

Hier steht der Titel der Diplom-/Studien-/Master-/ Bachelorarbeit

Diplomarbeit/Studienarbeit/Masterarbeit/Bachelorarbeit
von

Vorname Nachname

am Institut für Telematik
der Fakultät für Informatik

Erstgutachter:	Prof. Dr. ?. ??????????
Zweitgutachter:	Prof. Dr. ?. ??????????
Betreuender Mitarbeiter:	Dipl.-Inform. ?. ??????????

Bearbeitungszeit: ?? . Monat 20?? – ?? . Monat 20??

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht und die Satzung des KIT zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis in der jeweils gültigen Fassung beachtet habe.

Karlsruhe, den ?? . ?????? 201?

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung der Arbeit	2
1.2	Anforderungen an das Ortungssystem	2
1.3	Gliederung der Arbeit	2
2	Grundlagen	5
2.1	Abschnitt 1	5
2.2	Abschnitt 2	5
2.3	Verwandte Arbeiten	5
3	Analyse	7
3.1	Anforderungen	7
3.2	Existierende Lösungsansätze	7
3.3	Weiterer Abschnitt	7
3.4	Zusammenfassung	9
4	Entwurf	11
4.1	Abschnitt 1	11
4.2	Abschnitt 2	11
4.3	Zusammenfassung	13
5	Implementierung	15
5.1	Abschnitt 1	15
5.2	Abschnitt 2	15
6	Evaluierung	17
6.1	Abschnitt 1	17
6.2	Abschnitt 2	17
6.3	Zusammenfassung	17
7	Zusammenfassung und Ausblick	19
	Literaturverzeichnis	21

1. Einleitung

Während die Ortung im Außenbereich fest in der Hand von Satellitensystemen wie dem Global Positioning System (GPS) liegen, bietet die Ortung im Innenraum eine Vielzahl verschiedener Technologien. Neben Technologien wie Bluetooth, Radio Frequency Identification (RFID) und Ultra Wide Band (UWB) weckt WLAN wegen seiner großen Verbreitung immer wieder Interesse in Forschung und Industrie.

So hat die Ortung mittels WLAN gerade im medizinischen Bereich durch kommerzielle Lösungen Verbreitung gefunden, Probleme finden sich aber bei Ortungsgenauigkeit gegenüber anderen Techniken [LDBL07] und dem vergleichsweise hohen Energieverbrauch des Protokolls [cite benötigt]. Während viele wissenschaftliche Arbeiten sich der Ortungsgenauigkeit widmen, ist für den alltäglichen Einsatz die Batterielaufzeit der mobilen Einheiten hinderlich, wenn nicht gerade Smartphones als mobile Einheiten in Frage kommen.

Auch im Tunnelbau ist eine Ortung von Mitarbeitern und Besuchern von Nöten um in Notfällen bestimmen zu können, ob und wie viele Personen sich im Gefahrenbereich befinden, dies beeinflusst die Arbeit der Rettungskräfte. Das veränderliche Umfeld der Baustelle, auf der große Stahl- und Betonelemente bewegt werden, stellt dabei die genaue Ortung mittels Radiowellen vor große Probleme und es wird nur Bereichsortung durchgeführt, bei der jede Tunnelröhre in mehrere hundert Meter große Abschnitte aufgeteilt wird und der Wechsel der Mitarbeiter zwischen den Abschnitten beobachtet wird. Dies stellt zwar nur eine geringe Auflösung dar, erlaubt es aber bei Bränden zu erkennen welche Personen sich durch die Abschnitte Richtung Ausgang bewegen und welche in ihrem Abschnitt verharren, sie sind vermutlich entweder bewegungsunfähig oder eingeschlossen. Die geringe Auflösung hat zudem Vorteile bezüglich des Datenschutzes, da sie verhindert, dass die Arbeiter mit Bewegungsprofilen analysiert werden und zum Beispiel geprüft wird wer sich wie lange im Pausenraum aufhält. Die Ortung wird derzeit bei einem Referenzunternehmen mittels Bluetooth durchgeführt, dabei sind die Knoten eigenständige Bluetooth Access Points, die mit dem Ethernet Backbone verbunden sind, als mobile Einheiten kommen sowohl batteriebetriebene Tags als auch Smartphones zum Einsatz. Das zentrale Sicherheitssystem fragt die gesehenen mobilen Einheiten bei den Knoten an und bereitet die Ergebnisse graphisch auf.

1.1 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit soll die Implementierung eines Bereichsortungssystems unter der Annahme einer bestehenden Struktur von WLAN Access Points (APs) sein. Diese Arbeit grenzt sich von vorherigen Arbeiten dadurch ab, dass die Laufzeit beziehungsweise der Energieverbrauch der mobilen Einheiten im Vordergrund steht. Statt der nur wenige Tage umfassenden Laufzeiten anderer WLAN basierter Tags ist das Ziel dieser Arbeit eine Laufzeit von mehreren Monaten.

In einem ersten Schritt können keine Änderungen an den Access Points vorgenommen werden, ihre Anzahl, Position, Software und Hardware ist gegeben. Anschließend wird diese Beschränkung gelockert und die Software der APs kann verändert werden, bei diesen Veränderungen sollen aber die grundlegenden Mechanismen der 802.11 Spezifikation erhalten bleiben. So soll es nicht assoziierten Clients nicht möglich sein direkt mit Servern im Netzwerk zu kommunizieren, da dies die Sicherheit des gesamten Netzwerks gefährden könnte. In einer zweiten Lockerung der Beschränkungen soll auch die Hardware veränderbar sein, dies widerspricht zwar der Annahme der bestehenden Struktur von WLAN APs, da diese potenziell ausgetauscht werden müssten, erweitert den Handlungsspielraum jedoch enorm und erlaubt es die vorherigen Implementierungen mit einer energetisch effizienten zu vergleichen. Für jeden dieser Schritte müssen die angrenzenden Komponenten, Ortungsserver und mobile Einheiten, implementiert und miteinander verglichen werden.

1.2 Anforderungen an das Ortungssystem

Da es sich um ein Bereichsortungssystem handeln soll werden keine direkten Anforderungen an die Genauigkeit der Ortung gestellt, jedoch soll ein klarer Wechsel zwischen zwei Bereichen, und damit zwei Access Points, zuverlässig erkannt werden. Bei den von den Zielpersonen getragenen Positionssendern, den sogenannten Tags, soll es in den ersten beiden Schritten um Geräte handeln, die auf WLAN Basis arbeiten und somit mit den Access Points kompatibel sind. Im dritten Schritt ist dies nicht erforderlich und die Kompatibilität wird durch technische Änderungen am AP wiederhergestellt. Die Tags sollen eine Laufzeit von bis zu 3 Jahren erreichen, sie müssen jedoch mindestens eine Laufzeit von 6 Monaten aufweisen um als verwendbar angesehen zu werden. Dabei sind Größe und Gewicht der Lösung zu beachten, zwar kann die Laufzeit eines Tags jederzeit durch die Vergrößerung des Energiespeichers herbeigeführt werden, die Tags müssen jedoch mühelos von den Zielpersonen an einem Band um den Hals getragen werden können. Zuletzt soll unter Rücksichtnahme auf das beschriebene Szenario die Komplexität der IT-Infrastruktur so gering wie möglich gehalten werden um ein stabiles und kostengünstiges System zu garantieren.

1.3 Gliederung der Arbeit

Im folgenden Kapitel 2 sollen zunächst einige wissenschaftliche und kommerzielle Lösungen zur Ortung in Innenräumen diskutiert werden. Anschließend soll in Kapitel 3 die Spezifikation 802.11, auch WLAN genannt, in einem für diese Arbeit notwendigem Maße erörtert werden. Dort werden auch die für das Ortungssystem nötigen Teile der Bluetooth 4.0 (Low Energy) Spezifikation erklärt. In Kapitel 4 wird

eine Übersicht über die Hardware der Bluetooth und WLAN Tags und deren Programmiermöglichkeiten gegeben. Im Anschluss wird in Kapitel 5 der Entwurfsraum im Rahmen einer theoretischen Betrachtung abgesteckt. Die nachfolgenden Kapitel 6 und 7 widmen sich der Methodik und Ausführung von Experimenten bezüglich Energieverbrauch und Reichweite der Tags. Die Implementierung der Ortungsserver und die Schnittstellen zu Access Points und Sicherheitssystem werden in Kapitel 8 beschrieben. Zum Schluss folgt ein Fazit, welches die Ergebnisse zusammenfasst und die evaluierten Lösungsansätze abschließend vergleicht.

2. Grundlagen

Die Grundlagen müssen soweit beschrieben werden, dass ein Leser das Problem und die Problemlösung versteht. Um nicht zuviel zu beschreiben, kann man das auch erst gegen Ende der Arbeit schreiben.

Bla fasel. . .

2.1 Abschnitt 1

Bla fasel. . .

2.2 Abschnitt 2

Bla fasel. . .

2.3 Verwandte Arbeiten

Hier kommt „Related Work“ rein. Eine Literaturrecherche sollte so vollständig wie möglich sein, relevante Ansätze müssen beschrieben werden und es sollte deutlich gemacht werden, wo diese Ansätze Defizite aufweisen oder nicht anwendbar sind, z. B. weil sie von anderen Umgebungen oder Voraussetzungen ausgehen.

Bla fasel. . .

3. Analyse

In diesem Kapitel sollten zunächst das zu lösende Problem sowie die Anforderungen und die Randbedingungen einer Lösung beschrieben werden (also nochmal eine präzisierte Aufgabenstellung).

Dann folgt üblicherweise ein Überblick über bereits existierende Lösungen bzw. Ansätze, die meistens andere Voraussetzungen bzw. Randbedingungen annehmen.

Bla fasel...

3.1 Anforderungen

Anforderungen und Randbedingungen ...

3.2 Existierende Lösungsansätze

Hier kommt eine ausführliche Diskussion von „Related Work“.

Bla fasel...

3.3 Weiterer Abschnitt

Bla fasel. . . hat auch schon [Sten⁺98] gesagt und [SWDK⁺98, BlSt96, CNRS98] sollte man mal gelesen haben. Abbildung 3.1 auf S. 8 sollte man sich mal anschauen.

[illegible]

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

Abbildungen sollten möglichst als EPS (Encapsulated Postscript) bzw. PDF eingebunden werden. Zur Erzeugung sauberer EPS-Dateien empfiehlt sich das Tool **ps2eps** zur Nachbearbeitung von Postscript-Dateien. Mit **epstopdf** kann dann eine PDF-Datei zum Einbinden erzeugt werden.

Abbildung 3.1: Testabbildung

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
 Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

[illegible]

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.

4. Entwurf

In diesem Kapitel erfolgt die ausführliche Beschreibung des eigenen Lösungsansatzes. Dabei sollten Lösungsalternativen diskutiert und Entwurfsentscheidungen dargelegt werden.

Bla fasel. . .

4.1 Abschnitt 1

Bla fasel. . .

4.2 Abschnitt 2

Bla fasel. . .

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext

[illegible]

Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext Blindtext
Blindtext Blindtext Blindtext

4.3 Zusammenfassung

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.

5. Implementierung

Bla fasel...

5.1 Abschnitt 1

Bla fasel...

5.2 Abschnitt 2

Bla fasel...

6. Evaluierung

Hier kommt der Nachweis, dass das in Kapitel 4 entworfene Konzept auch funktioniert. Leistungsmessungen einer Implementierung werden auch immer gerne gesehen.

Bla fasel...

6.1 Abschnitt 1

Bla fasel...

6.2 Abschnitt 2

Bla fasel...

6.3 Zusammenfassung

Am Ende sollten ggf. die wichtigsten Ergebnisse nochmal in *einem* kurzen Absatz zusammengefasst werden.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Bla fasel...

(Keine Untergliederung mehr!)

Literaturverzeichnis

- [ANSSY13] H. Abdel-Nasser, R. Samir, I. Sabek und M. Youssef. MonoPHY: Mono-stream-based device-free WLAN localization via physical layer information. In *Wireless communications and networking conference (WCNC), 2013 IEEE*. IEEE, 2013, S. 4546–4551.
- [Auto93] Autor. Titel. *Journaltitel* Nummer des Jahrgangs(Nummer der Ausgabe), Dezember 1993, S. Seitenzahlen.
- [Auto94] Autor. Titel. In *Buchtitel*. Verlag, 1994.
- [BlSt96] G. Blakowski und R. Steinmetz. A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies. *IEEE Journal on Selected Areas in Communication* 14(1), Januar 1996, S. 5–35.
- [ChLu07] Y. Chen und R. Luo. Design and implementation of a wifi-based local locating system. In *Portable Information Devices, 2007. PORTA-BLE07. IEEE International Conference on*. IEEE, 2007, S. 1–5.
- [CNRS98] E. Crawley, R. Nair, B. Rajagopalan und H. Sandick. A Framework for QoS-based Routing in the Internet. RFC 2386 (Informational), August 1998.
- [Foru96] T. A. Forum (Hrsg.). ATM Service Categories: The Benefits to the User. White Paper, The European Market Awareness Committee, Mai 1996.
- [Freu15] J. Freudiger. How talkative is your mobile device?: an experimental study of Wi-Fi probe requests. In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Security & Privacy in Wireless and Mobile Networks*. ACM, 2015, S. 8.
- [Göde57] K. Gödel. *Titel*. Verlag. 1957.
- [HCCB94] D. Hutchison, G. Coulson, A. Campbell und G. S. Blair. *Quality of Service Management in Distributed Systems*, Kapitel 11, S. 273–302. Addison Wesley. Editor: Morris Sloman, 1994.
- [HoSo07] A. M. Hossain und W.-S. Soh. A comprehensive study of bluetooth signal parameters for localization. In *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2007. PIMRC 2007. IEEE 18th International Symposium on*. IEEE, 2007, S. 1–5.

- [LDBL07] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee und J. Liu. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* 37(6), 2007, S. 1067–1080.
- [LGLD⁺11] G. Lui, T. Gallagher, B. Li, A. G. Dempster und C. Rizos. Differences in RSSI readings made by different Wi-Fi chipsets: A limitation of WLAN localization. In *Localization and GNSS (ICL-GNSS), 2011 International Conference on*. IEEE, 2011, S. 53–57.
- [McSp95] D. E. McDysan und D. L. Spohn. *ATM: Theory and Application*. McGraw-Hill, New York. 1995.
- [MiSA03] A. Mishra, M. Shin und W. Arbaugh. An empirical analysis of the IEEE 802.11 MAC layer handoff process. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* 33(2), 2003, S. 93–102.
- [NLLP04] L. M. Ni, Y. Liu, Y. C. Lau und A. P. Patil. LANDMARC: indoor location sensing using active RFID. *Wireless networks* 10(6), 2004, S. 701–710.
- [SkJa09] M. J. Skibniewski und W.-S. Jang. Simulation of Accuracy Performance for Wireless Sensor-Based Construction Asset Tracking. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 24(5), 2009, S. 335–345.
- [Sten⁺98] F. Stenz und andere. *Technische Beschreibung für System 0815*, 1998.
- [StWD85] F. Stenz, W. Weich und D. Drollig (Hrsg.). *About Time*, 1985.
- [SWDK⁺98] F. Stenz, W. Weich, D. Drollig, K. Klein und G. Ganz. *Technische Beschreibung für System 4711*, 1998.
- [vBee12] L. van Beethoven. *Titel*. Verlag. 1812.
- [WiKP09] S. B. Wibowo, M. Klepal und D. Pesch. Time of flight ranging using off-the-self ieee802. 11 wifi tags. In *Proceedings of the International Conference on Positioning and Context-Awareness (PoCA'09)*, 2009.