

# Auf das Fahrrad!

Eine Ausarbeitung und Bewerbung für die

**JUST! Zeppelin Jugendstiftung 2021**

**Georgi Parkov**

**12. Klasse, Technisches Gymnasium in Friedrichshafen**

## Kurzbeschreibung

Ziel meiner Arbeit ist es, ein System zu entwickeln, welches die gefahrenen Fahrradkilometer der Mitarbeiter/innen zur Arbeitsstelle erfasst und automatisch auswertet. Mit speziellen "Bonus-Programmen" sollen anschließend Mitarbeiter/innen belohnt werden, welche mit dem Fahrrad den Weg zur Arbeit zurücklegen. Hierfür erhält Mitarbeiter eine eigene RFID-Karte mit individueller Identifikationsnummer. Beim Betreten des Fahrradparkplatzes wird die Karte gelesen, falls die Objekterkennung ein Fahrrad erkannt hat. Durch die Fahrraderkennung soll Betrug vermieden werden. Die Objekterkennung läuft offline und zeichnet keine Videoeingaben auf, sondern analysiert das Livebild und erkennt mit einer künstlichen Intelligenz Menschen, Fahrräder und andere Objekte. Die RFID-Kartennummern sind in einer Datenbank hinterlegt und werden dort mit einem/r Mitarbeiter/in verknüpft. Gefahrene Kilometer des Mitarbeiters werden in einer Datenbank gespeichert. Verschiedene Prämien können nun vom Arbeitgeber verteilt werden. Zum Beispiel könnte die Abteilung mit den meisten Fahrradfahrern einen Preis erhalten, oder einzelne Mitarbeiter könnten eine Auszeichnung erhalten. Zusätzlich könnten auf einem Display die gefahrenen Kilometer der ganzen Firma angezeigt werden.

## Inhalt

Kurzbeschreibung.....	1
Einleitung.....	3
Aktueller Stand.....	3
Zielsetzung.....	4
Anforderungen.....	4
Herausforderung Erkennung.....	5
Umsetzung Erkennung.....	5
Aufbau.....	6
Hardware.....	6
Software.....	6
Herausforderung Betrugsminde- rung.....	7
Umsetzung Betrugsminde- rung.....	7
Idee 1.....	7
Idee 2.....	8
Herausforderung Datenverarbeitung.....	9
Umsetzung Datenverarbeitung.....	10
Quellenverzeichnis.....	11
Abbildungsverzeichnis:.....	11

Auf das Fahrrad!

## Einleitung

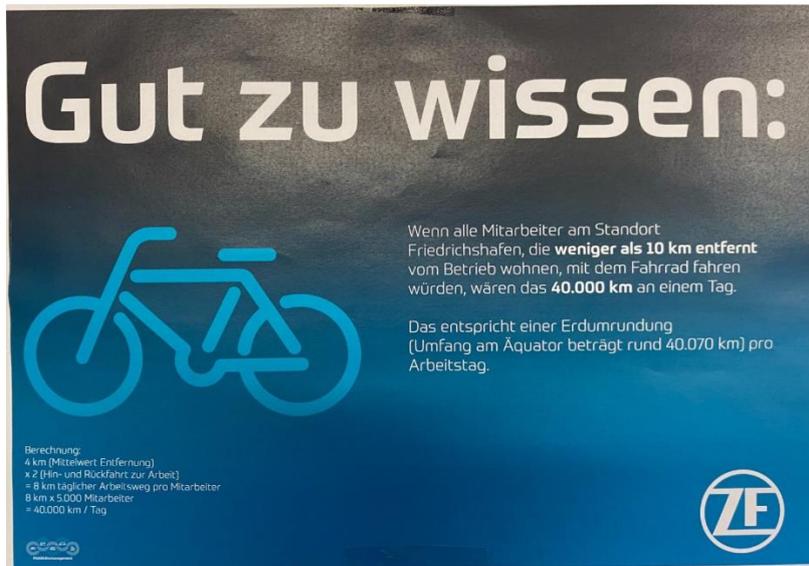


Abbildung 1 Plakat ZF Friedrichshafen

“Wenn alle Mitarbeiter am Standort Friedrichshafen, die weniger als 10km entfernt vom Betrieb wohnen, mit dem Fahrrad fahren würden, wären das 40.000 km an einem Tag. Das entspricht einer Erdumrundung (Umfang am Äquator beträgt rund 40.000 km) pro Arbeitstag.”

Mit diesem Plakat möchte die ZF-AG Friedrichshafen ihre Mitarbeiter\innen dazu bewegen, mit dem Fahrrad zur Arbeit zu kommen.

Würden jeden Tag alle Mitarbeiter der ZF AG Friedrichshafen, die weniger als 10 km vom Betrieb wohnen, mit dem Fahrrad fahren, so würden die jährlichen CO2 Emissionen von ca. 9.200.000 Auto-km eingespart werden. (Rechnung mit 230 Arbeitstagen/Jahr)

## Aktueller Stand

Aktuell stellen diverse Firmen zusätzliche Mitarbeiter/innen an, welche morgens vor dem Eingang stehen. Diese halten einen Laptop in der Hand und befragen Firmenangehörige, die mit dem Fahrrad zur Arbeit gekommen sind, nach den gefahrenen Kilometern. Das Problem daran ist, dass für dieses Projekt zusätzlich eine Person angestellt werden muss, welche jeden Tag zusätzliche Kosten für das Unternehmen verursacht. Des Weiteren läuft der Prozess sehr langsam ab, da die Mitarbeiter/innen vom Fahrrad absteigen und befragt werden müssen.

Es gibt verschiedene Apps, die zurückgelegte Kilometer zählen, welche eine Firma nutzen kann, um eine Wertung zu erstellen (vgl. Miksa, Jörg). Allerdings liegen bei diesen Apps die Daten nicht bei der eigenen Firma, sondern bei einem Drittanbieter. Ebenso kann der Nutzer unabsichtlich die Standortfreigabe deaktivieren, so dass keine Strecke der Fahrt aufgezeichnet werden kann. Ein leerer Akku des Smartphones oder erst recht das Liegenlassen des Gerätes zu Hause, verfälscht ebenso das Ergebnis.

Auf das Fahrrad!

## Zielsetzung

Ziel meiner Arbeit ist es, ein System zu entwickeln, welches die gefahrenen Kilometer der Mitarbeiter/innen erfasst und automatisch auswertet. Mit speziellen "Bonus-Programmen" sollen anschließend Mitarbeiter/innen belohnt werden, welche mit dem Fahrrad den Weg zur Arbeit zurücklegen.

## Anforderungen

Mit meinem System sollen täglich Mitarbeiter/innen erfasst werden, welche mit dem Fahrrad zur Arbeit kommen. Es soll kein zusätzlicher Aufwand entstehen, wie zum Beispiel das Absteigen vom Fahrrad, Vorzeigen einer Karte oder ggf. Wartezeiten.

Das Thema Datenschutz ist bei uns ein sehr wichtiges Kriterium. Während der Coronakrise hat sich gezeigt, dass viele Personen nicht von der CoronaWarn App getrackt werden möchten, welche Daten erhebt.

Um ein Belohnungssystem zu erschaffen, müssten die erhobenen Daten der Mitarbeiter/innen unterschiedlich ausgewertet werden können. Zum Beispiel könnten Mitarbeiter/innen, welche die längste Strecke mit dem Fahrrad zurückgelegt haben, belohnt werden. Darüber hinaus könnte die Firma die Summe der gefahrenen Jahreskilometer aller Mitarbeiter/innen ermitteln. Außerdem sollen die täglich zurückgelegten Kilometer auf einem Display für alle Mitarbeiter/innen sichtbar sein.

Ebenso muss das Produkt über eine gewisse Betrugssicherheit verfügen. Dadurch werden Mitarbeiter/innen, welche versuchen vorsätzlich ohne Fahrrad registriert zu werden, nicht in die Auswertung miteinbezogen werden.

Auf das Fahrrad!

## Herausforderung Erkennung

Es müssen Personen erfasst werden, welche sich auf dem Fahrrad mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegen. Es sollen hierfür keine Personen engagiert werden, welche die Fahrradfahrer/innen zählen.

Die Distanz zur Messsäule/Technik o.ä. muss so groß sein, dass ein unfallfreies Durchfahren möglich ist. Bei Regen, Kälte und Hitze muss das Produkt gleichermaßen zuverlässig funktionieren. Die Fahrradfahrer/innen sollen ohne Verzögerung erkannt werden.

## Umsetzung Erkennung

Um die oben aufgezählten Herausforderungen zu lösen eignet sich am besten die RFID-Technologie (eng. Radio-frequency identification). Mithilfe einer Antenne kann man so einen RFID-Tag kontaktlos auslesen. Diese Technologie kennt man beispielsweise von Drehkreuzen bei Skigebieten. Auch an Ausgängen von Supermärkten schützt sie vor Diebstahl.

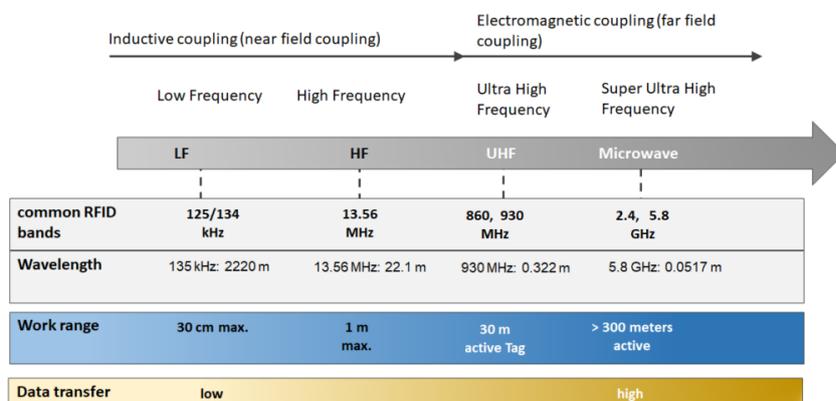
Der Vorteil gegenüber anderen drahtlosen Technologien, besteht darin, dass nur das Lesegerät eine aktive Komponente sein muss. Der RFID-Tag ist folglich eine passive Komponente und benötigt weder Stromversorgung noch Wartung.



Abbildung 2 Drehkreuz Skigebiet

Abbildung 3 Eingangsbereich

Bei der RFID Technologie unterscheidet man zwischen mehreren Erfassungsbereichen:



© Learnchannel-TV.com

Abbildung 4 RFID Erfassungsbereiche

Auf das Fahrrad!

Die meisten Systeme, welche den Eintritt regulieren, funktionieren mit LF (Low Frequency) und unter Umständen mit HF (High Frequency). Damit die oben aufgeführten Anforderungen erfüllt werden können, ist ein Meter Arbeitsreichweite ungenügend. Aus diesem Grund muss im UHF Bereich gearbeitet werden, welcher ca. 20 m Arbeitsreichweite bei passivem Transponder erreichen kann.

## Aufbau

### Hardware

Als passende Antenne eignet sich eine lineare Antenne mit einer Verstärkung von 9dBi und einer Frequenz von 868MHz. Als Lesegerät verwende ich den VF-747 UHF-Leser von Vanch. Dieser bietet vier Antennenausgänge, sowie eine Schnittstelle per RS232 und TCP/IP über einen Ethernet Anschluss. Mithilfe der RS232 Schnittstelle ist das Lesegerät mit einem Raspberry Pi 4 verbunden. Dieser dient schlussendlich als zentraler Computer, der die Datenspeicherung und -verarbeitung übernimmt. Da der Raspberry über keinen direkten D-Sub Anschluss verfügt, wird ein USB zu D-Sub Adapter verwendet.



Abbildung 5 5 Vanch VF-747 Reader    Abbildung 6 6 868MHz Antenne (9dBi)

### Software

Da das Betriebssystem des Raspberry Pi 4 auf Python basiert, wird das automatische Auslesen der RFID-Tags über ein selbstgeschriebenes Python Programm realisiert. Dieses kommuniziert über die serielle Schnittstelle (RS232) mit dem Leser. Für die Kommunikation zwischen Reader und Computer wird eine öffentlich verfügbare Bibliothek (VF-747-Python-SDK) verwendet.

Auf das Fahrrad!

## Herausforderung Betrugsminde rung

Was wäre, wenn eine Person ohne Fahrrad mit dem RFID-Tag durchläuft?

In solchen Situationen sollte das System jegliche Art von Manipulation so weit wie möglich nicht werten. Wichtig ist zu sagen, dass kein System auf der Welt zu 100% sicher ist.

## Umsetzung Betrugsminde rung



Abbildung 7 7Eigenschaften eines Fahrradfahrers

In diesem Bild sind die grundlegenden Eigenschaften zu sehen, welche man bei einem Fahrradfahrer erkennen kann. Darunter zählen: Geschwindigkeit, Gewicht, Rotation der Räder und die Leitfähigkeit des Fahrradrahmens, der Felgen etc.

### Idee 1

Die erste Idee bestand darin, die oben genannten Eigenschaften eines Fahrradfahrers mithilfe von einfachen Sensoren zu erkennen/messen. Die Geschwindigkeit könnte man mittels Lichtschranken und die Leitfähigkeit des Fahrradrahmens mithilfe von Induktiven Sensoren ermitteln. Mithilfe einer Tabelle war es dann möglich die Idee zu beurteilen.

## Auf das Fahrrad!

Pro	Contra
Sensoren können präzise Werte ermitteln	Manche Sensoren stoßen an ihre Grenzen (Objektdistanz)
Schnelle Verarbeitung möglich, mehrere Eingänge möglich	Witterungen könnten Störungen verursachen
System kann ein Objekt und die Richtung/Geschwindigkeit ermitteln	Mehrere Sensoren werden benötigt (Verknüpfung nötig + Abhängigkeit von jedem Sensor)
	System kann nicht erkennen, wie sich das Objekt verhält (Visuell)
	Zuverlässige Sensoren sind meist kostenintensiv

Die Nutzung von einfachen Sensoren ist einfach gehalten, selten wartungsintensiv und je nach gefragter Eigenschaft individuell umrüstbar. Sensoren, wie zum Beispiel ein Induktiver Sensor stoßen jedoch mit ihrem maximalen Schaltabstand von ungefähr 150mm an ihre Grenzen. Nicht zu vergessen sind ebenso die hohen Kosten, welche für eine zuverlässige Sensorausstattung anfallen.

### Idee 2

Nach langem Suchen nach einer Alternative stieß ich auf die Objekterkennung. Mithilfe eines neuronalen Netzwerks und einer Bildeingabe (z.B. Kamera), kann man gewünschte Objekte in Echtzeit identifizieren. Für diese Praxis eignete sich das Open-Source Framework TensorFlow. Um diese Technologie zu nutzen, reicht meistens sogar ein Raspberry Pi aus. Dieser dient als Rechenzentrale. Auch hier gab es eine Tabelle zur ersten Beurteilung.

Pro	Contra
Benötigt meist nur eine Kamera zum Aufnehmen der Werte	Liefert unpräzise Werte
Ermöglicht es, das Verhalten der Objekte zu analysieren	Kann manipuliert werden (Hinhalten eines Bildes vor die Kamera)
Kostengünstig	Ergebnis abhängig von einer Kamera
	Analysegeschwindigkeit der KI ausbaufähig (Ø 4 Analysen/Sekunde)

Auf das Fahrrad!

Beide Systeme überzeugten mit ihren eigenen Stärken. Jedoch entschied ich mich für die Objekterkennung, aufgrund der geringeren Kosten und der Vielfältigkeit. Als Modell nutze ich das COCO-SSD Modell vom Google, welches 80 verschiedene Objekte erkennen kann. Darunter auch Fahrräder und Personen. Die Objekterkennung muss auch bei schlechter Witterung zuverlässig die Fahrräder identifizieren. Milan Steinbach und Pit Reichler vom Schülerforschungszentrum Friedrichshafen konnten in einem Experiment zeigen, dass selbst in einem stark vernebelten Raum die Objekterkennung funktioniert. Es ist davon auszugehen, dass z.B. schlechtes Wetter keinen Einfluss auf die zuverlässige Erkennung hat.

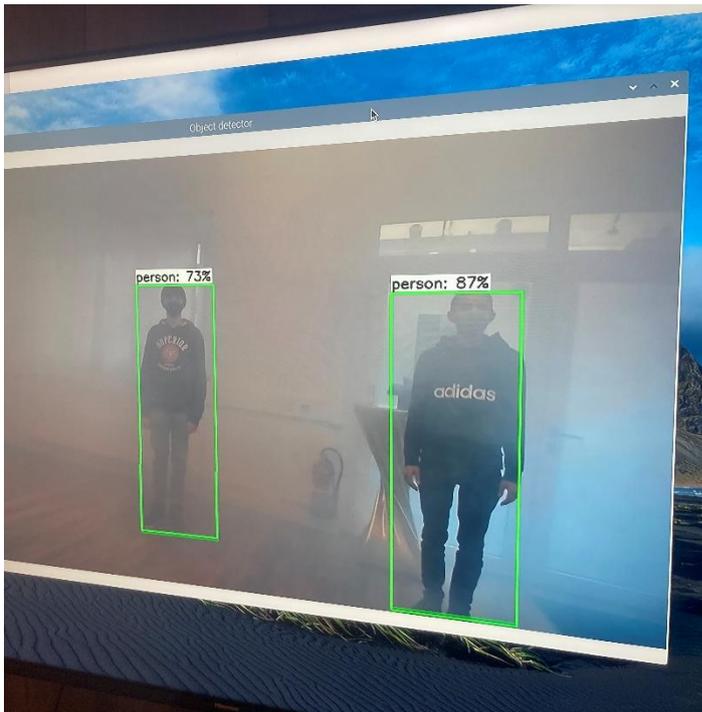


Abbildung 88 Test einer Objekterkennung bei Nebel

Aussicht: Wäre es möglich das Budget zu erweitern, so könnte man die Betrugsminde rung mithilfe von Sensoren zusätzlich unterstützen.

## Herausforderung Datenverarbeitung

Um die täglich zurückgelegte Strecke zu zählen, müssen die Daten der Mitarbeiter/innen hinterlegt werden. Zur Gewährleistung des Datenschutzes darf dies jedoch nicht auf den RFID-Tags erfolgen. Die RFID-Transponder sollen trotzdem jeweils individuell identifizierbar sein. Eine Verknüpfung zwischen RFID-Tag und Person muss also bestehen.

Auf das Fahrrad!

## Umsetzung Datenverarbeitung

Die erkannten RFID Tags und die jeweiligen Tage werden in einer Datenbank gespeichert. Um den Datenschutz der einzelnen Personen zu gewährleisten, werden die personenbezogenen Daten und die RFID-Tags getrennt gespeichert. Für eine Person wird neben den persönlichen Daten die Länge des Arbeitsweges und die ID des zugehörigen RFID Tags gespeichert. Über die Tag-ID können die Datensätze der RFID Trags und die der Mitarbeiter/innen miteinander verknüpft werden. Anhand der Länge des Arbeitsweges und des erkannten RFID-Tags kann dann berechnet werden, wie viele Kilometer diese Person zurückgelegt hat. Für diese Anwendung eignet sich das Open-Source-Datenbankmanagementsystem MariaDB. Dieses arbeitet mit SQL.

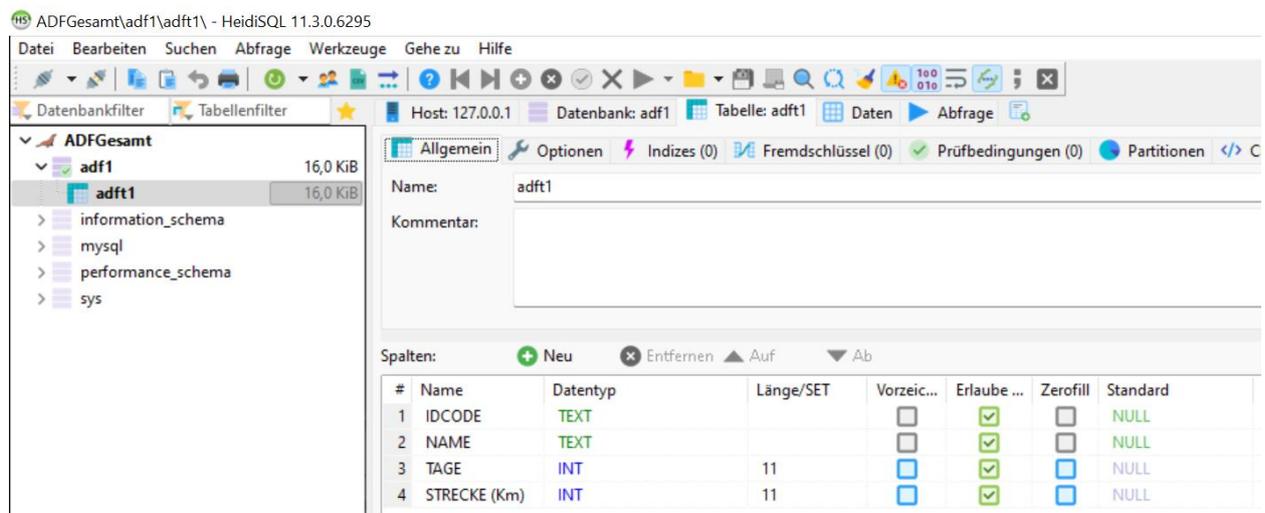


Abbildung 9 Screenshot der Benutzeroberfläche

Mithilfe des HeidiSQL Editors lassen sich Tabellen erstellen und visualisieren. So können Spalten für die RFID-Codes, Namen der Personen, Tage, an denen die Personen zur Arbeit gekommen sind und die Strecke zum Arbeitsplatz der Mitarbeiter/innen erstellt werden.

Auf das Fahrrad!

## Quellenverzeichnis

Miksa, Jörg: Die besten 32 Fahrrad Apps in 2020: Welche du jetzt installieren solltest. <https://planet-fahrrad.de/impressum/> [29.12.2021]

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Abfotografiertes Plakat ZF Friedrichshafen (Standort: ZF-Forum, Seiteneingang SFZ)

Abbildung 2: Drehkreuz Skigebiet: <https://www.sitour.it/de/werbung/specials/check-controls/> [10.12.21]

Abbildung 3 Eingangsbereich:

<https://secureservercdn.net/192.169.221.188/nvo.121.myftpupload.com/wp-content/uploads/2021/12/Hotel-8.jpg?time=1639505772> [14.12.21]

Abbildung 4 RFID Erfassungsbereiche: <https://learnchannel-tv.com/de/sensor/rfid-in-automation/rfid-frequencies-and-distance-range/> [14.12.21]

Abbildung 5 Vanch VF-747 Reader: <https://www.rfidsolutions.de/rfid-produkte/leser/209/vfv-747-4-kanal-leser--uhf-/> [10.12.21]

Abbildung 6 868MHz Antenne (9dBi): <https://www.rfidsolutions.de/rfid-produkte/antennen/66/antenne--uhf-/> [10.12.21]

Abbildung 7 Eigenschaften eines Fahrradfahrers (selbst bearbeitet), Original:

<https://www.auto.de/magazin/Fahrradfahrer-tragen-seltener-Schutzhelme/> [20.12.21]

Abbildung 8 Test einer Objekterkennung bei Nebel: Milan Steinbach & Pit Reichler: Jugend forscht Projekt „Gebäudeleitsystem für Feuerwehreinsätze“ SFZ Friedrichshafen