C++ geschrieben und ermöglicht so eine einfache Portierung auf andere Plattformen.

Im Rahmen dieser Arbeit steht Matlab in der Version 2013b zur Verfügung. Der Einsatz von Matlab kann bei vielen Teilen der Arbeit als nützlich sein. Besonders bei einem voraussichtlichen Filterentwurf.

# 5 Werkzeuge und Umgebungen

## 5.1 Quellcodeverwaltung

In dieser Arbeit wird das Quelloffene Versionsverwaltungssystem Git verwendet. Das Repository wird auf den Servern des Web-dienst "GitHub.com" hinterlegt um einen Austausch zwischen den verschiedenen Umgebungen zu erleichtern. Dieses Repository stellt eine weitere Ausfallsicherheit dar, das Risiko eines Datenverlustes wird so erheblich reduziert. Gleichzeitig wird großen Wert auf die Sicherheit und Integrität der Daten gelegt. Wie im Folgenden genauer beschreiben.

## 5.2 Programmierung

Die Software, die in diesem Projekt erstellt wird, muss auf dem Linux-Rechner im PRPS lauffähig sein. Die Entwicklungsumgebung sollte aus Gründen der Einfachheit daher entweder die Möglichkeit zur Cross-Kompilierung bieten oder eine direkte Portierung der erstellten Programme ermöglichen. Am geeignetsten für diese Aufgabe stellt sich die IDE (Integrated Development Environment) Eclipse heraus. Es wird die Helios Version von Eclipse verwendet. Die Wahl des Betriebssystems fällt auf Ubuntu 12.04 LTS für die Programmierungsumgebung. Dabei wird die

Umgebung in einer Virtuellen Maschine unter der Verwendung von Oracle Virtual Box aufgesetzt. Dies ermöglicht eine einfache Portierung und Dokumentation, da die Gesamte Maschine einfach zwischen verschiedenen Rechnen und Betriebssystemen kopiert werden kann.

### 5.3 Dokumentation

Die Projektdokumentation wird in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X erstellt. Eine entsprechende Umgebung ist auf allen in dem Projekt verwendeten Rechner aufzusetzen.

Während des Projekts wird in auf wöchentlicher Basis ein Bericht angefertigt aus dem der aktuelle Projektstand hervorgeht. In dem Verteiler für die Wochenberichte befinden sich:

- Prof. Dr. Frank Bärmann
- Dipl. Ing. Volker Tröskén

Die Wochenberichte sind bis Mitte der Folgeweche zu erstellen.

Für die Erstellung der Quellcode Dokumentation wird Doxygen [1] verwendet.

## 6 Projektplanung

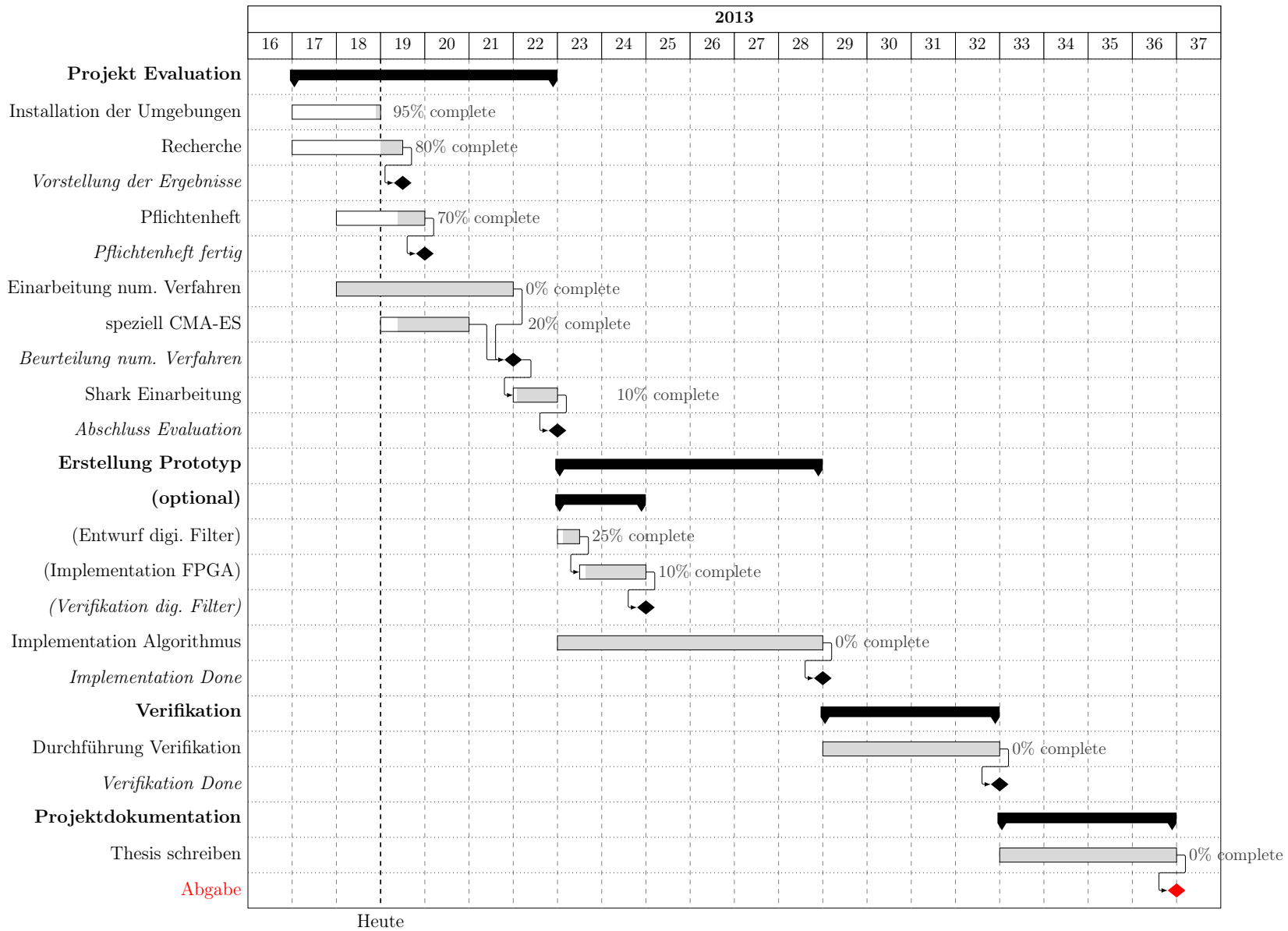
Die Dauer der Arbeit beträgt 20 Wochen. Start in der KW 17. Abgabe des Projekts ist am 9. September 2013. Eine Verlängerung um bis zu vier Wochen ist auf Antrag beim Prüfungsamt möglich.

### 6.1 Projektlaufplan

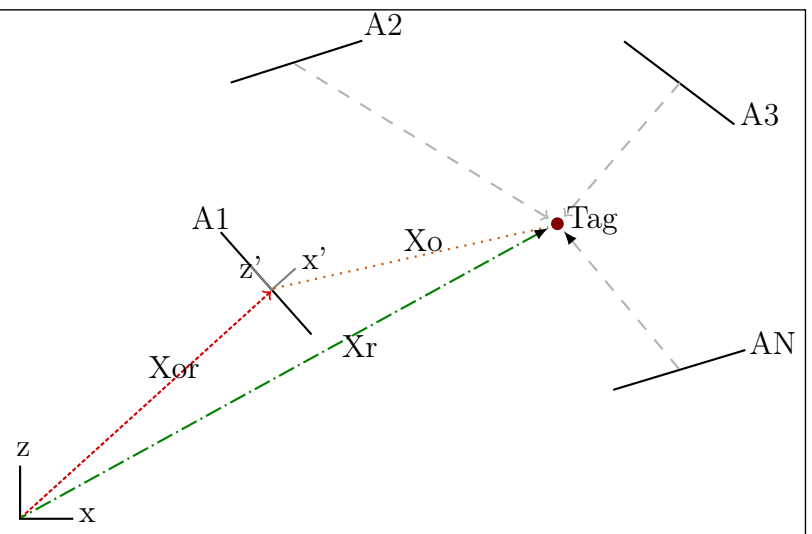
Eine erste Version des Projektlaufplans wird mit der Ausgabe des Pflichtenhefts gültig. Der Plan befindet sich im Anhang A. Der Projektlaufplan wird fortlaufend den Wochenberichte beigelegt um eine Übersicht über die Fortschritte zu ermöglichen.

# Anhänge

# A Projektlaufplan







## Literatur

- [1] D. van Heesch, “Doxygen — Sourcecode documentation System.” <http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/>. [Online, zuletzt geprüft am 7.5.2013].