

Machbarkeitsstudie

RFID markierte Einzelexemplare

Pascal Baumann, Dane Wicki

Betreuer: Martin Jud

Hochschule Luzern - Departement Informatik
22. Mai 2019

Inhalt des Dokument

In dieser Machbarkeitsstudie werden zu Beginn die Erkenntnisse aus dem gesamten Dokument aufgezeigt, mit der Empfehlung, dass das Projekt durchgeführt werden soll. Anschliessend wird beschrieben, wie das Projekt aufgebaut ist und wo die Kompetenzen liegen. Weiter werden die Beteiligten Parteien erwähnt sowie potenzielle Lieferanten für die RFID HF Hardwareausrüstung identifiziert. Anschliessend folgt die Beschreibung des Umfeldes des Projektes, bei welchem näher auf das physische Umfeld der kooperativen Speicherbibliothek eingegangen wird, wie auch auf eine genaue Beschreibung des Problems. Darauf folgt eine Bestandsaufnahme, welche Konkurrenz, des mit diesem Projekt zu entwickelnde Produkt, bereits vorhanden ist, sowie der Anschaffungsplan für die Materialien und eine kurze Analyse zur Verfügbarkeit der Arbeitskräfte. Weiter werden die technischen Charakteristiken analysiert, welche mit diesem Projekt umgesetzt werden sollen, bei welchen genauer beschrieben wird, welche Hardware zu verwenden ist und wie diese zu positionieren ist. Zudem werden die Vorteile und Gründe aufgelistet für die Verwendung der beschriebenen Teile. In diesem Abschnitt findet sich auch die detaillierte Auflistung für die Kosten der Hardware, sowie der Kosten für weitere Anpassungen. Es folgt eine Auflistung der kritischen Punkte des Entwicklungsplanes, bei welchem jeder Punkt näher erläutert wird. Nach dem Entwicklungsplan wird auf die Kapitalvoraussetzungen und die Investition eingegangen und anschliessend auf die Betriebskosten. Zum Schluss wird analysiert, ob das Projekt wirtschaftlich machbar ist.

Management Summary

Diese Machbarkeitsstudie wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit der Hochschule Luzern für die Kooperative Speicherbibliothek Schweiz entwickelt. Dabei wurden für die Lösung eines Problems zwei unterschiedliche Konzepte entwickelt, von welchen das technisch Realisierbare für diese Machbarkeitsstudie selektiert wurde. Dieses Konzept löst das Problem, dass ein Exemplar, welche in Behältern im Hochregallager eingelagert werden, in einen falschen Behälter einsortiert wird.

In dieser Machbarkeitsstudie wurden die Entscheidungen, welche im Konzept getroffen wurden, auf deren Wirtschaftlichkeit sowie der technologischen Umsetzungsmöglichkeit überprüft. So wurde festgehalten, dass es technisch nicht möglich ist 100% aller mit RFID-Tags ausgerüsteten Exemplare zu erkennen. Dies ist der Fall, sobald die Tags zu nahe aufeinander liegen.

Bei der wirtschaftlichen Überprüfung konnte festgestellt werden, dass es keinen Gesamt-lösungsanbieter gibt, welcher dieses Problem bei dieser Tag-dichte lösen kann. Es konnte zudem ermittelt werden, dass die Umsetzung des Konzeptes in einem Projekt circa 20'000 Franken kostet. Das Wirtschaftlich grösste Risiko konnte bei Stöcklin identifiziert werden, da diese eine unabhängige, weitere Partei darstellt, welche das momentan verwendete Lagerverwaltungssystem liefert. Diese Machbarkeitsstudie kommt zum Ergebnis, dass eine Umsetzung das Risiko genug stark minimieren kann, sodass mit der Umsetzung der potenzielle wirtschaftliche Schaden die Umsetzungskosten von ca. 20'000 Franken eingespart werden können.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse	1
2	Beschreibung des Projektes	2
2.1	Natur des Projektes	2
2.2	Beteiligte Parteien im Umfeld des Projektes	2
2.3	Struktur des Projektes	2
2.4	Zielgruppe und Konkurrenten	2
2.5	Lieferanten	3
2.6	Material- und Mitarbeiterkosten	4
3	Allgemeines Umfeld und Bedürfnis für das Projekt	5
3.1	Physikalisches, Ökonomisches und Soziales Umfeld	5
3.2	Regionale, Nationale und Internationale Relevanz zum Projekt	6
3.3	Relevante Regierungsvorschriften und Anreize	6
3.4	Beschreibung des Problems	6
3.5	Effekt auf betroffene Parteien	6
3.6	Verhinderer des Projektes	7
4	Marktpotential für Güter und Dienste welche im Laufe des Projekts entwickelt werden	8
5	Materialvoraussetzung und Anschaffungsplan	9
5.1	Anschaffungsplan	9
6	Verfügbarkeit der Arbeitskraft	10
7	Technische Charakteristiken und Spezifikationen	11
7.1	Allgemeines Design und technische Voraussetzungen	11
7.1.1	Technische Limitationen High Frequency RFID	11
7.1.2	Hardware	11
7.2	Vergleich der vorgeschlagenen Lösung und der existierenden Situation	12
7.3	Vorteile und deren Gründe der vorgeschlagenen Lösung	13
7.4	Vorgeschlagene Zulieferungsquellen	13
7.5	Geschätzte Kosten und Quellen für die Basis dieser Schätzungen	14
7.5.1	Hardware	14

7.5.2	Software	15
8	Entwicklungsplan	16
8.1	Kritische Punkte in der Entwicklung	16
8.1.1	Initialisierung	16
8.1.2	Ausarbeitung Konzept	16
8.1.3	Entwicklung und Implementierung	16
8.1.4	Test und Abnahme	16
8.2	Kontrollprozesse für die Entwicklung	17
9	Kapitalvoraussetzungen und Investitionsplan	18
10	Geschätzte Betriebskosten und Ertrag	19
11	Wirtschaftliche Machbarkeit des Projekts	20
11.1	Grösste Kosten und Risiken	20
A	Konzept	
B	Versuche	

1. Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse

Bedingt durch die niedrigen Initialkostenaufwand, sowie den eher geringen Betriebskosten würde eine Umsetzung dieses Projektes einen Mehrwert bringen. Durch die Umsetzung des Projektes kann verhindert werden, dass Kosten für eine manuelle Suche anfallen, sowie dass ein Reputationsschaden entsteht, welcher bis zum Abgang einer Bibliothek führen kann.

Technisch ist das Projekt mit folgenden Limitationen bezüglich der Lesbarkeit der Tags realisierbar:

- Nicht lesbar bei dünnen Exemplaren (Dicke < 3cm)
- Keine Unterstützung von aufeinandergestapelten Exemplaren

Die Erkenntnisse dieser Machbarkeitsstudie führen zum Schluss, dass dieses Projekt trotz der technischen Limitationen durchzuführen ist. Weiter ist es wichtig, dass bereits früh die RFID HF Hardware von Feig Electronic bestellt wird, sowie dass bei Beginn der Arbeit die Zusammenarbeit mit Stöcklin bezüglich des eingesetzten Lagerverwaltungssystems aktiv gesucht wird.

2. Beschreibung des Projektes

2.1. Natur des Projektes

Im Rahmen des Projektes soll ein neuer automatischer Arbeitsprozess erstellt werden, welcher sicherstellt, dass mit RFID ausgerüstete Exemplare nicht in einen falschen Behälter platziert werden können. Dieser Arbeitsprozess soll sich in die bestehenden Arbeitsprozesse zur Einlagerung von Exemplaren im Hochregallager der Kooperativen Speicherbibliothek Schweiz (fortan Speicherbibliothek genannt) in Büren vollständig integrieren. Dazu soll eine Applikation erstellt werden, welche im Zusammenspiel mit RFID Lesehardware sowie des im Einsatz befindlichen Lagerverwaltungssystems automatisch, im Falle eines deplatzierten Exemplars, den Behälter ausschleust. Das Projekt soll im Rahmen einer Bachelor- oder Wirtschaftsarbeit entwickelt werden.

2.2. Beteiligte Parteien im Umfeld des Projektes

Am Projekt sind verschiedene Parteien beteiligt, welche unterschiedliche Auswirkungen sowie Einflüsse auf das Projekt nehmen können. Es handelt sich primär um folgende Parteien:

- Hochschule
- Kooperative Speicherbibliothek Schweiz
- Stöcklin (Hersteller des Lagerverwaltungssystems)
- Gesetzgeber

2.3. Struktur des Projektes

Das Projekt wird durch Studenten des Fachbereiches Informatik in aktiver Zusammenarbeit mit der Speicherbibliothek durchgeführt. Während dieser Durchführung liegt die Entscheidungsgewalt bei den Studenten. Mit Fertigstellung des Projektes wird das Produkt der Speicherbibliothek übergeben. Diese übernimmt anschliessend die Entscheidungsgewalt wie auch die Verantwortung der Wartung sowie Weiterentwicklung des Produktes.

2.4. Zielgruppe und Konkurrenten

Die Zielgruppe ist jede Unternehmung, welche sich zum Ziel gesetzt hat, mehrere mit RFID ausgestattete Objekte indexiert in einem Behälter zu lagern und das manuelle Deplatzen

eines Objektes in ein falsches Behältnis zu verhindern. Dazu gehörten Unternehmen mit einem Hochregallager, in welchem sie Exemplare wie zum Beispiel Bücher oder Ordner in Behältnissen lagern und dabei erfassen, welche Exemplare in welchen Behältern gelagert sind.

Es bestehen momentan keine direkten Konkurrenzprodukte, welche verschiedene Exemplare in einem Behältnis auffinden können. Ansatzweise existieren jedoch bereits Produkte, welche Behälter oder Paletten mittels RFID identifizieren und so in einem Lager ein automatisches Checkout/in umsetzen können. Jedoch sind diese Produkte noch nicht so ausgelegt, dass diese viele kleinere Objekte innerhalb eines solchen Behältnisses identifizieren können.

2.5. Lieferanten

Als Lieferanten von RFID Reader Hardware konnten folgende Hersteller ermittelt werden:

- RFID Inc *
- Indentiv *
- ThingMagic *
- Hyientech
- Feig
- Siemens

Alle Hersteller bieten Produkte, welche RFID HF Tags lesen können an. Es konnte jedoch nicht von allen Herstellern Angaben gefunden werden, über welche Distanz deren Produkte Tags lesen können. Daher empfiehlt es sich, nur Produkte von den folgenden Herstellern zu verwenden, da bei diesen die benötigten Angaben zur Reichweite ermittelt werden konnten:

- Hyientech
- Feig
- Siemens

Für die Lieferung der Montagehalterung wurde der Hersteller item Industrietechnik ermittelt. Das Lagerverwaltungssystem sowie die dazugehörige Hardware wird von Stöcklin geliefert. Daher muss im Rahmen dieses Projektes auch mit diesem Lieferanten eine Zusammenarbeit gesucht werden.

* Reichweiten der Produkte nicht bekannt

2.6. Material- und Mitarbeiterkosten

Kosten für das Material belaufen sich auf 3'582 Franken. Die genaue Zusammensetzung kann in Kapitel 7.5.1 nachgelesen werden.

Die Mitarbeiterkosten belaufen sich auf ca. 6'500 Franken. Diese setzt sich zusammen aus dem Kostenbeitrag von 1'000 Franken, welcher an die Hochschule pro Student zu entrichten ist, sowie der Arbeitszeit von circa eineinhalb Woche (ca. 5'500 Franken), welche in der Speicherbibliothek entsteht. Diese Arbeitszeit beinhaltet, den Austausch der Speicherbibliothek mit den Studierenden (ca. 8h Meetings während des Projektes sowie 8h Zusatzaufwand wegen den Meetings) sowie die Einführung des Prozesses (Schulung aller Mitarbeiter und Einrichtung der Arbeitsplätze ca. 1 Woche Gesamtzeit).

3. Allgemeines Umfeld und Bedürfnis für das Projekt

In der Speicherbibliothek werden Exemplare der beteiligten Bibliotheken eingelagert. Das heisst, es wird gereinigt und inventarisiert eingelagert. Bibliotheksbenutzer können Exemplare im Bibliothekskatalog per Kurier in die jeweilige Bibliothek bestellen oder eine Digitale Kopie anfordern. Diese Digitale Kopie wird jedoch aus urheberrechtlichen Gründen wieder gelöscht, sollte also ein weiterer digitaler Auszug desselben Exemplar wieder angefordert werden, muss die gesamte Prozedur des Scanens wiederholt werden.

Sowohl die beteiligten Bibliotheken, wie auch die Bibliotheksbenutzer sind daher an einer zeitgerechten Lieferung interessiert. Dies bedeutet für die Speicherbibliothek, dass alle Prozesse und Abläufe effizient und zuverlässig ablaufen müssen.

3.1. Physikalisches, Ökonomisches und Soziales Umfeld

Die Speicherbibliothek befindet sich in Büron in Luzern. Sie ist gebaut auf dem Wies- und Ackerland der Grabmatte. Gesichert wird insbesondere das Hochlager durch Betonpfiler, welche in den Boden getrieben sind, um das Gebäude zu stabilisieren. Der Boden ist flach aber Grundmass (Bundesamt für Landwirtschaft, 2019).

Das Hochregallager hat die Dimensionen 70m x 20m x 15m, und, um die besten Lagerbedingungen für die Bücher herzustellen, eine Temperatur von 18°Celsius ($\pm 2^\circ$ Veränderung während 48 Stunden) und eine relative Luftfeuchtigkeit von 45% ($\pm 5\%$). Als Brandschutzmassnahme wird der Sauerstoffgehalt im Lager von den normalen 21% Luftsauerstoff durch Injektion von Stickstoff auf 13.5% Reduziert. Dies verhindert die Entstehung von Bränden. Die Bewirtschaftung des Lagers wird vollautomatisch durch Roboter bewerkstelligt.

Die Speicherbibliothek wurde durch eine eigens dafür gegründete Aktiengesellschaft aufgebaut. Der Kanton Luzern stellte dafür ein Grundstück in Büron als Sacheinlage, einen Anteil von vier Millionen Franken für Einlagen in die Aktiengesellschaft und 24.8 Millionen Franken Beiträge in den Verein, welcher für den Betrieb zuständig ist. Der Kantonsrat stimmte dieser Vorlage im Februar 2013 zu. Das Stimmvolk Luzern stimmte im September 2013 über den Sonderkredit ab (Kanton Luzern, 2013).

Der Betrieb der Bibliothek wird durch den Verein Kooperative Speicherbibliothek Schweiz getragen, welchem alle beteiligten Bibliotheken als Mitglieder beitreten und nach Platznutzung Beträge zahlen. Der Verein mietet das Gebäude von der Aktiengesellschaft und bietet die Dienstleistungen wie Bestellungsabwicklung und Rückgaben für die Mitglieder an. Beide, der Verein wie auch die Aktiengesellschaft, sind nicht gewinnorientierte Unternehmen.

3.2. Regionale, Nationale und Internationale Relevanz zum Projekt

Es existieren keine Fertiglösungen oder Referenzprojekte welche die gleiche Problemstellung bewältigen. Daher besitzt dieses Projekt ein gewisses Neuerungspotential. Die Effekte sind jedoch lokal beschränkt und haben daher nur geringe Relevanz.

3.3. Relevante Regierungsvorschriften und Anreize

Da RFID im Funkspektrum agiert, bestehen regulatorische Vorschriften bezüglich der Sendestärke. So darf in der Schweiz auf dem 13.56MHz Frequenzband für Nahbereichsanwendung die Sendestärke auf zehn Metern maximal 60 dB μ A betragen.

Auf der Seite der Applikationsentwicklung schreibt der Gesetzgeber keine Massnahmen vor. Der Datenschutz greift erst, wenn personenbezogene Daten betroffen sind. Da im Projekt mit Inventardaten gearbeitet wird, greift dieser nicht.

Nach eigener Recherche konnten keine relevanten finanzielle Anreize für unser Projekt weder auf kantonaler Ebene noch auf Bundesebene identifiziert werden.

3.4. Beschreibung des Problems

In der Speicherbibliothek in Büron, Luzern ist ein Behälter-Hochregallager erbaut worden. In diesem Hochregallager werden in bis zu 110'000 Behältern verschiedene Exemplare (welche viele mit RFID Tags ausgestattet sind) gelagert. Die Behälter werden manuell von Menschen befüllt und anschliessend wird der Behälter voll autonom an einen Lagerplatz gefahren. Zeitweise können auch gewisse Exemplare wieder aus den Behältern entnommen werden um diese zu Lesen, Scannen oder einer der teilnehmenden Bibliotheken zurückzusenden. Während dem Vorgang des Lagerns und Entnehmens der Exemplare werden weiterhin Menschen für das Befüllen/Entleeren der Behälter verwendet. Dies birgt die Gefahr, dass eine Person aus Versehen ein Exemplar in einen falschen Behälter legt. Und so das Exemplar nur sehr umständlich wiedergefunden werden kann (Hochschule Luzern, 2019).

Um diesen Umstand zu Verhindern oder den Prozess des Wiederfindens zu beschleunigen, soll in diesem Projekt abgeklärt werden, was für Lösungsansätze existieren und wie machbar diese sind.

3.5. Effekt auf betroffene Parteien

Die Mitglieder der Bibliotheken können weiterhin den hohen Qualitätsstandard der Speicherbibliothek geniessen. Die Mitarbeiter können sich auf ihre Kernarbeiten konzentrieren.

3.6. Verhinderer des Projektes

Die Entwicklerfirma des Lagerverwaltungssystems könnte unter Umständen die Einbindung der Scanstation ablehnen. Da die Bindung zu der Entwicklerfirma jedoch sehr stark ist, kann ein Wechsel dieser nur schwer umgesetzt werden.

4. Marktpotential für Güter und Dienste welche im Laufe des Projekts entwickelt werden

Gemäss unserer Recherchen gibt es noch keine Lösung auf dem Markt, die RFID markierte Exemplare automatisch den zugehörigen Behältern zuweist und ein Abgleich mit dem Lagerverwaltungssystem vornimmt. High Frequency RFID Tags werden vor allem im Bibliotheksumfeld eingesetzt, potentielle Kunden wären daher Bibliotheken und deren Aussenlager, die mit ähnlichen Systemen arbeiten. Niederer identifiziert nur die British Library mit ihren 'additional storage buildings', welche mit einem sauerstoffarmen, vollautomatisierten Lagersystem ausgerüstet sind. Weiter wird das System von ihm als zukunftsweisend identifiziert. Es ist also anzunehmen, dass die Anzahl solcher Systeme, und somit die Anzahl potenzieller Interessenten, zunehmend ist.

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none">• Automatisierte Auffindung• Automatisiertes Ausschleusen	<ul style="list-style-type: none">• Nicht hundertprozentige Auffindungsrate
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none">• Neue Lösung• Keine Konkurrenz	<ul style="list-style-type: none">• Neuheit der Lösung, somit anzunehmende Fehler

5. Materialvoraussetzung und Anschaffungsplan

Da die Länge eines Behälters nie mehr als 60cm beträgt, ist eine Lesedistanz von 65cm oder höher ausreichend. In den Versuchen wurde herausgefunden, dass die Tags einen Mindestabstand von 3cm zueinander besitzen müssen, ansonsten schlägt das Auslesen fehl.

Weiter wurde herausgefunden, dass sowohl Stahlblech und Aluminium das Auslesen beeinträchtigen oder verhindern, jedoch nur wenn sie sich zwischen Leseantenne und Tag befinden. Eine Halterung kann also gut aus diesen Materialien gefertigt werden. Aus Kostengründen wird Aluminium empfohlen. Die Halterungen müssen das Gewicht (ca. 2.5kg) der Antennen halten. Überschlagsrechnungen haben ergeben, dass dafür ein Profil aus Aluminium gebraucht werden kann.

5.1. Anschaffungsplan

Bei der RFID Lösung wurde zugunsten von Feig Electronics entschieden, da diese sehr gute Hardware zu einem vernünftigen Preis liefern, wie auch, dass direkt auf dem Leser ein embedded Linux zur Verfügung gestellt wird, wodurch die externe Steuerung des Lesers wegfällt (siehe Kapitel 7.4).

Auf Rat eines Experten, der item Industrietechnik empfahl, wurde entschieden diese für die Lieferung der Montagehalterung auszuwählen, da diese Fertigprofile mit den gewünschten Materialeigenschaften liefern.

Material	Lieferant	Lieferzeit
RFID Hardware	Feig Electronics (info@feig.de)	ca. 2 Wochen
Montagehalterung	item Industrietechnik GmbH (info@item24.ch)	ca. 2 Wochen

6. Verfügbarkeit der Arbeitskraft

Das Gerät wird in einer weiteren Bachelor- oder Wirtschaftsarbeit entwickelt. Die Verfügbarkeit von Studenten wird als unkritisch angesehen, jedoch muss die ausgeschriebene Arbeit auch von Studenten ausgewählt und angenommen werden. Da im Projekt auch die Halterungen der Antenne erstellt werden müssen, ist es vorstellbar das Projekt in einer Interdisziplinären Form aufzuziehen. Dies würde aber dementsprechend die Komplexität erhöhen, in Anbetracht dessen, dass nun mehrere Abteilungen oder sogar Hochschulen am gleichen Projekt beteiligt wären.

Das Risiko bei Studenten als Arbeitskräften liegt in derer potentiellen Unerfahrenheit in der Durchführung und Erarbeitung solcher Projekte.

7. Technische Charakteristiken und Spezifikationen

7.1. Allgemeines Design und technische Voraussetzungen

7.1.1. Technische Limitationen High Frequency RFID

Für HF Tags (wie diejenigen die auch in der Speicherbibliothek verwendet werden) ist die Betriebsfrequenz durch den ISO Standard 18000-3 auf 13.56MHz festgelegt und typische Lesereichweiten liegen bei etwa einem Meter (Chawla & Ha, 2007).

Um weitere technische Limitation zu erkennen wurden, mit der Hardware von Hyientech, verschiedene Versuche (siehe Anhang B) durchgeführt, welche zu folgenden Erkenntnisse geführt haben:

- Distanz zwischen gestapelten Tags muss mindestens 3cm betragen.
- Distanz zwischen aneinandergereihten Tags muss mindestens 1cm betragen.
- Winkel zwischen Tag und Antenne darf nicht grösser als 60° sein.
- Tags, welche sich hinter Metall befinden, können nicht erkannt werden.
- Maximale Distanz nur bei optimalen Winkel zwischen Antenne und Tag möglich.

7.1.2. Hardware

Die Hardware besteht aus einem RFID Lesegeräte, mit zwei angeschlossenen Antennen. Eine der beiden Antennen soll sich, auf Höhe der Wiegestation, direkt neben dem Förderband befinden. Die Zweite Antenne soll sich am Ende des Förderbandes befinden, sodass ein Winkel von 90° erreicht wird, um die Tags, welche sich in der Flucht des Förderbands befinden, lesen zu können (siehe Abbildung 7.1). Um zu verhindern, dass Behälter, welche sich auf dem benachbarten Förderband befinden, ausgelesen werden, wird zwischen den beiden Förderbändern eine einfache Aluminiumplatte platziert (siehe Abbildung 7.1). Die durchgeführten Versuche haben ergeben, dass diese ausreicht, um ein Auslesen der Tags dahinter zu verhindern.

Die Platzierung der Antennen steht in direktem Einfluss mit der Lesbarkeit der Tags, da die Ausrichtung der Tags im Verhältnis zur Antenne dazu führen kann, dass dieser nicht gelesen werden kann. Deshalb kann durch den Einsatz mehrerer Antennen gewährleistet werden, dass die Tags der am häufigsten im Hochregallager vorzufindenden Lagermöglichkeiten gelesen werden können (siehe Abbildung 7.2).

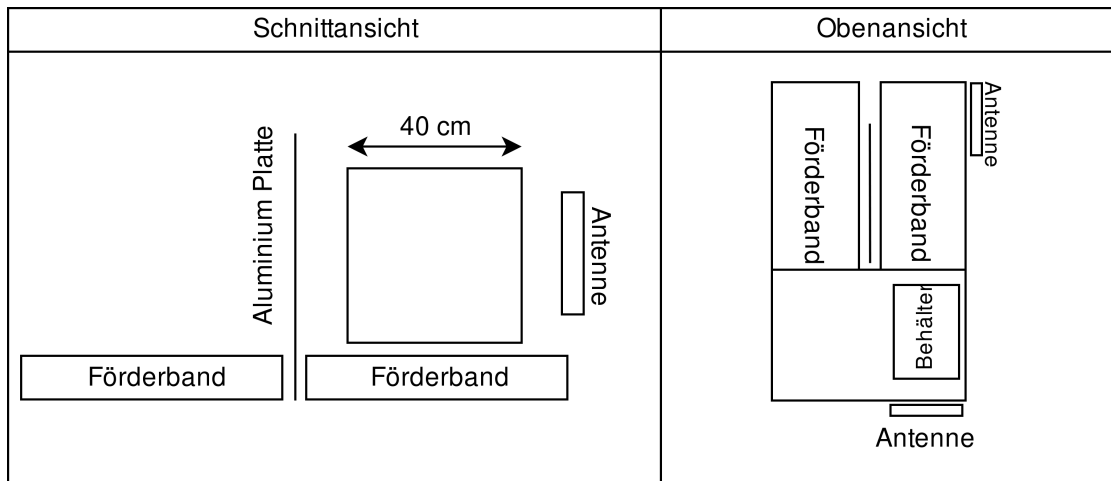


Abbildung 7.1.: Antennenposition Eins und Zwei



Abbildung 7.2.: Meistgenutzte Lagermöglichkeiten von Exemplaren

Durch die Ausrichtung der Antennen wird weiter vorausgesetzt, dass das Lesegerät mit den Antennen eine maximale Distanz von circa 65cm lesen können. Jeder Behälter enthält gemäss Angaben im Schnitt 50 Exemplare. Daraus ergibt sich, dass das Lesegerät 50 Exemplare in der Zeit auslesen muss, welche das Förderband benötigt um den Behälter circa 60cm weit zu transportieren.

7.2. Vergleich der vorgeschlagenen Lösung und der existierenden Situation

Die existierende Situation enthält momentan noch keine Möglichkeit der Verifikation des Inhaltes eines Behälters. Demnach würde durch die Durchführung dieses Projektes die Wahrscheinlichkeit des Deplatzen eines Exemplares, in einen nicht vorgesehenen Behälter, verringern.

7.3. Vorteile und deren Gründe der vorgeschlagenen Lösung

- Durch die Rückbeziehung, welche über die Mehrheit der gelesenen Tags Rückschlüsse auf die ID der Behälter zulässt, kann auf einen Barcodeleser verzichtet werden. Dies ermöglicht eine positionsunabhängige Erkennung des Behälters.
- Die direkte Aussortierung des Behälters bringt mehrere Vorteile. So wird der bereits bestehende Prozess des Aussortierens, mit welchem die Mitarbeiter vertraut sind, verwendet. Das Aussortieren geschieht zurzeit bei Behältern, welche Exemplare enthalten die über den Behälterrand hinwegschauen, sowie bei Behältern, welche zu schwer sind. Weiter führt der Umstand der direkten Aussortierung dazu, dass keine weiteren Fehlerquellen durch zusätzliche manuelle Interaktion durch einen Mitarbeiter entstehen. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Erkennung sehr früh geschieht, da die Aussortierung noch vor der Einlagerung des Behälters stattfindet.
- Der Einsatz mehrerer Antennen bringt den Vorteil, dass Tags mit verschiedenen Ausrichtungen identifiziert werden können. Dies aus dem Grund, dass sich die Tags bei unterschiedlichen Ausrichtungen unterschiedlich stark beeinflussen. Weiter kann durch den Einsatz mehrerer Antennen der Suchradius vergrößert werden. Dies führt zu dem Umstand, dass sich der Behälter länger in einem Suchradius befindet, wodurch mehr Zeit für die Inventarisierung der Tags zur Verfügung steht. Deshalb können insgesamt mehr Tags identifiziert werden.
- Die Installation der RFID Antennen soll, wie in Abbildung 7.1 ersichtlich, für die erste Antenne gleich bei der Eckpartie und für die zweite unmittelbar nach der Wiegestation erfolgen. Dies bringt den Vorteil, dass mehr Zeit für die Inventarisierung zur Verfügung steht, da der Behälter für eine kurze Zeit auf der Waage still steht. Weiter ist mit keiner Interferenz durch andere Behälter oder Objekte, wie Metall, zu rechnen, da sich nur Luft zwischen der Antenne und dem Behälter befindet. Zudem können durch die Unterschiedlichen Ausrichtungen der Antennen mehr Tags identifiziert werden.

7.4. Vorgeschlagene Zulieferungsquellen

Als Zulieferungsquelle für die RFID Hardware wird zu Feig Electronis geraten, da dieser Hersteller im Vergleich mit weiteren in Europa ansässigen Unternehmen ein gutes Preis-Leistungsverhältnis aufzeigt. Durch die Ortsnähe kann bei Garantiefällen ein speditiver vor Ort Support gewährleistet werden. Weiter spricht auch der Umstand, dass RFID Lösungsanbieter wie Bibliotheka auf Feig Electronis als Hersteller vertrauen, für diesen Lieferanten.

Für die Anpassung des Lagerverwaltungssystems muss aufgrund der bestehenden Infrastruktur auf Stöcklin zurückgegriffen werden.

Die Umsetzung des Projektes der Implementierung des untersuchten Konzeptes soll durch eine weitere Bachelorarbeit an einer Hochschule umgesetzt werden. Dies bedingt durch das vorhandene Lernpotential sowie die tiefen Kosten einer studentischen Arbeit an einer Hochschule.

7.5. Geschätzte Kosten und Quellen für die Basis dieser Schätzungen

7.5.1. Hardware

Menge	Produkt	Kosten(CHF)	Kosten gesamt(CHF)
1	RFID Reader ID ISC.LR2500-A (Feig)	1'300	1'300
2	RFID Antennen ID ISC.ANT800/600 (Feig)	830	1'660
2	RFID Antennenkabel ID ISC.ANT.C-A (Feig)	22	44
1	RFID Multiplexer 8-fach HF Multiplexer (Feig)	540	540
1	Netzteil ID NET.24V-B (Feig)	33	33
1	Netzkabel ID CAB.NET.24V-B-EU (Feig)	5	5
			3'582

Die Kosten dieser Schätzung aller Feig Electronics Artikel basieren auf der eingeholten Offerte (Siehe Abbildung 7.3), bei welcher EUR in CHF mit einem Wechselkurs von 1.14 auf welchem noch 7.7% MwSt. hinzugerechnet wurden. Für die weiteren Artikel wurde auf den in der Tabelle ersichtliche Webseiten, die Kosten für das jeweilige Produkt herausgeschrieben (Besuch der Webseiten am 08.05.2019).



Gloeckner, Frank <Frank.Gloeckner@feig.de>

Di 12.03.2019 11:47

An: Wicki Dane I.BSCI.1501;

Cc: Baumann Pascal I.BSCI.1501;

Hallo Herr Wicki,

ok, kein Problem – dies wären Ihre Netto-Demopreise:

- ID ISC.LR2500-A => € 1.054,50 / Stück
- ID ISC.ANT800/600 => € 665,05 / Stück
- ID ISC.ANT.C-A => € 16,40 / Stück
- ID NET.24V-B => € 26,45 / Stück
- ID CAB.NET.24V-B-EU => € 2,85 / Stück

Mit besten Grüßen

Frank Glöckner

Abbildung 7.3.: E-Mail der Offerte

7.5.2. Software

Stunden(h)	Lohn(CHF/h)	Beschrieb	Kosten gesamt(CHF)
50	200	Umsetzung, sofern die Software die Befehle bereits über das Netzwerk entgegennimmt.	10'000
250	-	Umsetzung des Projektes von einem Studenten im Rahmen einer Bachelorarbeit	1'000
			11'000

Die verwendeten Stundenkosten basieren auf aufgerundeten Werten, welche ein Freelancer in der Schweiz verdienen kann. Für die Kosten der Bachelorarbeit wurden die Kosten übernommen, welche die Hochschule Luzern für deren Durchführung für eine Bachelorarbeit mit einem einzelnen Studenten verrechnet.

8. Entwicklungsplan

8.1. Kritische Punkte in der Entwicklung

Es wurden vier kritische Punkte für die Entwicklung des Produktes identifiziert:

1. Kickoff und Initialisierung
2. Ausarbeitung Konzept
3. Entwicklung und Implementierung
4. Test und Abnahme

8.1.1. Initialisierung

In dieser Phase soll die Planung erstellt werden, die Hardware beschafft und sich in das erarbeitete Konzept eingearbeitet werden. Weiter soll mit der Stöcklin durch die Teammitglieder oder den Kunden Kontakt aufgenommen und das Ausschleusen abgeklärt werden. Weiter soll in dieser Phase evaluiert werden, in welcher Programmiersprache die Lösung entwickelt wird.

8.1.2. Ausarbeitung Konzept

In dieser Phase sollen eventuelle Unklarheiten aus dem übergebenen Konzept, welche der erfolgreichen Durchführung im Weg stehen, abgeklärt und eliminiert werden. Es soll eine Architektur entwickelt werden und eine CI/CD Pipeline eingerichtet werden. Am Ende dieser Phase soll an Stöcklin der Auftrag erteilt werden, nötige Anpassung vorzunehmen und die Schnittstelle zu spezifizieren.

8.1.3. Entwicklung und Implementierung

In dieser Phase soll die Software entwickelt werden und unter Laborbedingungen an der Hochschule selber getestet werden. Vier Wochen nach Beginn dieser Phase soll von Stöcklin die Schnittstelle zur Ausschleusung eines Behälters zur Verfügung gestellt werden.

8.1.4. Test und Abnahme

In dieser letzten Phase soll die entwickelte Lösung beim Kunden installiert und getestet werden. Nachdem die Implementierung in das bestehende System der Stöcklin abgeschlossen ist, wird die Lösung durch den Kunden abgenommen.

8.2. Kontrollprozesse für die Entwicklung

Nach jeder abgeschlossenen Phase soll mit dem Kunden, der Speicherbibliothek, ein Meeting durchgeführt werden, bei dem die erarbeiteten Resultate präsentiert werden, das nächste Vorgehen besprochen und vom Kunden kontrollierend eingegriffen werden kann. Zur Kontrolle für beide beteiligten Parteien soll für jede Sitzung ein Protokoll angefertigt werden, welches bei der nächsten abgenommen wird.

9. Kapitalvoraussetzungen und Investitionsplan

Für die Umsetzung dieses Projektes muss in Folgendes investiert werden:

Beschreibung	Kosten (CHF)
RFID Reader ID ISC.LR2500-A ¹	1'300
RFID Antennen ID ISC.ANT800/600 ¹	1'660
RFID Antennenkabel ID ISC.ANT.C-A ¹	44
RFID Multiplexer 8-fach HF Multiplexer ¹	540
Netzteil ID NET.24V-B ¹	33
Netzkabel ID CAB.NET.24V-B-EU ¹	5
Montagehalterung ¹	250
Softwareanpassungen Stöcklin ²	10'000
Durchführung des Projektes Mitarbeiterkosten ³	6'500
	20'332

Um das Projekt durchführen zu können wird demnach ein Mindestkapital von 20'332 Franken vorausgesetzt.

¹Berechnung der Hardwarekosten (siehe Kapitel 7.5.1)

²Berechnung der Softwarekosten (siehe Kapitel 7.5.2)

³Beschreibung der Mitarbeiterkosten (siehe Kapitel 2.6)

10. Geschätzte Betriebskosten und Ertrag

Die Betriebskosten setzen sich aus zwei Faktoren zusammen

1. Stromkosten der elektronischen Geräte
2. Personalkosten bei einer fehlerhaften Erkennung

Die Stromkosten werden durch einen Verbraucher erzeugt, dem RFID HF Lesegerät. Dieses Gerät konsumiert 35 Watt (Feig Electronic, 2016). Dies entspricht bei einem stündigen Betrieb 35 W/h. Wird dieses Gerät während 365 Tagen ununterbrochen verwendet, resultiert daraus ein Stromverbrauch von 306.6 kW/h. Bei ungefähr 20 Rappen pro kW/h (Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom, 2019) entspricht dies rund 61.30 Franken, welche jedes Jahr fällig werden ist.

Bei einer fehlerhaften Erkennung würden weitere Betriebskosten entstehen. Ein geschulter Mitarbeiter benötigt gut 20 Minuten, um den Behälter zu überprüfen und festzustellen, dass es sich bei der Aussortierung um einen Fehler handelt.

Unter der Annahme, dass dieser Fall jeden Monat bis zu viermal geschehen würde, bräuchte der Mitarbeiter rund 16h pro Jahr für die Identifizierung einer fehlerhaften Erkennung. Dies entspricht rund 1'135.7 Franken bei einer Vollkostenrechnung eines Mitarbeiters mit einem Lohn von ca. 6'000 Franken (Thomas Brändle, 2013).

Zusammen ergibt dies Jährliche kosten von rund 1'196 Franken.

Die möglichen Einsparungen entstehen durch das Fernbleiben einer aufwendigen Suche nach einem Einzelexemplar. Diese würde sich wie folgt zusammensetzen: Bei 110'000 Behälter bräuchte man durchschnittlich gesehen rund 55'000 Versuche, um das Exemplar zu finden. Die durchschnittliche Anzahl Durchsuchungen kann jedoch anhand von weiteren Informationen, welche dem Lagerverwaltungssystem bekannt sind, auf ca. 35'000 Versuche reduziert werden. Würde nun ein Mitarbeiter wieder 20 Minuten für die Durchsuchung eines Behälters benötigen, würde die Suche annähernd 12'000 Stunden andauern. Bei einem Mitarbeiter mit einem Lohn von 6'000 Franken würden die Gesamtkosten auf rund 852'000 Franken betragen.

Bei Kosten von 852'000 Franken für eine Suche nach einem einzelnen Exemplar würde dieses bei Bemerkung des Verlustes ersetzt werden, da eine Neubeschaffung in fast allen Fällen kostengünstiger und ökologischer ist. Sollte es sich jedoch um ein Unikat handeln, müsste dennoch dieser Suchprozess durchgeführt werden.

Weiter würde bei einer Deplatziierung eines Objektes die Reputation der Speicherbibliothek sowie das Vertrauen in diese nachhaltig Schaden nehmen.

Weiter ist zu bedenken, dass selbst bei einer Wahrscheinlichkeit von nur 0.000001% einer Deplatziierung pro Einlagerung, bereits ein Exemplar pro Million Exemplare deplatziert werden würde.

11. Wirtschaftliche Machbarkeit des Projekts

Die Initialkosten von 20'332 Franken mit den weiteren Betriebskosten von 1'244.32 Franken pro Jahr dienen der Reduzierung eines menschlichen Fehlers im Einlagerungsprozess. Dank dieser Umsetzung kann das Risiko reduziert werden, dass ein Reputationsschaden entsteht, welcher schlimmstenfalls auch zu politischen Folgen führen kann. Durch das Verhindern eben dieser negativen Folgen stellt sich der Nutzen klar über die Initialkosten von rund 20'332 Franken.

Für die initiale Phase der Realisierung, müssten finanzielle Ressourcen von rund 20'332 Franken benötigt. Für die Beschaffung dieser Finanzen ist alleine die Speicherbibliothek zuständig.

11.1. Grösste Kosten und Risiken

Die grössten Kosten sowie auch Risiken entstehen bei der Anpassung des bestehenden Lagerverwaltungssystems, da zu dieser durch Stöcklin noch keine Informationen, bezüglich des Aufwandes, bekannt sind. Auch die Einhaltung der Zeitfrist von einem Monat für die Auslieferung der Schnittstellen ist aufgrund des fehlenden Wissens über die Software sowie die Kapazitäten des Unternehmens Stöcklin mit grösseren Risiken verbunden.

Ein weiteres Terminrisiko geht zudem vom Hardwarehersteller aus, da dieser unter Umständen eine längere Zeit für die Lieferung der Hardware benötigt.

Beide Terminrisiken können jedoch während der Implementation der Software weitestgehend abgefangen werden.

Abbildungsverzeichnis

7.1	Antennenposition Eins und Zwei	12
7.2	Meistgenutzte Lagermöglichkeiten von Exemplaren	12
7.3	E-Mail der Offerte	14

Literatur

- Bundesamt für Landwirtschaft. (2019). Digitale Bodeneignungskarte der Schweiz - Vernäsung. Zugriff 24. April 2019 unter <https://map.geo.admin.ch>
- Chawla, V. & Ha, D. S. (2007). An overview of passive RFID. *IEEE Communications Magazine*, 45(9), 11–17.
- Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom. (2019). Die kantonalen Strompreise im Vergleich. Zugriff 9. Mai 2019 unter <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/Map/ShowSwissMap.aspx>
- Feig Electronic. (2016). Data sheet Identification Stationary Readers ID ISC LR2500. Zugriff 9. Mai 2019 unter https://www.feig.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Datenblaetter/Data_sheet_Identification_Stationary_Readers_ID_ISC_LR2500.pdf
- Hochschule Luzern. (2019). *Suche von mit RFID-ausgerüsteten Einzelexemplaren in vollautomatischem Behälter-Hochregallager - Aufgabenstellung*. Lucerne University of Applied Sciences and Arts.
- Kanton Luzern. (2013). Bericht des Regierungsrates an die Stimmberechtigten vom 24. September 2013. 24.09.2013.
- Niederer, U. (2017). Zwei Seiten einer Münze: Die Kooperative Speicherbibliothek Schweiz und die Kooperative Print-Archivierung. *Bibliothek Forschung und Praxis*, 41(3), 375–383.
- Thomas Brändle. (2013). Wie viel kostet ein Mitarbeiter wirklich? Zugriff 9. Mai 2019 unter <https://www.runmyaccounts.ch/2013/07/wie-viel-kostet-ein-mitarbeiter-wirklich/>

A. Konzept

RFID markierte Exemplare

Konzept zur Verhinderung des
Deplatzieren eines Exemplars vor
Einlagerung in das Hochregallager

Pascal Baumann, Dane Wicki

1 Ausgangslage

In der Speicherbibliothek in Büron, Luzern wurde ein Hochregallager für Behälter erbaut. In diesem Hochregallager, werden bis zu 110'000 Behältern mit verschiedenen Exemplaren (welche viele mit RFID Tags ausgestattet sind) gelagert. Die Behälter werden manuell durch Menschen befüllt und anschliessend autonom an einen Lagerplatz gefahren. Zeitweise können Exemplare wieder aus den Behältern entnommen werden um gelesen, gescannt oder einer der teilnehmenden Bibliotheken gesendet zu werden. Während dem Vorgang des Lagerns und Entnehmens der Exemplare, geschieht das Entnehmen und Befüllen durch Mitarbeiter der Speicherbibliothek. Dies birgt die Gefahr, dass eine Person aus Versehen ein Exemplar in einen falschen Behälter legt und dieses danach nur sehr umständlich wiedergefunden werden kann.

2 Strategie

2.1 Ziele

Sollte ein Exemplar verlegt werden, soll dieses vor Einlagerung des betroffenen Behälters bemerkt werden und dieser aus dem Einlagerungsprozess aussortiert oder markiert werden.

2.2 Wirkung

Die so behobene Möglichkeit eines Einlagerns eines falsch befüllten Behälters führt zu einem erhöhten Vertrauen in den Prozess. Das Verlegen eines Exemplars soll so verunmöglicht werden.

2.3 Zielgruppe

Dies führt zu besserem Vertrauen der Mitarbeiter der direkten Zielgruppe Speicherbibliothek in den Prozess und bessere Möglichkeit für den Fokus auf die Hauptarbeitstätigkeit (nicht Kontrolle eines Behälters). Die indirekte Zielgruppe wären demnach alle der Speicherbibliothek angeschlossenen Bibliotheken, sowie deren Kunden, welche Seiten bestimmter Exemplare als eingescannte Datei bestellen oder ausgewählte Exemplare mit einer Voranmeldung vor Ort lesen wollen.

3 Ideenbeschreibung

Die generelle Idee dieses Konzepts ist eine Station in das Förderband zu integrieren, an der der Behälter durchfährt und an der Stelle dieser gescannt wird und Unstimmigkeiten erkannt werden. Dafür würden verschiedene Orte und Komponenten in Betracht gezogen. Diese sind daher jeweils einzeln in Betracht gezogen worden.

3.1 Position

3.1.1 Rüstplatz

Da der Behälter während dem Entnehmen und Abfüllen des Behälters vergleichsweise lang stillsteht, hätte man an dieser Stelle sicher genug Zeit alle RFID Tags auszulesen. Mögliche Nachteile sind Platzmangel und Interferenzen durch Exemplare welche nicht im Behälter sind aber fälschlicherweise auch erfasst werden, da sie in der Nähe liegen.

- + Genügend Zeit für das Auslesen aller Tags
- + Früh im Prozess für eine Meldung
- Interferenzen durch RFID markierte Exemplare in der Nähe
 - Eventuell kein Platz für Antennen
 - Eventuell Abschirmung/Justierung der Antennen möglich, sodass nur Exemplare im Behälter ausgelesen werden

3.1.2 In einer Eckpartie

Der Behälter führt auf dem Band zwei Rechtsdrehungen für einen Gesamtwinkel von 180° durch. An diesem Punkt bleibt der Behälter verhältnismässig lange in einem Bereich welcher von der Antenne abgedeckt werden sollte. Weiter befinden sich an dieser Position keine andere Exemplare oder Messstationen in der Nähe, was Interferenz verunmöglichen sollte.

- + ~ drei Sekunden für das Auslesen der Tags zur Verfügung
- + Keine Interferenzen zu erwarten
- Nur beschränktes Zeitfenster
- Behälter in Bewegung

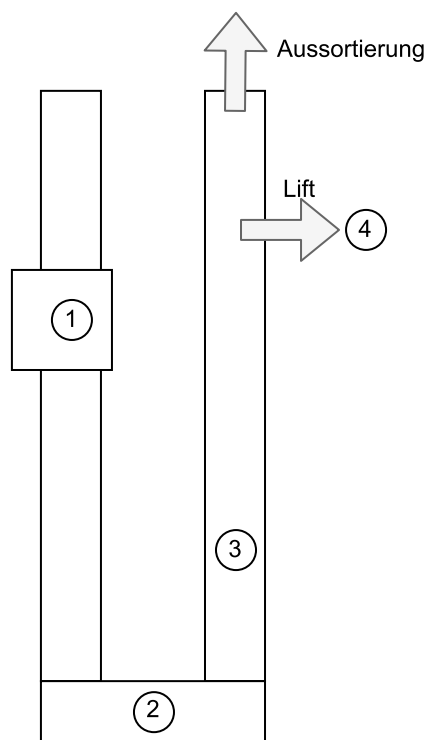


Abbildung 3.1: Mögliche Positionen des Geräts am Förderband

3.1.3 Waage

Der Behälter wird zur Bestimmung von Übergewicht gewogen, an dieser Stelle bleibt dieser etwa eine Sekunde an Ort und Stelle.

- + Behälter bleibt an Ort und Stelle
- + Keine Interferenzen zu erwarten
- Nur beschränktes Zeitfenster
- Antenne kann nicht beliebig montiert werden

3.1.4 Lift

Der Behälter fährt vor Übergabe in das Hochregallager in einem Lift vertikal nach unten. Während dieser Zeit bleibt er längere Zeit still.

- + Behälter bleibt an Ort und Stelle
- + Grosses Zeitfenster
- Beschränkter Platz da Lift
- Spät im Prozess
- Eventuell Interferenzen durch Liftmotoren
- Aussortierung eventuell nicht möglich

3.2 Identifikation der RFID Tags

3.2.1 Eine Antenne

- + Keine Interferenzen
- Ausrichtung der Chips relevant

3.2.2 Mehrere Antennen

- + Ausrichtung der Chips kann entgegengewirkt werden
- + Grössere Abdeckung
- Gegenseitige Interferenz
- Teurere Geräte nötig
- Mehr Platz wird benötigt

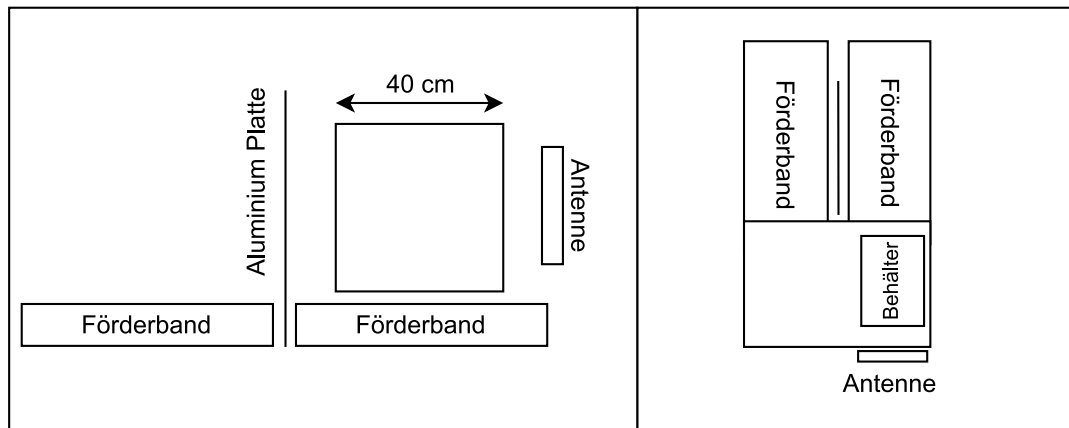


Abbildung 3.2: Positionierung einer Antenne über Förderband



Abbildung 3.3: Arten wie die Exemplare in Behältern gelagert werden

3.3 Identifikation des Behälters

3.3.1 Barcodeleser

An jedem Behälter ist ein Barcode aufgeklebt (auf beiden Seiten jeweils an der richtigen Stelle, sodass die Position durch eine Drehung überführt werden kann). Durch Auslesen dieses Strichcodes ist eine Eindeutige Identifikation des Behälters möglich.

- + Behälter eindeutig identifiziert
- + Keine Abhängigkeiten
- Position muss stimmen, dass Barcode gelesen werden kann

3.3.2 Bestimmung über die Mehrheit der Tags

Falls man mehrere Tags identifiziert hat und weiss zu welchen Behältern diese gehören, kann man den nicht zum gleichen Behälter gehörenden Tag identifizieren.

- + Positionsunabhängig
- Aktuelle Informationen über Tag und Behälter nötig (Schnittstelle Datenbank)
- Mindestens drei Tags müssen identifiziert worden sein

3.4 Massnahmen nach Erkennungsprozess

3.4.1 Aussortierung des Behälters

Es wäre vorstellbar, dass man den Behälter, nach einer Identifikation des Inhalts und Erkennen eines falschen Exemplars, aussortiert.

- + Früh im Prozess
- + Wenig menschliche Interaktion für Aussortierung nötig
- Schnittstelle zum Steuerungssystem des Förderbands nötig

3.4.2 Audiovisuelles Signal

Man könnte eine Warnung abspielen sobald ein fehlplatziertes Exemplar identifiziert worden ist (Sirene, Warnlampe).

- + Früh im Prozess
- + Keine Abhängigkeiten
- menschliche Interaktion für Aussortierung nötig

3.4.3 Berichterstattung

Man könnte, sobald ein fehlplatziertes Exemplar erkannt wurde, ein Bericht an die zuständige Stelle schicken.

- + Verfolgbarkeit
- + Keine Abhängigkeiten zu Steuersystem
- Behälter muss manuell wieder aus dem Lager geholt werden
- Schnittstelle zu Meldesoftware nötig

3.5 Morphologischer Kasten und Variantenbeschreibung

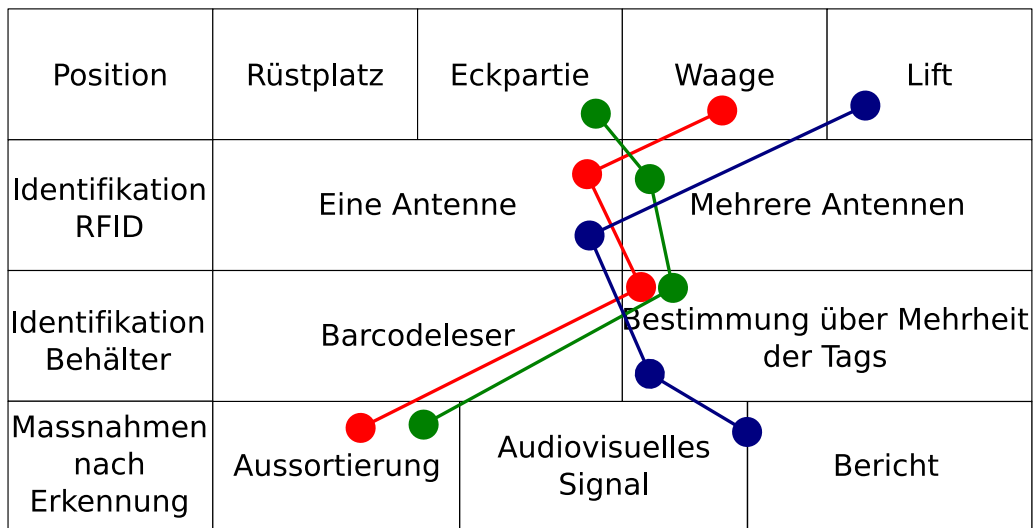


Abbildung 3.4: Die Varianten als Pfade dargestellt

3.5.1 Variante 1: Früherkennung und Aussortierung (Rot)

In dieser Variante wurde Wert darauf gelegt, möglichst wenig Interferenzen zu haben, daher wurde sich für eine Antenne entschieden. Es soll über die Mehrheit der Tags der aktuelle Behälter bestimmt werden und falls Tags eines anderen Behälters gefunden wurde, der Behälter nicht eingelagert, sondern aussortiert werden (sprich ein Steuerungssignal an das Förderband gegeben werden). Der Ort wurde ausgewählt, da der Behälter dort eine kurze Pause einlegt. Diese Variante hängt stark davon ab wie schnell und fehlerfrei Tags ausgelesen werden können und ob eine Schnittstelle zur Steuerungssoftware existiert die wir nutzen können.

3.5.2 Variante 2: Weitflächige Erkennung und Aussortierung (Grün)

Es soll durch mehrere Antennen eine grössere Abdeckung erreicht werden und so sichergestellt werden, dass alle Tags ausgelesen werden können. Auch bei dieser Variante soll der Behälter über die Mehrheit der Tags ausgelesen werden, und dieser, wenn nötig, aussortiert werden.

3.5.3 Variante 3: Erkennung und Signalisierung (Blau)

Bei dieser Variante soll der Leser bei der Warteposition vor der Einlagerung positioniert werden, da dort die Behälter ein paar Sekunden verbleiben. Danach sollen die erkannten Tags und der Behälter als Mitteilung an die Arbeitsstation geschickt werden (Mail, Middleware, Signallampe). Das mögliche Problem dieser Variante ist, dass zwei Behälter nebeneinander in der Warteposition sein können, und dadurch allenfalls Falschpositive generiert werden können.

3.6 Wahl der Variante

Das Projektteam empfiehlt Variante Zwei, da in den Versuchen die Wichtigkeit der Ausrichtung der Tags festgestellt wurden. Daher werden zwei Antennen verwendet und wie in Abbildung 3.2 dargestellt, damit die zwei Varianten der Bücherlagerung (in Abbildung 3.3 dargestellt) gelesen werden können. Die Aussortierung wird empfohlen, damit der Prozess voll autonom geschieht.

3.6.1 Übersicht der Hardwarekomponenten

Es sollen folgende Komponenten verwendet werden:

- RFID Leser ID ISC.LR2500-A (Feig)
- RFID Antennen ID ISC.ANT800/600 (Feig)
- RFID Antennenkabel ID ISC.ANT.C-A (Feig)
- Netzteil für Leser ID NET.24V-B (Feig)
- Netzkabel für Netzteil ID CAB.NET.24V-B-EU (Feig)
- Minicomputer Raspberry PI 3 Model B + (Raspberry PI)
- USB-Kabel für Minicomputer Aukey CB-D11 (Aukey)
- Sandisk Extreme 128GB Class 10
- Schnittstelle zu Lagerverwaltungssystem

4 Finanzierungsplan

Als Berechnungsgrundlage wird ein Konzept mit einer Antenne und einer Steuerung über das Netzwerk gerechnet. Die Daten von Feig wurden von Euro auf CHF umgerechnet (Wechselkurs 1.14). Zudem sind dies die Demopreise für einen Prototyp.

Menge	Produkt	Kosten(CHF)	Kosten gesamt(CHF)
1	RFID Reader ID ISC.LR2500-A (Feig)	1'200	1'200
1	RFID Antennen ID ISC.ANT800/600 (Feig)	760	760
1	RFID Antennenkabel ID ISC.ANT.C-A (Feig)	20	20
1	Netzteil ID NET.24V-B (Feig)	30	30
1	Netzkabel ID CAB.NET.24V-B-EU (Feig)	4	4
1	Raspberry Pi 3 Model B+ (pi-shop.ch)	39	39
1	Sandisk Extreme 128GB Class 10 (digitec.ch)	45	45
			2098

Abbildungsverzeichnis

3.1	Mögliche Positionen des Geräts am Förderband	5
3.2	Positionierung einer Antenne über Förderband	7
3.3	Arten wie die Exemplare in Behältern gelagert werden	7
3.4	Die Varianten als Pfade dargestellt	10

B. Versuche

01_Effektive Reichweite gerade

Versuchsthema

In diesem Versuch soll die effektive maximale Reichweite der/des Leser/s getestet werden. Und zwar wie in der Abbildung dargestellt in Front der Antenne, das heisst insbesondere keine laterale Verschiebung des Tags.

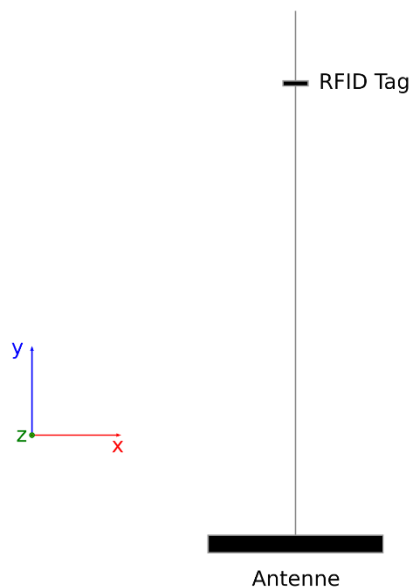


ABBILDUNG 1 - VERSUCHSANORDNUNG, DER RFID TAG IST IN DER FLUCHT DER ANTENNE

Bekannte Grundlagen

Die theoretische Reichweite des HF Magnetfelds beträgt 3.5m, die meisten Hersteller geben jedoch nur eine effektive Reichweite von bis zu einem Meter an.

Hypothese und erwartetes Ergebnis

Die Reichweite entspricht den von den Hersteller angegebenen Reichweiten oder liegt sogar ein bisschen unterhalb.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Der RFID Tag wird in der Front der Antenne mit der selben Ausrichtung plaziert. Danach wird der RFID Tag 10 mal abgefragt. Danach wird die Distanz um 10cm erhöht und die Abfrage wiederholt. Dies wird so oft wiederholt bis der Tag keine Rückmeldung gibt.

Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Distanz zwischen Tag und Leser in y-Richtung (siehe Abbildung 1)

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Ausrichtung des Tags zur Antenne

Dokumentierte Ereignisse

Distanz [cm]	Leseversuche erfolgreich [Anzahl]
10	10
20	10
30	10
40	10
50	10
60	10
70	0
65	10
66	0

Der Tag wurde mit einem Fischerklebeband an einem Holzpfosten fixiert. Danach wurde der Tag ausgelesen. Nach einem erfolgreichen Versuch wurde die Distanz erhöht.

Benötigtes Material

- Leser
- Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)

02_Leseengeschwindigkeit Bulk Reading

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie schnell Tags ausgelesen werden können, insbesondere wenn es viele sind. Interessant wäre es zu wissen ob die Leseengeschwindigkeit stabil bleibt (also linear wächst) oder mit mehreren Tag auch exponentiell mehr Zeit gebraucht wird.

Bekannte Grundlagen

Die meisten Hersteller geben die Leseengeschwindigkeit ihrer Leser mit etwa 50 Tags/Sekunde an.

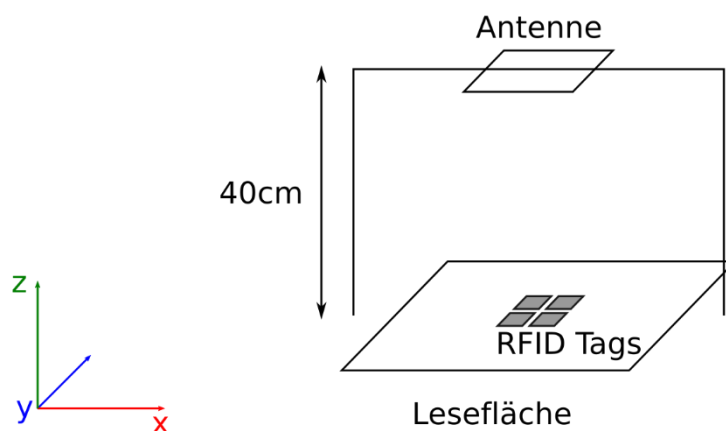
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Da durch mehr Tags mehr Kollisionen entstehen, spricht der Suchbaum nur um ein Blatt grösser wird. Erwarten wir eine lineare Zunahme der Zeit die gebraucht wird um mehr Tags auszulesen. Wir erwarten daher, dass die Angaben der Hersteller korrekt sind.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Tags sollen auf einer ebenen Fläche nebeneinander (sodass Sie nicht aufeinanderliegen) platziert werden, sofern dies möglich ist. Die Antenne wird über einen Halter in 40cm Höhe über den Tags platziert. Die Anzahl der Tags wird mit jedem Schritt erhöht und die Zeit bis alle Tags ausgelesen sind gemessen. Jede Taganzahl wird 10 mal gelesen und gemessen.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags (1,5,10,20,40,60,80,100,125,150,175,200)

Abhängige

- Geschwindigkeit um alle Tags auszulesen

Konstanten

- Distanz zwischen Tags und Antenne
- Ausrichtung Tags und Antenne

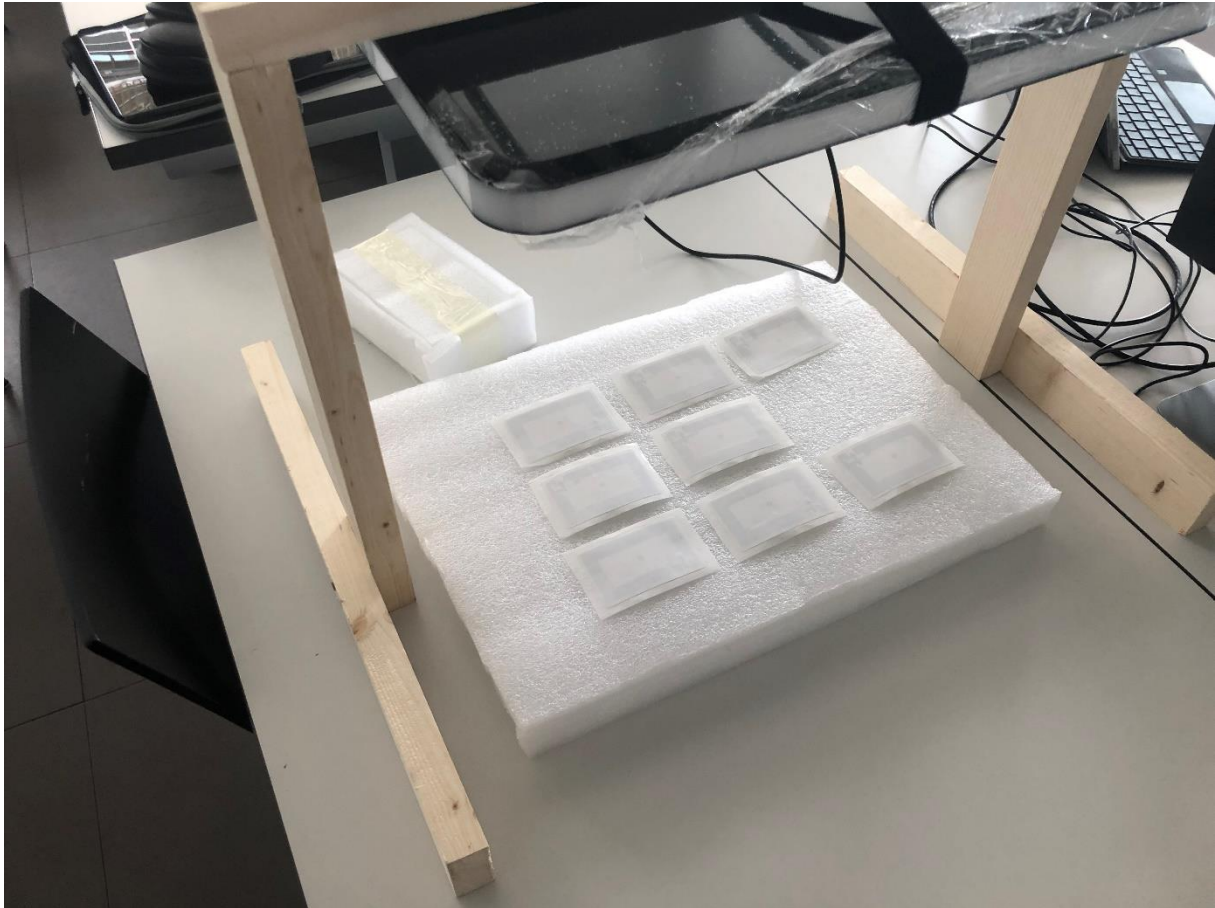
Dokumentierte Ereignisse

Anzahl Tags	Tags gefunden	Lesegeschwindigkeit [ms]
1	1	134.9749168
5	5	144.1426479
10	6	212.4553696
10	10	239.9707319
15	11-13	324.3950243
15	10	369.84123
15	6-8	305.8952259



Die Tags wurden unter dem Aufbau platziert. Die gemessene Distanz betrug 42cm. Danach wurden die Tags nebeneinander auf dem Tisch platziert mit einem horizontalen Abstand von 1cm und ausgelesen. Nach einem erfolgreichen Versuch wurde die Anzahl Tags erhöht.

Der Test wurde nach 15 abgebrochen, da wir dort schon Lese Probleme bekamen, nebeneinander. RFID Tags übereinander mit einer Mindestdistanz von 2cm gehen gut.



Benötigtes Material

- Leser
- Tags
- Halter für Antenne (Holz, Plastik)
- Skript um Auslesung zu starten und Zeit zu messen

03_Seitliche Reichweite

Versuchsthema

Wir wollen herausfinden wie fest die laterale Abweichung vom Mittelpunkt der Antenne die Auslesung der Tags beeinflusst.

Bekannte Grundlagen

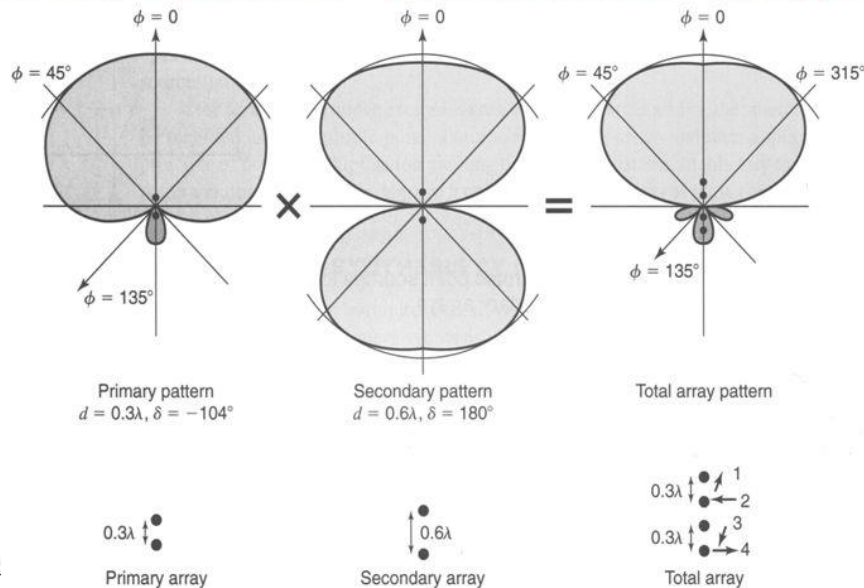
Wir wissen, dass eine Antenne ein nicht-uniformes Ausbreitungsmuster besitzt.



Antenna arrays

■ Principle of pattern multiplication

Antenna array field pattern = element pattern \times array pattern



Mobihoc'03 R

26

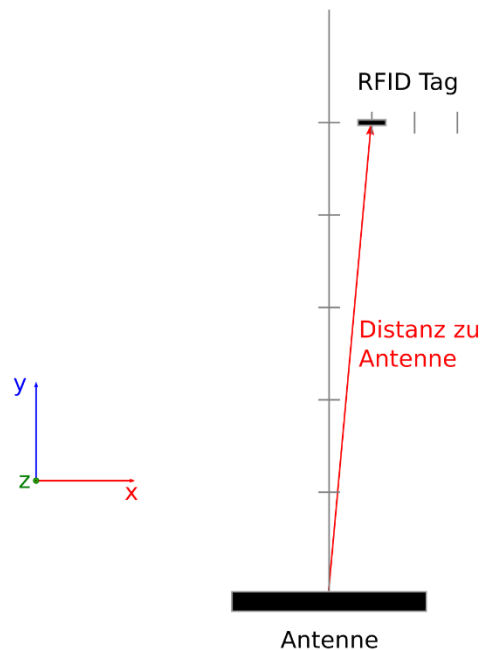
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Unsere Hypothese ist, dass im Nahfeldbereich der Konus der Antenne nicht so verengt wird und wir daher die Entfernung in Luftlinie auch bei seitlicher Abweichung hinbekommen.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Ein Tag wird mit gleicher Ausrichtung zur Antenne in festen Abständen platziert. In jeder vertikalen Distanz wird der Tag lateral ausgelenkt. Der Tag wird im horizontalen Abstand 15,30,45,60 und lateral in 0,5,10,15,20,25,30 jeweils 10 mal ausgelesen.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Distanz
- laterale Distanz

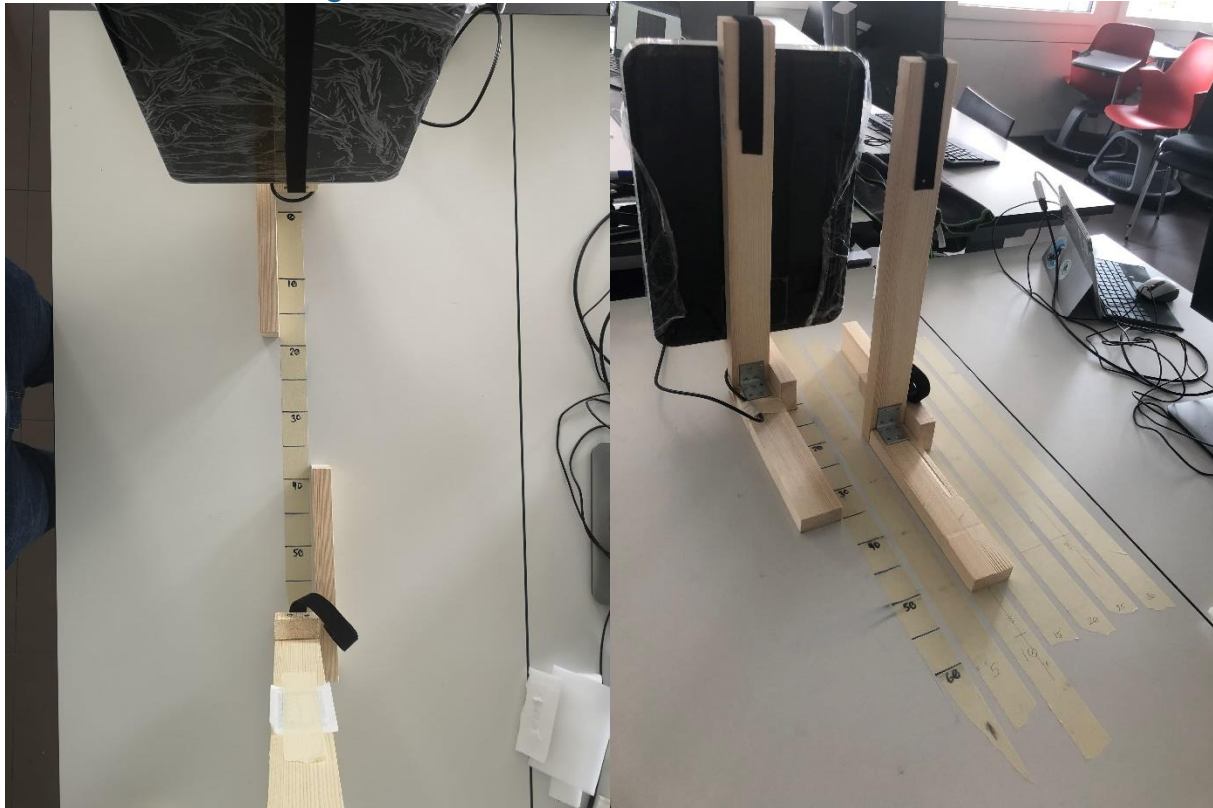
Abhängige

- Auslesen des Tags

Konstanten

- Ausrichtung RFID Tag zu Antenne

Dokumentierte Ereignisse

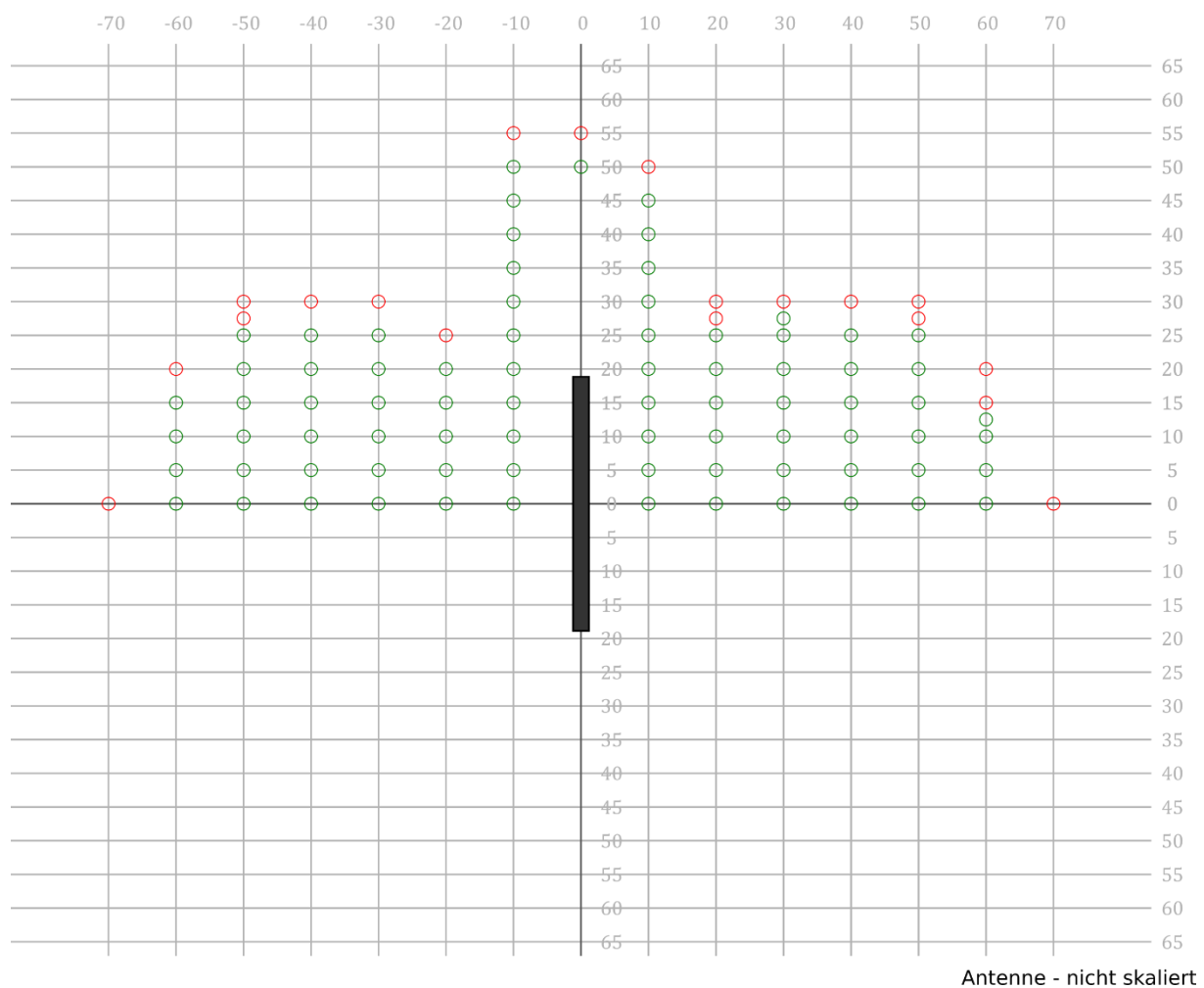


Horizontale Distanz [cm]	Laterale Distanz [cm]	Anzahl Erfolgreiche Lesungen
60	0	10
60	5	10
60	10	10
60	12.5	10
60	15	0
60	20	0
60	25	0
50	0	10
50	5	10
50	10	10
50	15	10
50	20	10
50	25	10
50	27.5	0
50	30	0
40	0	10
40	5	10
40	10	10
40	15	10
40	20	10
40	25	10
40	30	0
30	0	10
30	5	10
30	10	10
30	15	10
30	20	10

30	25	10
30	27.5	10
30	30	0
20	0	10
20	5	10
20	10	10
20	15	10
20	20	10
20	25	10
20	27.5	0
20	30	0
10	0	10
10	5	10
10	10	10
10	15	10
10	20	10
10	25	10
10	30	10
10	35	10
10	40	10
10	45	10
10	50	0
0	50	10
0	55	0
-10	0	10
-10	5	10
-10	10	10
-10	15	10
-10	20	10
-10	25	10
-10	30	10
-10	35	10
-10	40	10
-10	45	10
-10	50	10
-10	55	0
-20	0	10
-20	5	10
-20	10	10
-20	15	10
-20	20	10
-20	25	0
-30	0	10
-30	5	10
-30	10	10
-30	15	10
-30	20	10
-30	25	10
-30	30	0
-40	0	10
-40	5	10
-40	10	10
-40	15	10
-40	20	10
-40	25	10
-40	30	0

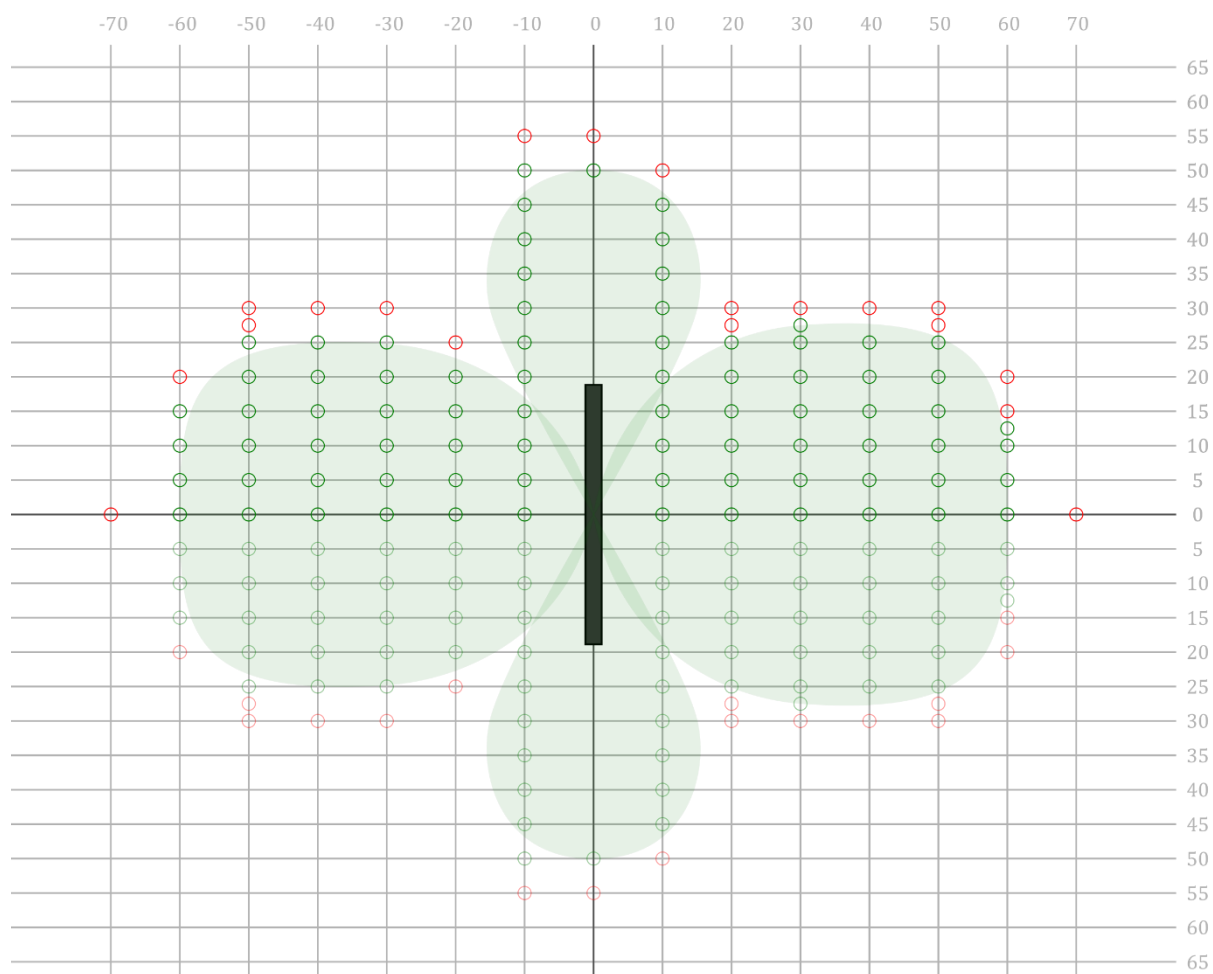
-50	0	10
-50	5	10
-50	10	10
-50	15	10
-50	20	10
-50	25	10
-50	27.5	0
-50	30	0
-60	0	10
-60	5	10
-60	10	10
-60	15	10
-60	20	0
-70	0	0

Die Resultate wurden auf einem Raster gezeichnet:



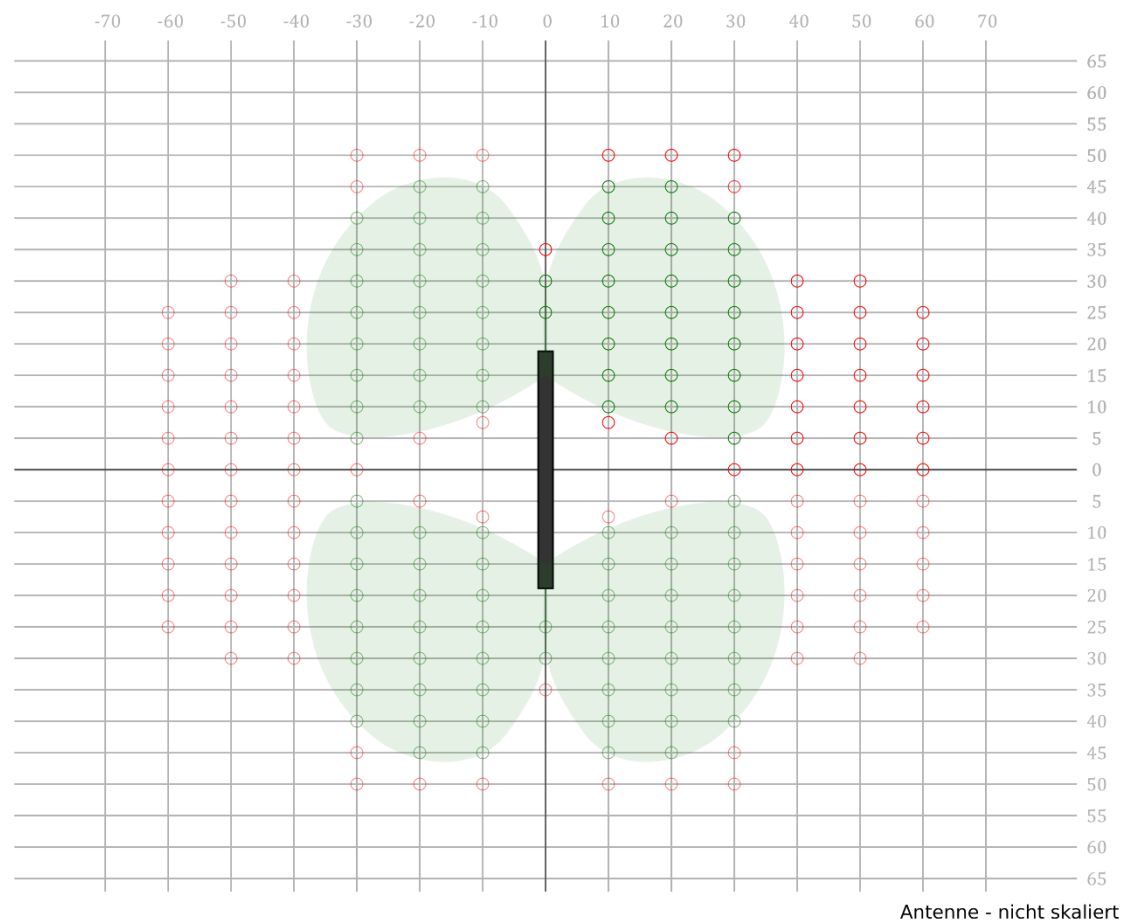
Antenne - nicht skaliert

Danach wurden die Resultate an der Nulllinien gespiegelt (unter der Annahme, dass das Magnetfeld achsensymmetrisch ist), in der Grafik sind diese Punkte transparenter dargestellt und eine Modellierter Reichweite eingezeichnet:



Antenne - nicht skaliert

Da wir durch ein Zufall herausfanden, dass wir bei einer Ausrichtung von 90° zwischen Tag und Antenne nicht einen totalen Leseausfall sondern einen blinden Punkt besitzen, wurde die Testreihe wiederholt. Dabei kam die folgende Grafik heraus:



Benötigtes Material

- Leser
- Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)

04_Ausrichtung des Tags

Versuchsthema

Bei unseren Recherchen haben wir herausgefunden, dass die Kopplung der beiden Spulen (Tag, Antenne) von der Ausrichtung abhängen kann. In diesem Versuch soll herausgefunden werden, wie dies in Realbedingungen Auswirkungen hat.

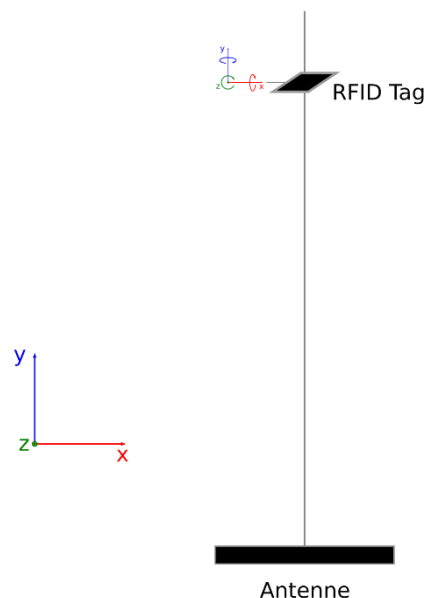
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir erwarten, dass die Ausrichtung des Tags einen vernachlässigbaren Effekt hat.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Der Tag wird 60cm in der Front der Antenne in den Achsen ausgelenkt, danach wird wiederholt der Tag abgefragt und Lesegeschwindigkeit und Präzision gemessen.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Ausrichtung des Tags in den jeweiligen Achsen

Abhängige

- Lesegeschwindigkeit und Präzision

Konstanten

- Distanz zu Lesegerät

Dokumentierte Ereignisse

Benötigtes Material

- Leser
- Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Halterung für Antenne
- Etwas um Tag in der Auslenkung zu fixieren (Holz oder Plastik – in alle Richtungen auslenkbar)

05_Abschirmung durch Gegenstände

Versuchsthema

Bei unseren Recherchen wurde uns bewusst, das RFID durch verschiedenste Sachen abgeschirmt werden kann. Dies soll bei HF zwar nicht stark ins Gewicht fallen, aber über genau dies soll dieser Versuch aufklären. Vor allem in Hinblick auf Metal, Papier / Bücher und Plastik.

Bekannte Grundlagen



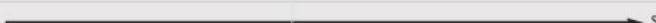
Frequency range	< 135 KHz [LF]	13.56 MHz [HF]	860–960 MHz [UHF]	2.45GHz [Microwave]
Relevant standards	<ul style="list-style-type: none">• ISO 11784 & 11785• ISO/IEC 18000-2• ISO 14223-1	<ul style="list-style-type: none">• ISO/IEC 18000-3• EPC class-1• ISO 15693• ISO 14443 (A/B)	<ul style="list-style-type: none">• ISO/IEC 18000-6• EPC class-0, class-1	<ul style="list-style-type: none">• ISO/IEC 18000-4
Typical read range	<0.5 m	~1 m	~4–5 m	~1 m
Tag type	Passive-inductive coupling	Passive-inductive coupling	Passive or active	Passive or Active
Typical applications	Access control, animal tagging, vehicle immobilizer	Smart cards, access control, payment ID, item-level tagging, baggage control, biometrics, libraries, transport, apparel	Supply chain pallet- and box-level tagging, baggage handling, electronic toll collection	Electronic toll collection, cold chain management, environment monitoring
Multiple tag read rate	Slower			
Ability to read near metal or wet surfaces	Better			
Passive tag size	Larger			

ABBILDUNG 1 - FREQUENCY CHARACTERISTICS (AUS "AN OVERVIEW OF PASSIVE RFID")

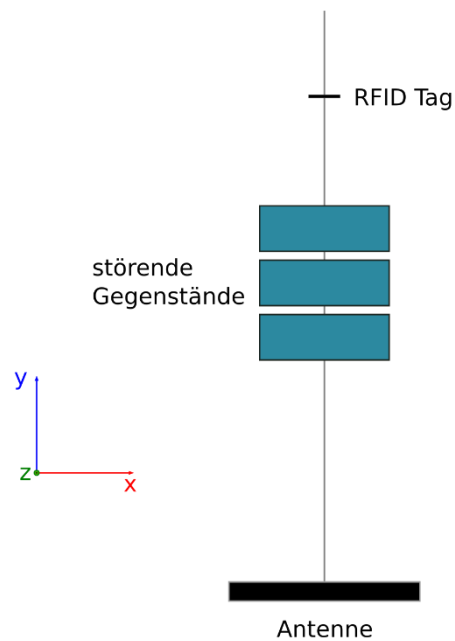
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir denken, dass die verschiedensten Objekte nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf Lesegeschwindigkeit und Reichweite haben.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Der Tag wird 60cm in der Front der Antenne in den Achsen platziert, danach werden wiederholt der Tag abgefragt und Lesegeschwindigkeit und Präzision gemessen, dabei werden zwischen Antenne und Tag sukzessive mehr vom jeweiligen Objekt platziert.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl und Art des Objekts
 - Bücher
 - Metallplatten
 - Plastiboxen (Rako)

Abhängige

- Lesegeschwindigkeit und Distanz zu Antenne

Konstanten

- Ausrichtung

Dokumentierte Ereignisse

Material	Anzahl	Distanz [cm]	Erfolgreiche Leseversuche
Hand	2	60	10
Buch+Hände	1	60	10
Buch+Hände	2	60	10
Buch+Hände	3	60	10
Buch+Hände	4	60	10
Buch+Hände	5	60	10
Buch+Hände	6	60	10
Buch+Hände	7	60	10
Buch+Hände	8	60	10
Buch+Hände	9	60	10
Buch (direkt aufliegend)	9	60	10
Rakobehälter	1	60	10
Rakobehälter	2	60	10
Aluminiumplatte	1	60	10

Aluminiumplatte (aufeinander)	2	60	0
Aluminiumplatte (mit Luft dazwischen)	2	60	0
Aluminiumplatte (mit Luft und leicht verschoben in der Ausrichtung)	2	60	0
Stahlblechplatte	1	60	10
Stahlblechplatte (aufeinander)	2	60	0
Stahlblechplatte (direkt auf Tag)	1	60	0
Rakobehälter mit Büchern auf Tag plaziert	9 Bücher	60	10

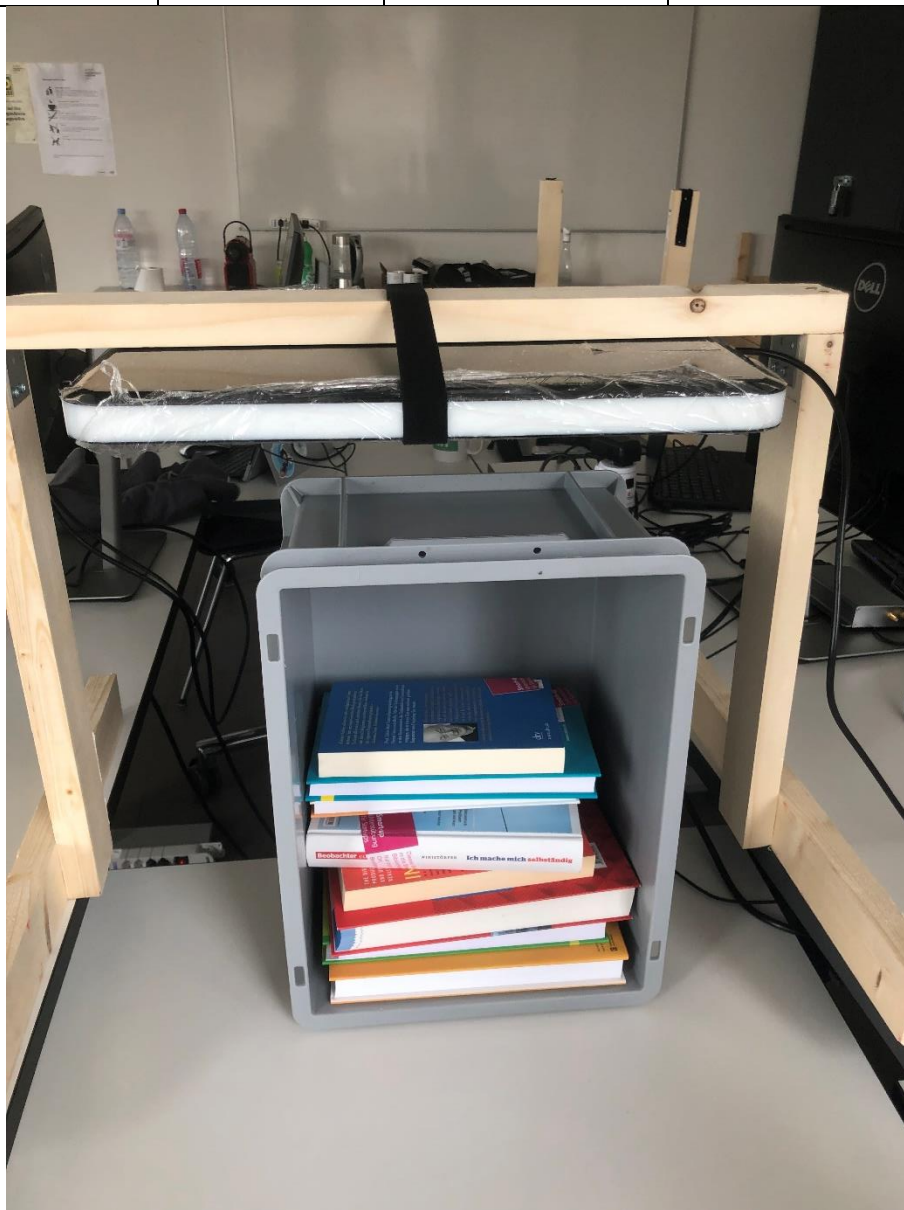


ABBILDUNG 2 - RAKOBEHÄLTER MIT BÜCHERN DES LETZTEN TESTS

Benötigtes Material

- Leser
- Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Halterung für Antenne
- Etwas um Tag zu fixieren
- Bücher
- Plastikboxen
- Metallplatten

06_Interferenz bei mehreren Antennen

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich mehrere Antennen beim Auslesen der Tags verhindern. Und vor allem welcher Abstand zwischen den Antenne gewahrt werden muss.

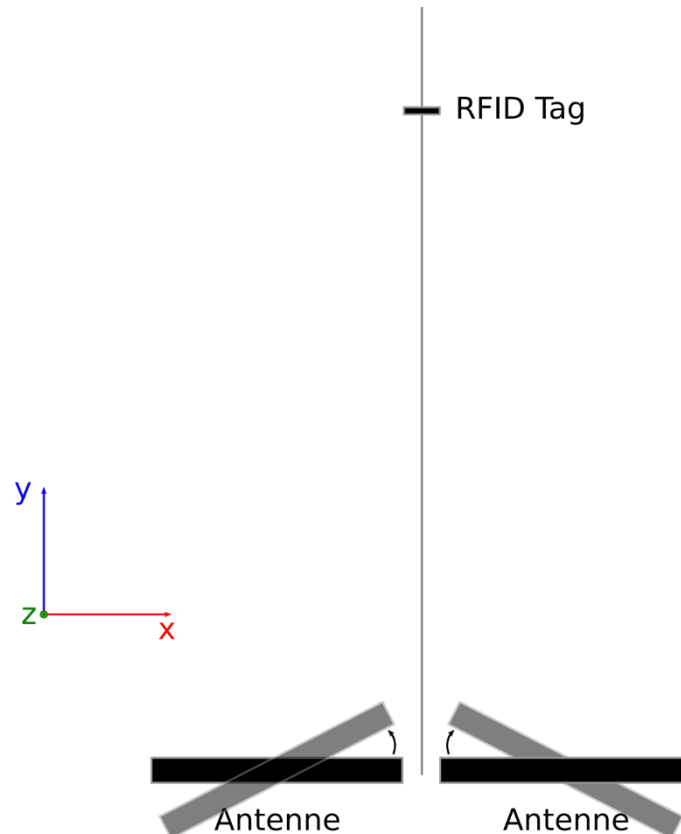
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir können die Antennen in einem Abstand von 50cm mit gleicher Ausrichtung platzieren, ohne dass sich die Antennen gegenseitig stören.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Der RFID Tag wird in der Front der Antennen welche den Abstand 1m haben mit der selben Ausrichtung plaziert. Danach wird der RFID Tag 10 mal abgefragt. Danach wird die Distanz zwischen den Antennen um 10cm verringert und der Versuch wiederholt.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Distanz und Ausrichtung zwischen den Antennen

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers

Konstanten

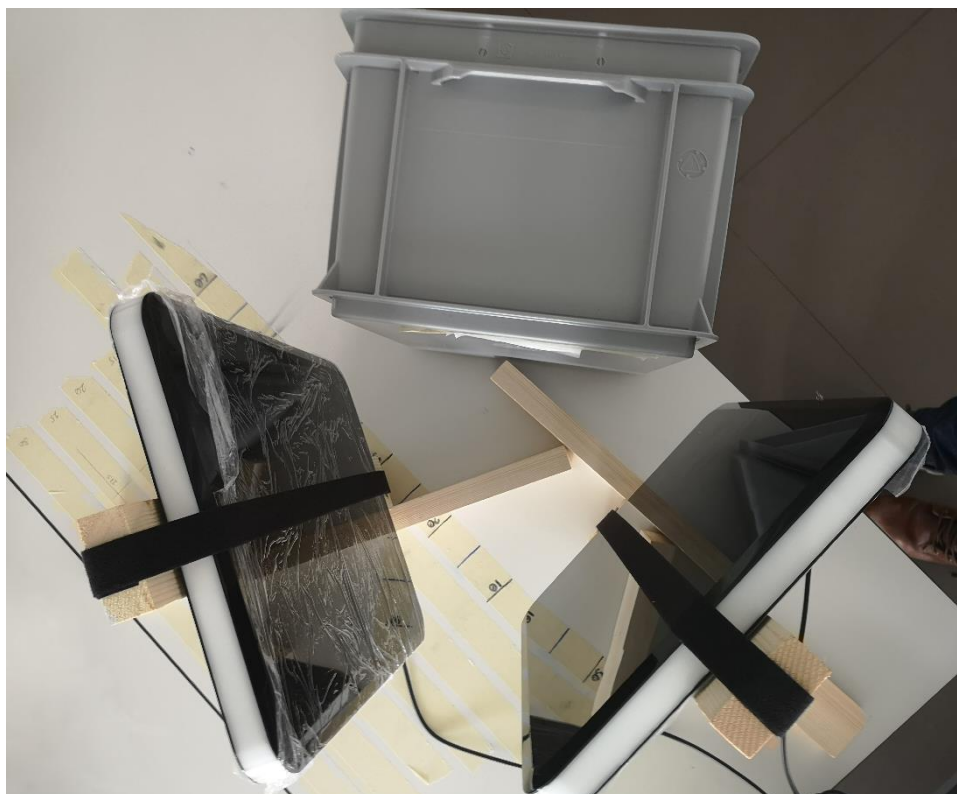
- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen

Dokumentierte Ereignisse

Die Antennen wurden mit der gleichen Ausrichtung nebeneinander plaziert. Danach wurde der Tag in der Flucht der zweiten Antenne plaziert. Nachdem dies geschehen war, wurde der Tag abwechselnd je zehn mal ausgelesen.

Distanz zwischen Antennen	Ausrichtung zwischen Antennen	Distanz zu Tag	Erfolgreiche Leseversuche 1	Erfolgreiche Leseversuche 2
50	0	40	0	10
30	0	40	0	10
0	0	40	0	10

Danach wurde der Tag in der Flucht beider Antennen plaziert welche 90° zueinander ausgerichtet waren.



Distanz zwischen Antennen	Ausrichtung zwischen Antennen [°]	Distanz zu Tag	Erfolgreiche Leseversuche 1	Erfolgreiche Leseversuche 2
30	60	20	10	10

Benötigtes Material

- Leser
- Zwei LR Antennen
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen

07_Auslegung bewegende Box

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich eine bewegendes Ziel auf die Auslegung der ID einwirkt

Bekannte Grundlagen

Wir wissen, dass die Hersteller von einer Lesegeschwindigkeit von 50 Tags pro Sekunde reden, das heisst für einen Tag ergibt dies eine $\frac{1}{50}$ stel Sekunde. Bei einer Maximalgeschwindigkeit des Roboters von 10m/s, ergibt dies 20cm Auslenkung des Tags

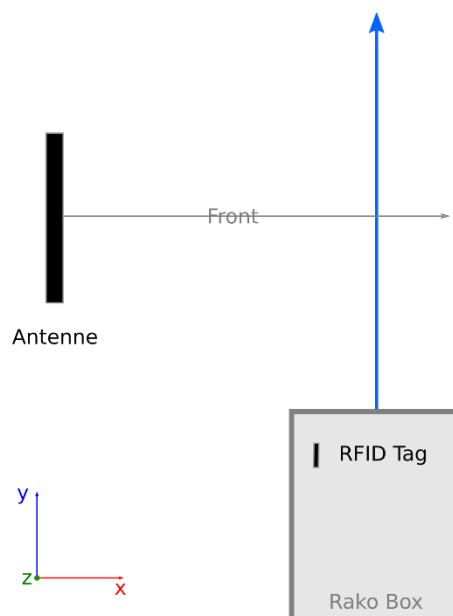
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass die Bewegung der Box für einen Tag vernachlässigbar ist, jedoch bemerkbar wird, sobald wir die Tagzahl auf 200 erhöhen.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, danach wird die Box an der Antenne vorbeigezogen. Es wird darauf acht gegeben, dass die Ausrichtung des Tags mit der Antenne übereinstimmt. Die Geschwindigkeit wird bei jedem Test erhöht, bis 10m/s erreicht sind.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Geschwindigkeit der Box
- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne

Dokumentierte Ereignisse

Anzahl Tags	Orientierung Tag zu Antenne	Geschwindigkeit der Box [m/s]	Anzahl erfolgreiche ausgelesene Tags
1	0	0.4	1
1	0	0.25	1
1	0	1	1
1	0	1.4	1
1	0	1.2	1
1	0	5.25	0
15	0/90	0.0	0
15	0/90	0.5	8
15	0/90	0.2	9
15	0/90	0.0(schütteln)	9
15	0/90	0.0(schütteln)	11
15	0/90	0.0(schütteln)	14
15	0/90	0.2	14
14	0	0.3	14
15	0	0.3	15

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- Rako Box
- Computerschnittstelle
- Sensor um Geschwindigkeit zu messen
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen

08_Störung durch WLAN

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich eine WLAN sender auf das Auslesen der Tags einwirkt.

Bekannte Grundlagen

Wir wissen das WLAN im Frequenzband 2.4 und 5 GHz sendet, und somit eigentlich keine Interferenz im 13.56MHz Band einbringen sollte.

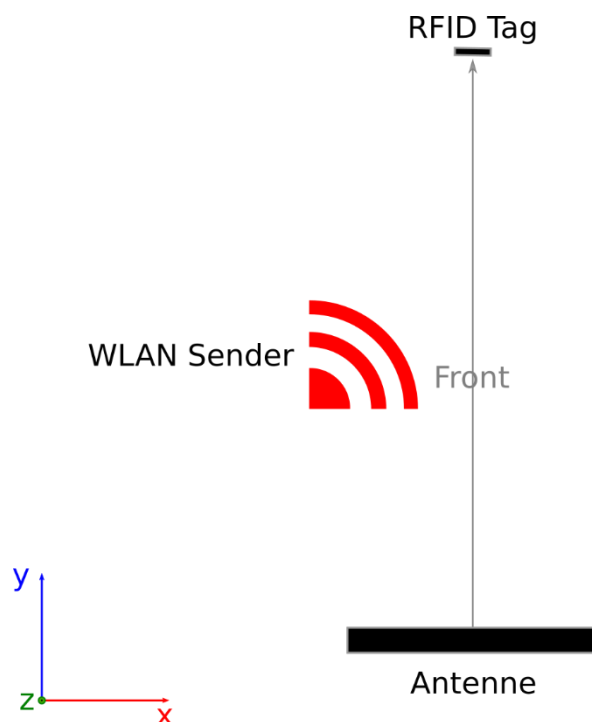
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass das WLAN die Lesegeschwindigkeit nicht beeinflusst.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, und der RFID Tag in der Flucht plziert. Eine WLAN Antenne / Router wird dazwischen plziert (nicht direkt in der Flucht). Danach wird der Tag ausgelesen, mit jeder Wiederholung wird die Anzahl der Tags erhöht.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne

Dokumentierte Ereignisse

Ein Smartphone mit eingeschaltetem WIFI Hotspot wurde in der Fluch zwischen dem Tag und der Antenne plaziert. Alle Leseversuche waren erfolgreich

ID: 8

Name: Störung durch WLAN

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 118 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 121 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 120 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 120 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 118 ms

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- WLAN Antenne und Router
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen

09_Störung durch Smartphone

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich ein Smartphone auf das Auslesen der Tags einwirkt.

Bekannte Grundlagen

Wir wissen das Handys in einem anderen Frequenzbereich mit ihren Antennen kommunizieren, heutzutage haben Smartphones jedoch auch ein NFC Leser (NFC braucht ebenfalls das 13.56MHz Band).

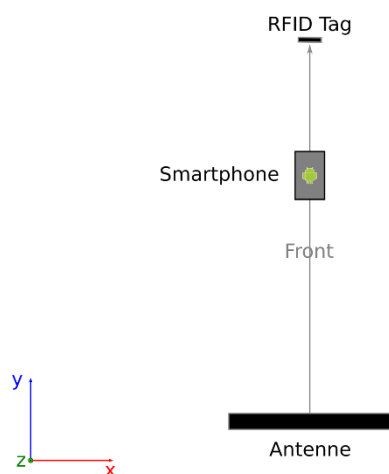
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass das Handy das Auslesen des Tags nicht beeinflusst.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, und der RFID Tag in der Flucht platziert. Eine Smartphone mit NFC Sender wird dazwischen platziert. Danach wird der Tag ausgelesen, mit jeder Wiederholung wird die Anzahl der Tags erhöht.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne
- Position des Smartphone

Dokumentierte Ereignisse

Ein Smartphone wurde auf einen Tag gelegt und danach in die Flucht.

ID: 9

Name: Störung durch Smartphone

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 107 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 102 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 100 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 105 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 100 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 110 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 102 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 98 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 108 ms

Could not find any RFIDs

Seconds elapsed for read: 101 ms

ID: 9

Name: Störung durch Smartphone

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 117 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 117 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 111 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 117 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 119 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 115 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 122 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 124 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 116 ms
Number of Tags: 1
E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB
Seconds elapsed for read: 118 ms

Die Erkenntnis ist, dass ein Smartphone nicht genug stört, ausser es befindet sich direkt auf dem Tag.

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen
- Smartphone

10_Störung durch Kreditkarte

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich eine Kreditkarte auf das Auslesen der Tags einwirkt.

Bekannte Grundlagen

Wir wissen, dass das Kontaktlose Bezahlen ebenfalls mit NFC (also im 13.56MHz Frequenzband) funktioniert.

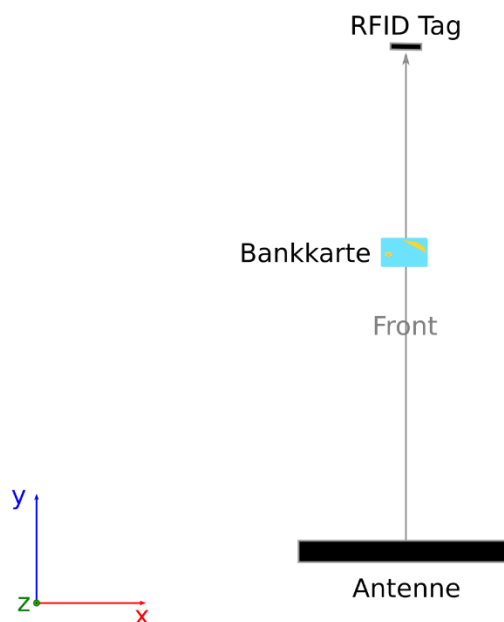
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass die Kreditkarte das Auslesen des Tags nicht beeinflusst.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, und der RFID Tag in der Flucht plziert. Eine Kreditkarte mit Kontaktlosem Zahlen wird dazwischen plziert. Danach wird der Tag ausgelesen, mit jeder Wiederholung wird die Anzahl der Tags erhöht.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne
- Position der Karte

Dokumentierte Ereignisse

Es wurden keine Störung durch die NFC Karte verzeichnet ausser wenn sie direkt aufliegend war.

ID: 10

Name: Störung durch Kreditkarte

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 112 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 111 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 113 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 112 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 113 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- Bankkarte
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen

11_Störung durch Stromquellen

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich eine Stromquelle auf das Auslesen der Tags einwirkt.

Bekannte Grundlagen

Wir wissen, dass Strom auch ein elektromagnetisches Feld generiert.

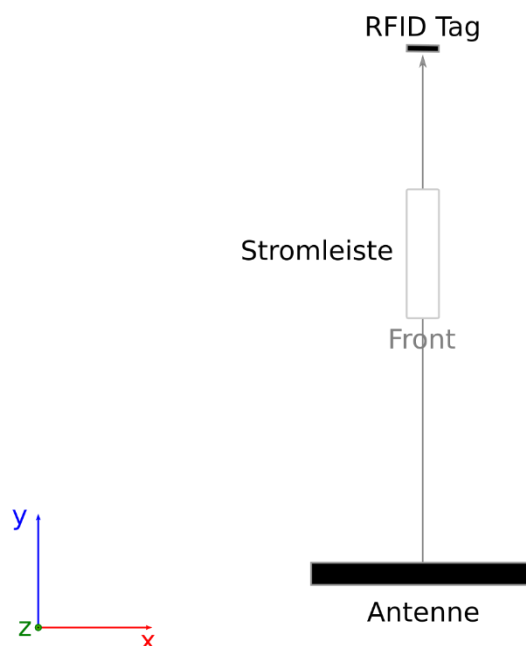
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass der Strom das Auslesen des Tags nicht beeinflusst.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, und der RFID Tag in der Flucht platziert. Eine Stromleiste und ein Laptop werden dazwischen platziert. Danach wird der Tag ausgelesen, mit jeder Wiederholung wird die Anzahl der Tags erhöht.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne
- Position der Stromquellen

Dokumentierte Ereignisse

Eine Stromleiste mit eingesteckten Verbrauchern wurde in der Nähe des Tags platziert und dieser ausgelesen. Es wurden keine Verluste verzeichnet

ID: 11

Name: Störung durch Stromquellen

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 112 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 117 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 117 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 111 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 117 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 117 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 111 ms

ID: 11

Name: Störung durch Stromquellen

PreParams: [Distanz zwischen Tags und Antenne (cm), Orientierung zwischen Tags und Antenne (°)]

PostParams: [Anzahl Tags]

TestType: MultipleTagsMultipleReads

PreParameterInput: [42, 0]

PostParameterInput: [1]

TestResults:

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 123 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 113 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 110 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 116 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 114 ms

Number of Tags: 1

E0, 04, 01, 50, 4F, 1F, FF, BB

Seconds elapsed for read: 115 ms

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- Stromleiste
- Laptop
- Computerschnittstelle
- RFID Tag
- Massstab
- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen

12_Auslesen von gestapelten Tags

Versuchsthema

In diesem Versuch soll getestet werden, wie fest sich das Stapeln von Tags auf das Auslesen der Tags einwirkt.

Bekannte Grundlagen

Wir wissen, dass es beim Auslesen mehreren Tags Kollisionen gibt. Wir wissen jedoch nicht, ob es eine Mindestdistanz für die Tags gibt, sodass Sie ausgelesen werden können ohne sich gegenseitig zu stören.

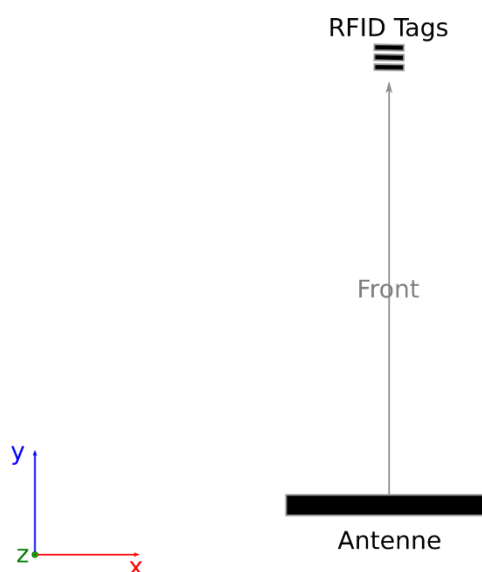
Hypothese und erwartetes Ergebnis

Wir nehmen an, dass das Stapeln das Auslesen des Tags nicht beeinflusst.

Versuchsaufbau

Beschreibung des Aufbaus

Die Antenne wird stehend fixiert, und der RFID Tag in der Flucht plziert. Ein weiterer Tag wird auf den Tag darüber fixiert. Danach werden die Tags ausgelesen, mit jeder Wiederholung wird die Anzahl der Tags erhöht.



Versuchsparameter

Variablen

Unabhängige

- Anzahl der Tags

Abhängige

- Antwort des RFID Tags auf Anfrage des Lesers
- Geschwindigkeit für vollständige Antwort

Konstanten

- Ausrichtung des Tags in alle Richtungen
- Position der Antenne
- Position der Tags

Dokumentierte Ereignisse

Es wurden mehrere Tags aufeinander gestapelt. Danach wurde verpackungsplastik zwischen die Tags plaziert und der Versuch wiederholt.

Anzahl Tags	Distanz zwischen Tags [cm]	Erfolgreiche Leseversuche
1	0	1
2	0	0
2	1	1
2	1.5	2
2	1.5	1
2	2.8	2
2	2	2
3	2.5	2
3	2.8	3
4	3	4
4	1.8	0
4	1.8	2
2	2	2
3	1.8	1
4	1.8	0
4	1.8 (versetzt)	4

Danach wurden die Tags in Bücher gelegt und mit verschiedener Ausrichtung ausgelesen. Die Distanz zwischen Tag und Antenne betrug dabei 42cm. Die Distanz zwischen den Tags jeweils 3cm.

Anzahl Tags	Orientierung zwischen Tag und Antenne [°]	Erfolgreiche Leseversuche
2	90	0
2	80	0
2	70	0
2	60	1
2	50	2

Benötigtes Material

- Leser
- LR Antenne
- Computerschnittstelle
- RFID Tags
- Massstab

- Etwas um Tag zu fixieren (Holz oder Plastik)
- Fixierung für Antennen